**PROYECTO:**

# Planta Solar Fotovoltaica
# Solaria Zierbena Solar 17 de 49,895 MW
# Armiñón, Provincia de Álava (España)

**TÍTULO:**

# PROYECTO DE EJECUCIÓN

**Nº DE DOCUMENTO:**

**ZB17-SOL-FV-PE-PRY-0001**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº REVISIÓN:** | 00 | **DOCUMENTO EMITIDO PARA:** | LEGALIZACIÓN |
| **FECHA EMISIÓN:** | 09/2025 | | |

| | | |
|---|---|---|
| JLM | JBE | JBE |
| **Preparado por:** | **Revisado por:** | **Aprobado por:** |

Este documento, así como los contenidos y los signos distintivos aparecidos en el mismo, excepto indicación expresa en contrario, son propiedad expresa de SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. o dispone de las licencias necesarias, por lo que se encuentran protegidos por los derechos de propiedad industrial e intelectual conforme a la legislación española. Se autoriza su reproducción exclusivamente para uso privado y se prohíbe, salvo autorización expresa, la reproducción de todo o parte del mismo en cualquier forma.

**RESUMEN DE REVISIONES**

| Revisión | Fecha | Descripción de los cambios |
|---|---|---|
| 00 | 09/2025 | Documento nuevo |

# ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº1: Memoria descriptiva [ZB17-SOL-FV-PE-MEM-0001]

ANEXO I. FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS [ZB17-SOL-FV-PE-MEM-0001-A01]

ANEXO II. RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS [ZB17-SOL-FV-PE-MEM-0001-A02]

ANEXO III. CUMPLIMIENTO DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS [ZB17-SOL-FV-PE-MEM-0001-A03]

ANEXO IV. ESTUDIO DE EMISIONES ACÚSTICAS [ZB17-SOL-FV-PE-MEM-0001-A04]

DOCUMENTO Nº2: Cálculos [ZB17-SOL-FV-PE-CAL-0001]

ANEXO I. CÁLCULOS ENERGÉTICOS [ZB17-SOL-FV-PE-CAL-0001-A01]

ANEXO II. CÁLCULOS ELÉCTRICOS [ZB17-SOL-FV-PE-CAL-0001-A02]

ANEXO III. CÁLCULO DE MOVIMIENTO DE TIERRAS [ZB17-SOL-FV-PE-CAL-0001-A03]

DOCUMENTO Nº3: Planos [ZB17-SOL-FV-PE-DWG-0001]

DOCUMENTO Nº4: Pliego de Condiciones [ZB17-SOL-FV-PE-PCT-0001]

DOCUMENTO Nº5: Presupuesto [ZB17-SOL-FV-PE-PRS-0001]

DOCUMENTO Nº6: Estudios de Entidad Propia [ZB17-SOL-FV-PE-EST-0001]

ANEXO I. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD [ZB17-SOL-FV-PE-EST-0001-A01]

ANEXO II. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS [ZB17-SOL-FV-PE-EST-0001-A02]

# DOCUMENTO Nº1

# MEMORIA DESCRIPTIVA

# ÍNDICE

1 OBJETO....6

2 ANTECEDENTES....8

3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO....12

3.1 POTENCIA PLANTA FOTOVOLTAICA....13

4 TITULAR....15

5 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO....16

6 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES....17

7 EMPLAZAMIENTO....22

7.1 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DE UBICACIÓN DEL PROYECTO 22

7.2 ÁREA VALLADA....23

7.3 POLÍGONOS Y PARCELAS DE CATASTRO AFECTADAS....23

7.4 ACCESOS....23

8 DESCRIPCIÓN DE LAS AFECCIONES....24

8.1 LINDEROS....24

8.2 CAMINOS....24

8.3 ARROYOS....25

8.4 GASODUCTO....26

8.5 NUCLEO URBANO....26

8.6 CAMINO DE SANTIAGO....27

9 CONDICIONES AMBIENTALES Y METEOROLÓGICAS....28

10 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, SUS ELEMENTOS Y CRITERIOS DE DISEÑO .....29

10.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO ..... 29

10.2 IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO..... 30

10.3 GENERADOR FOTOVOLTAICO (MÓDULO FOTOVOLTAICO) ..... 31

10.3.1 NÚMERO MÓDULOS EN SERIE Y PARALELO.....32

10.4 CABLEADO SOLAR EN CORRIENTE CONTINUA ..... 32

10.5 CAJAS DE NIVEL 1 ..... 33

10.6 CABLEADO DE BT EN CC ..... 33

10.7 ESTRUCTURA SOPORTE DE MÓDULOS: TIPO FIJA..... 34

10.8 INVERSOR FOTOVOLTAICO..... 36

10.9 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN..... 38

10.9.1 TRANSFORMADOR DE POTENCIA.....38

10.9.2 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN (MT) .....38

10.9.3 INSTALACIONES SECUNDARIAS: ALUMBRADO Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....39

10.10 CABLEADO EN CORRIENTE ALTERNA DE BAJA TENSIÓN..... 40

10.11 CABLEADO EN CORRIENTE ALTERNA DE MEDIA TENSIÓN..... 40

10.12 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA ..... 40

10.13 PROTECCIONES..... 42

10.14 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA ..... 42

10.15 MEDIDA ..... 43

10.16 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN ..... 43

10.17 SEGURIDAD Y VIGILANCIA..... 44

10.18 DISEÑO CIVIL ..... 45

10.18.1 LIMPIEZA Y DESBROCE DE LA PARCELA ....45
10.18.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS....45
10.18.3 CERRAMIENTO....45
10.18.4 VIALES....45
10.18.5 DRENAJE Y CONTROL DE EROSIÓN....46
10.18.6 CIMENTACIONES....46
10.18.7 ZANJAS....46
11 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN ....47
11.1 OBRA CIVIL.... 47
11.1.1 INSTALACIONES PROVISIONALES ....47
11.1.2 INSTALACIONES PERMANENTES....48
11.1.3 TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO....49
11.1.4 PREPARACIÓN DEL TERRENO ....49
11.1.5 VIALES DE ACCESO E INTERNOS ....50
11.1.6 MOVIMIENTO DE TIERRAS....52
11.1.7 DRENAJE ....55
11.1.8 CONTROL DE EROSIÓN ....56
11.1.9 VALLADOS DE LA PLANTA ....56
11.1.10 SUMINISTRO DE EQUIPOS ....57
11.1.11 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS....58
11.2 MONTAJE MECÁNICO.... 64
11.2.1 MONTAJE DE LA ESTRUCTURA Y DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS ....64
11.2.2 MONTAJE DE ESTACIONES TRANSFORMADORAS ....64

11.3 MONTAJE ELÉCTRICO ..... 64

11.3.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN (BT) .....65

11.3.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (MT) .....66

12 DESMANTELAMIENTO DE LAS INSTALACIONES .....68

12.1 VIALES DE ACCESO..... 68

12.2 TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO Y RESTAURACIÓN ..... 68

12.2.1 FASE DE DESMONTAJE.....68

12.2.2 FASE DE RESTAURACIÓN .....68

13 EXPLOTACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA.....70

13.1 LABORES DE MANTENIMIENTO ..... 70

13.1.1 OPERACIÓN.....70

13.1.2 MANTENIMIENTO.....70

14 SEGURIDAD Y SALUD .....71

15 PLAZO DE EJECUCIÓN .....72

16 CONCLUSIÓN .....74

# 1 OBJETO

El objeto de este documento es la presentación de la memoria descriptiva del Proyecto de Solaria Zierbena Solar 17 de 49,895 MW, así como de todas las infraestructuras necesarias para su conexión a la red, en el término municipal de Armiñón, provincia de Álava.

El Proyecto contempla la instalación de paneles fotovoltaicos montados sobre una estructura que generan electricidad en corriente continua que posteriormente es transformada en corriente alterna en los inversores y elevada su tensión en los centros de transformación.

La planta evacuará la energía generada a través de una línea de MT 30 kV desde los centros de transformación de la planta hasta la Subestación BERANTEVILLA 30/220kV de nueva construcción, ubicada en la misma planta.

De la Subestación BERANTILLA 220/30kV, se conectará mediante una línea mixta primero aérea y después subterránea de alta tensión 220 kV hasta la Subestación RIBERA 220/30 kV, desde la cual se conectará mediante una línea mixta de alta tensión 220 kV hasta la Subestación SOMILLO 220/30 kV, desde ahí se conectara mediante una línea aérea de 220kV con la subestación ARGANZON, desde la cual se conectará mediante una línea aérea de alta tensión 220 kV hasta la Subestación SANTUSTE 400/220kV, desde la cual se conectará mediante una línea mixta de alta tensión hasta la Subestación LUZUERO y desde ahí a la Subestación ZIERBENA 400 KV, nudo de REE. Tanto las subestaciones como las líneas que salen de las mismas No son objeto de este Proyecto.

El presente documento se redacta con la finalidad:

- En el orden técnico, para justificar técnicamente el proyecto de la instalación solar fotovoltaica “Solaria Zierbena Solar 17 de 49,895 MW” y su infraestructura de evacuación, que ha sido redactado de acuerdo con lo preceptuado en:
    - Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión, promulgado por el Real Decreto nº 337/2014 de 9 de mayo, publicado en BOE nº 139 de 9 de junio de 2014, así como sus Instrucciones Técnicas Complementarias promulgadas en el mismo Real Decreto.

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITCLAT01 a 09.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, aprobado por el Real Decreto 842/2002 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Así como servir de base para la contratación de las obras e instalaciones.

- En el orden administrativo, obtener la Autorización Administrativa Previa, Autorización Administrativa de Construcción y Declaración de Utilidad Pública, así como la correspondiente Licencia Urbanística, según lo establecido en:
  - Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
  - Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica. o Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
  - Ley 8/2004, de 12 de noviembre, de Industria de la Comunidad Autónoma de Euskadi.
  - DECRETO 48/2020, de 31 de marzo, por el que se regulan los procedimientos de autorización administrativa de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.

- Informar al ayuntamiento de Armiñón de la obra civil y electromecánica que se pretende realizar para la instalación fotovoltaica “Solaria Zierbena Solar 17 de 49,895 MW” y su infraestructura de evacuación, así como solicitar la correspondiente licencia de obras.

## 2 ANTECEDENTES

Las crecientes necesidades de energía, la mayor preocupación por el medio ambiente, la naturaleza y la calidad de vida, obligan a investigar nuevas fuentes de energía limpias y renovables que contribuyan a una oferta energética sólida, diversificada y eficaz con garantías de abastecimiento y sin connotaciones negativas. La energía proporcionada por el Sol resulta ser una vía alternativa a las fuentes convencionales. Se utilizan para este fin las más recientes tecnologías desarrolladas, siempre bajo el criterio de un máximo respeto al entorno y medio ambiente natural. En el conjunto de la UE, la energía procedente de fuentes renovables representa ahora el 18,36% del total, en España representa el 23,32%.

Durante los últimos años en el campo de la actividad fotovoltaica los sistemas de conexión a la red eléctrica constituyen la aplicación que mayor expansión ha experimentado. El impulso de la energía fotovoltaica en España es, desde hace un tiempo, notable. Los últimos datos proporcionados por la Unión Española Fotovoltaica (UNEF) así lo corroboran: en 2020 se instalaron en España 2.633 MW de nueva potencia fotovoltaica. Cabe destacar también que las subastas de energía renovable abiertas el año 2017 han provocado un resurgimiento del sector fotovoltaico, instalando 4,5 GW hasta finales de 2019.

Las plantas de generación renovable se caracterizan por funcionar con fuentes de energía que poseen la capacidad de regenerarse por sí mismas y, como tales, ser teóricamente inagotables si se utilizan de forma sostenible. Esta característica permite en mayor grado la coexistencia de la producción de electricidad con el respeto al medio ambiente.

Este tipo de proyectos, presentan las siguientes ventajas respecto a otras instalaciones energéticas, entre las que se encuentran:

- Disminución de la dependencia exterior de fuentes fósiles para el abastecimiento energético, contribuyendo a la implantación de un sistema energético renovable y sostenible y a una diversificación de las fuentes primarias de energía.
- Utilización de recursos renovables a nivel global.
- No emisión de $CO_2$ y otros gases contaminantes a la atmósfera.
- Baja tasa de producción de residuos y vertidos contaminantes en su fase de operación.

Sería por tanto compatible con los intereses del Estado, que busca una planificación energética que contenga entre otros los siguientes aspectos (extracto artículo 79 de la Ley 2/2011 de Economía Sostenible): “Optimizar la participación de las energías renovables en la cesta de generación energética y, en particular en la eléctrica”.

A lo largo de los últimos años, ha quedado evidenciado que el grado de autoabastecimiento en el debate energético es uno de los temas centrales del panorama estratégico de los diferentes países tanto a corto como a largo plazo.

Esta situación hace que los proyectos de energías renovables sean tomados muy en consideración a la hora de realizar la planificación energética en los diferentes países y regiones.

En cuanto a los diferentes convenios internacionales a los que está ligada España, buscan principalmente una reducción en la tasa de emisiones de gases de efecto invernadero, y la necesidad de desarrollar proyectos con fuentes autóctonas para garantizar el suministro energético y disminuir la dependencia exterior. Razones entre otras por las que se desarrolla la planta fotovoltaica objeto del presente estudio.

El uso de esta energía renovable permite evitar la generación de emisiones asociadas al uso de energías fósiles. En este sentido, el ahorro de combustible previsto significa evitar una emisión equivalente de dióxido de azufre, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono y partículas.

Además, el PNIEC (Plan Nacional Integrado de Energía y Clima, 2021-2030) presentado por España en el mes de febrero de 2020 a la Comisión Europea se plantean unos ambiciosos objetivos en el desarrollo de energías renovables en España para el periodo 2021-2030. Recoge objetivos específicos en este sentido:

- Aumentar la cobertura con fuentes renovables de energía final, desde el 20% correspondiente al año 2020 a un 42% para el año 2030.
- Aumentar la cobertura con fuentes renovables del consumo bruto de electricidad, desde el 29,2% correspondiente al año 2010, al 38,1% para el año 2020.

Las medidas contempladas en el PNIEC tienen el objetivo de alcanzar en 2030:

- 42% renovable sobre uso de energía
- 74% renovable en generación de energía
- 21% reducción de gases de efecto invernadero respecto a 1990

A la vista de los objetivos definidos en el PNIEC 2021-2030 y teniendo en cuenta el largo periodo de maduración de los proyectos de tecnologías renovables, así como la reducción de los costes experimentada por la tecnología fotovoltaica, en junio de 2020 se publica el Real Decreto-Ley 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica, buscando dar respuesta a la urgente necesidad de establecer nuevos mecanismos de impulso que permitan dotar a las

instalaciones renovables de un marco retributivo predecible y estable, de forma, que se favorezca su desarrollo.

En definitiva, la construcción de esta Planta se justifica por la necesidad de conseguir los objetivos y logros propios de una política energética medioambiental sostenible. Estos objetivos se apoyan en los siguientes principios fundamentales:

- Reducir la dependencia energética.
- Aprovechar los recursos en energías renovables.
- Diversificar las fuentes de suministro incorporando los menos contaminantes.
- Reducir las tasas de emisión de gases de efecto invernadero.
- Facilitar el cumplimiento del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2021-2030 (PNIEC).

Durante los últimos años, en el campo de la actividad fotovoltaica, las instalaciones de conexión a la red eléctrica constituyen la aplicación que mayor expansión ha experimentado. El impulso de la energía fotovoltaica en España es, desde hace un tiempo, notable. Los últimos datos proporcionados por el Operador del Sistema, Red Eléctrica de España (REE), así lo corroboran: en 2019 se instalaron en España 3.975 MW de nueva potencia fotovoltaica, lo que supone un incremento del 3000 % con respecto a los 135 MW instalados en 2018. Cabe destacar también que las subastas de energía renovable abiertas el año 2017 han tenido gran importancia en el crecimiento exponencial del sector fotovoltaico.

En este contexto, con fecha 27 de junio de 2022 en la Caja General de Depósitos del Departamento de Economía y Hacienda del País Vasco el Seguro de Caución con número de registro 20223000671 para el acceso del proyecto “Solaria Zierbena Solar 17”, a desarrollar en la provincia de Álava.

Que con fecha 1 de julio de 2022 se obtuvo la adecuada constitución de la garantía, por parte de la Delegación Territorial de Administración Industrial de Álava del Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente del Gobierno Vasco.

Con fecha 11 de septiembre de 2023 dicha instalación obtuvo el Permiso de Acceso y Conexión por parte de Red Eléctrica de España en la subestación Zierbena 400 kV.

Con fecha 4 de enero de 2024 se depositó en la Caja General de Depósitos del Departamento de Economía y Hacienda del País Vasco el Seguro de Caución con número de registro 20243300020, correspondiente al proyecto de generación solar fotovoltaica “Solaria Zierbena Solar 17”, a desarrollar por la mercantil SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. que a partir de dicho momento ejercerá como promotora del proyecto.

Con fecha 23 de febrero de 2024 se obtuvo el certificado de admisión a trámite de la solicitud de autorización administrativa previa para el parque solar fotovoltaico “Solaria Zierbena Solar 17”, de 50 MW de potencia instalada, y su infraestructura de evacuación, en la provincia de Álava, con el número de expediente 01-GE-Y-2024-00028.

# 3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DEL PROYECTO

A continuación, se resumen las características principales de la planta solar fotovoltaica:

| CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA PLANTA | | |
|---|---|---|
| | ANTEPROYECTO | PROYECTO EJECUCIÓN |
| DENOMINACIÓN | **PLANTA FOTOVOLTAICA ZIERBENA SOLAR 17** | |
| PROMOTOR | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | |
| EMPLAZAMIENTO | **Coordenadas U.T.M. (X): 511.749**<br>**Coordenadas U.T.M. (Y): 4.729.513** | **Coordenadas U.T.M. (X): 511.015**<br>**Coordenadas U.T.M. (Y): 4.729.613** |
| Localidad | Término Municipal Armiñon | Término Municipal Armiñón |
| Provincia | Álava | Álava |
| Tipo de instalación | FOTOVOLTAICA | |
| MÓDULO FOTOVOLTAICO | | |
| Fabricante y modelo | Jinko JKM580N-72HL4—V o similar | VERTEX N-TSM-NEG19RC.20 o similar |
| Potencia panel media (Wp) | 580 | 620 |
| Número total de paneles | 103.432 | 91.644 |
| Potencia Pico total (kWp) | 59.990,56 | 56.819 |
| Nº de módulos por string | 28 | 28 |
| ESTURUCTURA DE SOPORTE DE MÓDULOS | | |
| Estructura | Seguidor | Tipo Fija |
| Tipo de estructura | 1V56 | 2V14 |
| Nº de módulos FV por estructura | 56 | 28 |
| Nº de estructuras | 1.847 | 3.273 |
| Pitch | 8 m | 6 m |
| INVERSORES | | |
| Fabricante y modelo | Power Electronics FS2935K o similar | Power Electronics FS2935K o similar |
| Potencia nominal/inversor(kVA)a 25ºC | 2.935 | 2.935 |
| Potencia nominal/inversor(kVA)a 45ºC | 2.935 | 2.935 |
| Potencia nominal/inversor(kVA)a 35ºC | 2.830 | 2.830 |
| Potencia nominal/inversor(kVA)a 50ºC | 2.725 | 2.725 |
| Número de inversores | 17 | 17 |
| Potencia nominal total | 49.895 | 49.895 |
| Ratio DC/AC de la instalación | 1,20 | 1,14 |
| CENTROS DE TRANSFORMACIÓN | | |
| Tipo | 8 Twin Skid y 1 MV Skid | 8 Twin Skid y 1 MV Skid |
| Potencia unitaria / relación / tipo | 5,87 MVA (8) y 2,935 MVA (1)<br>0,615/30 kV | 5,87 MVA (6) y 2,935 MVA (5)<br>0,615/30 kV |
| Potencia instalada en transformadores (MVA) | 49,895 | 49,895 |
| Número de centros de transformación | 9 | 11 |
| LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE MT 30KV | | |
| Tipo de montaje | Directamente enterradas bajo zanja | |
| Tipo de conductor | Al XLPE 18/30 kV | |
| Número de circuitos | 4 | 9 |
| LONGITUDES Y ÁREAS | | |
| Superficie de vallado (Ha) | 177,0 | 52,78 |
| Longitud de vallado (m) | 28.491 | 12.319 |

** Sujeta a posibles modificaciones dependiendo del avance de la tecnología, nunca superiores a las limitaciones establecidas en la legislación vigente*

## 3.1 POTENCIA PLANTA FOTOVOLTAICA

La Planta Solar Fotovoltaica Solaria Zierbena Solar 17 tiene, según su permiso de acceso y conexión, autorizada una potencia de la instalación de 50 MW y una capacidad de acceso de 50,00 MW.

El Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica, se modifica la definición de potencia instalada a la siguiente:

«En el caso de instalaciones fotovoltaicas, la potencia instalada será la menor de entre las dos siguientes:

a) la suma de las potencias máximas unitarias de los módulos fotovoltaicos que configuran dicha instalación, medidas en condiciones estándar según la norma UNE correspondiente.
b) la potencia máxima del inversor o, en su caso, la suma de las potencias de los inversores que configuran dicha instalación.»

Atendiendo a este nuevo criterio, la planta solar fotovoltaica se diseñará para generar las potencias indicadas en la siguiente tabla. Asimismo, se indica la capacidad de acceso y conexión solicitada en el nudo mencionado anteriormente.

En este caso, la instalación fotovoltaica se compone de un total de 91.644 módulos fotovoltaicos con una potencia unitaria de 620 Wp, obteniéndose una potencia total de 56,819 MWp instalada.

Por otro lado, el número de inversores instalados asciende a 17 inversores de la marca PowerElectronics (modelo FS2935K o similar). Este inversor tiene las siguientes potencias taradas:

- A una temperatura de 25°C, la potencia aparente es 2.935 kVA
- A una temperatura de 45°C, la potencia aparente es 2.935 kVA
- A una temperatura de 50°C, la potencia aparente es 2.725 kVA

Se puede comprobar que para una temperatura entre 30 y 45ºC, la potencia que suministra el inversor es constante e igual a 2.935 kVA.

La temperatura ambiente de diseño de la Planta Fotovoltaica es 35ºC. Este valor de temperatura está basado en el análisis de los datos climatológicos del emplazamiento de los últimos 25 años.

Como puede verse en los datos de la potencia de los inversores en función de la temperatura ambiente, la potencia en inversores de la planta es 17*2,935 = 49,895 MW (factor de potencia = 1). Esta potencia en inversores es válida para temperatura ambiente inferior a 45ºC ya que, según los datos meteorológicos, es la temperatura esperada en el emplazamiento.

| POTENCIA TOTAL EN MÓDULOS | POTENCIA INSTALADA TOTAL (SALIDA DE LOS INVERSORES) | CAPACIDAD DE ACCESO A RED SOLICITADA |
|---|---|---|
| 56,819 MWp | 49,895 MW | 50,000 MW |

# 4 TITULAR

A continuación, se resumen los datos principales del titular y a la vez promotor del Proyecto:

- Sociedad: SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L.
- CIF: B-72752959
- Domicilio social: C/ Albert Einstein, 46, Edificio 7. 01510 Vitoria-Gasteiz (Araba/Álava)

# 5 DOCUMENTOS QUE INTEGRAN EL PROYECTO

El proyecto está dividido en diferentes apartados en función del tipo de instalaciones que se proyectan y el tipo de documento que se integra. A continuación, se muestra la estructura de este:

- *Memoria Descriptiva*
  - *Fichas técnicas de equipos*
  - *Relación de bienes y derechos afectados*
  - *Cumplimiento de protección contra incendios*
  - *Estudio de emisiones acústicas*
- Cálculos
  - *Cálculos energéticos*
  - *Cálculos eléctricos*
  - *Cálculo de movimiento de tierras*
- *Planos*
- *Pliego de condiciones*
- *Presupuesto*
- *Estudios de entidad propia:*
  - *Estudio Seguridad y Salud*
  - *Gestión de Residuos*

# 6 REGLAMENTACIÓN Y DISPOSICIONES OFICIALES

Tanto en la redacción del presente proyecto como durante la ejecución de las obras descritas se tendrán en cuenta las siguientes disposiciones y reglamentaciones:

**NORMATIVA TÉCNICA:**

- DECRETO 48/2020, de 31 de marzo, por el que se regulan los procedimientos de autorización administrativa de las instalaciones de producción, transporte y distribución de energía eléctrica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico (BOE nº 310, de 27 de diciembre, de 2013).
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE nº 176, de 23/7/92).
- Ley 17/2007, de 4 de Julio, por la que se modifica la Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico, para adaptarla a los dispuesto en la Directiva 2003/54/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de junio de 2003, sobre normas comunes para el mercado interior de la electricidad (BOE 05/07/07).
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica (BOE núm. 310, de 27 de diciembre de 2000; con corrección de errores en BOE núm. 62, de 13 de marzo de 2001).
- Real Decreto 337/2014 Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Orden de 5 de septiembre de 1985 para la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5000 Kva y centrales de autogeneración eléctrica (BOE nº 219, de 12/09/1985).
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (BOE 68, 19-03-2008).
- Real Decreto 337/2.014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23 (BOE 09.06.14).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- IEC 60364:2011: Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- ITC RAT: Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento de alta Tensión.
- ITC-BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.

**NORMATIVA MEDIOAMBIENTAL:**

- Resolución 72/2022, de 3 de agosto, del Director de la Secretaría del Gobierno y de Relaciones con el Parlamento, por la que se dispone la publicación del Acuerdo por el que se exceptúa de los procedimientos de evaluación de impacto ambiental de determinados proyectos de generación de energía, como medida urgente en el marco del Plan Nacional de respuesta a las consecuencias económicas y sociales de la guerra en Ucrania.
- Ley 10/2021, de 9 de diciembre, de Administración Ambiental de Euskadi.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental
- Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.

**NORMATIVA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES:**

- Ley 31/1.995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, corrección de errores y modificaciones posteriores.

- Orden de 9 de marzo de 1.971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- Estatuto de los Trabajadores.
- Ley General de la Seguridad Social.
- R. D. 1627/1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R. D. 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 614/2.001, de 8 de junio, sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

**NORMATIVA URBANÍSTICA:**

- Normas Subsidiarias del Excmo. Ayuntamiento de Armiñón.
- Ley 2/2006, de 30 de junio, de Suelo y Urbanismo.

- Decreto 105/2008, de 3 de junio, de medidas urgentes en desarrollo de la Ley 2/2006, de 30 de junio, de Suelo y Urbanismo.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Real Decreto 1.093/1.997, de 4 de julio, por el que se aprueban las normas complementarias al Reglamento para la ejecución de la Ley Hipotecaria sobre inscripción en el Registro de la Propiedad de actos de naturaleza urbanística.
- Real Decreto 2.159/1.978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Planeamiento para desarrollo de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
- Real Decreto 3.288/1.978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Gestión Urbanística.

**NORMATIVA GESTIÓN DE RESIDUOS:**

*Normativa Europea:*

- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- DIRECTIVA (1UE) 2018/851 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.

*Normativa España:*

- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- ORDEN APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.

- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Plan Nacional de residuos de la construcción y demolición (PNRCD) 2008-2011.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero.

*Normativa País Vasco:*

- Decreto 49/2009, de 24 de febrero, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero y la ejecución de los rellenos.

**LEGISLACIÓN INTERNACIONAL**

- IEC 60228: International Standard of the International Electrotechnical Commission for insulated cable conductors.
- IEC 60502-1: International Standard of the International Electrotechnical Commission for cables rated at 1 Kv (Umax = 1.2 Kv) and 3 Kv (Umax = 3.6 Kv).
- IEC 60304: International Standard of the International Electrotechnical Commission for standard insulation colors for cables and low frequency networks.
- IEC 60216: International Standard of the International Electrotechnical Commission – Materials for Electrical Insulation – Thermal Properties and Durability
- IEC 60229: International Standard of the International Electrotechnical Commission for tests of exterior coverings with a special protection function and that are applied by extrusion.
- IEC 60230: International Standard of the International Electrotechnical Commission for impulse testing on cables and their accessories
- IEC 60811: International Standard of the International Electrotechnical Commission for Common test methods for insulation materials and electrical cable coverage
- IEEE 48: Standard of the Institute of Electrical and Electronics Engineers for terminals of medium and high voltage cables

# 7 EMPLAZAMIENTO

## 7.1 LOCALIZACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LUGAR DE UBICACIÓN DEL PROYECTO

El Proyecto se sitúa en el término municipal de Armiñón, en la provincia de Álava, según el mapa del Instituto Geográfico Nacional a escala 1:25.000.

Las coordenadas UTM ETRS89-30N del proyecto son las siguientes:

**E:** 511.015
**N:** 4.729.613

La subestación del proyecto se sitúa en el noreste de la planta, tal y como puede observarse en la siguiente imagen:

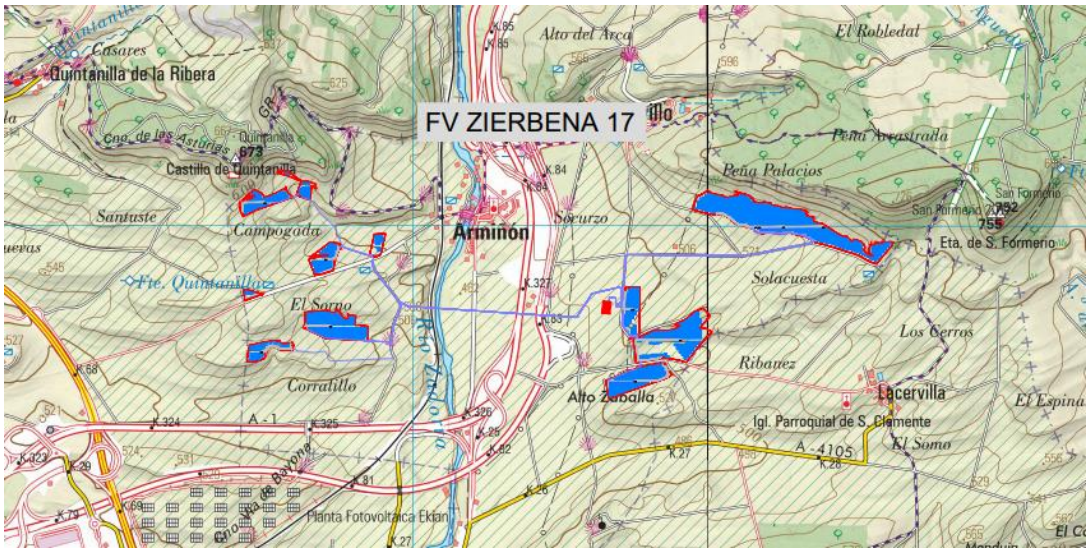



*Imagen 1. Plano de situación de la planta FV*

El emplazamiento exacto de la instalación queda reflejado en el plano “Situación y emplazamiento” del “Anexo: Planos”, que se adjunta con este proyecto.

## 7.2 ÁREA VALLADA

El área vallada destinada al proyecto se subdivide en 11 islas. Estas islas y sus coordenadas se encuentran detalladas en el plano: ZB17-SOL-FV-GN-DWG-0006.

## 7.3 POLÍGONOS Y PARCELAS DE CATASTRO AFECTADAS

El uso del suelo es propicio para el emplazamiento de todas las instalaciones ya que permite el uso excepcional del suelo para la producción, transporte, transformación, distribución y suministro de energía.

No se creará núcleo urbano y las carreteras aledañas soportarán el tránsito de vehículos tanto en fase de construcción como en explotación.

Esta implantación también producirá un impacto positivo en la comarca desde el punto de vista económico debido a los gastos asociados en modo de impuestos a la actividad y generación de ciertos trabajos de mantenimiento y vigilancia.

La información correspondiente a las parcelas afectadas se exponen en el plano: ZB17-SOL-FV-GN-DWG-0003.

## 7.4 ACCESOS

El Parque Solar Fotovoltaico cuenta con 11 accesos diferentes en diversos puntos del recinto. Las ubicaciones se encuentran reflejadas en el plano ZB17-SOL-FV-GN-DWG-0002

# 8 DESCRIPCIÓN DE LAS AFECCIONES

## 8.1 LINDEROS

A la hora de realizar el layout de la planta fotovoltaica se ha respetado una distancia mínima de linderos a vallado de 5 metros y de 10 metros a estructuras, de tal forma que se asegura el cumplimiento del Plan General de Ordenación Urbana de Vitoria-Gasteiz, correspondiente a linderos.

En el plano de afecciones se puede observar la franja de afección considerada en la planta correspondiente a linderos.

## 8.2 CAMINOS

Según la Norma Foral 6/1995, de 13 de febrero, para el uso, conservación y vigilancia de caminos rurales del territorio histórico de Álava, en su Capítulo III limitaciones de la propiedad de los caminos rurales inscritos en el registro de caminos, se establece que:

- Son de dominio público los terrenos ocupados por los caminos y sus elementos funcionales entre las dos aristas exteriores de la cuneta, terraplén o desmonte.
- La zona de servidumbre de los caminos rurales consistirá en dos franjas de terreno a ambos lados de estos delimitadas interiormente por la zona de dominio público y exteriormente por dos líneas de puntos equidistantes a las aristas exteriores de la explanación a una distancia de 1,5 metros.
- A ambos lados de los caminos rurales se establece la línea límite de edificación, desde la cual hasta el camino queda prohibido cualquier tipo de construcción, reconstrucción o ampliación, a excepción de las que resultaren imprescindibles para la conservación y mantenimiento de las construcciones existentes. La línea límite de edificación se sitúa a 8 metros de la arista exterior de la zona de dominio público medida en horizontal y perpendicularmente al eje del camino a partir de la mencionada arista.
- La zona de afección de un camino consistirá en dos franjas de terreno a ambos lados de este, delimitadas interiormente por la zona de servidumbre y exteriormente por dos líneas de puntos equidistantes a las aristas exteriores de la explanación a una distancia de 6 metros desde las citadas aristas.

De esta manera, en todo momento se respetarán los 8 metros del límite de la zona de servidumbre hasta estructuras y los 1,5 metros del límite de zona de servidumbre a vallado, cumpliendo así con la normativa. Además, tal y como se puede observar en el plano de afecciones correspondiente, existirán varios cruzamientos y paralelismos de zanjas de media tensión y de evacuación con los caminos públicos. En el plano de afecciones se puede observar lo mencionado.

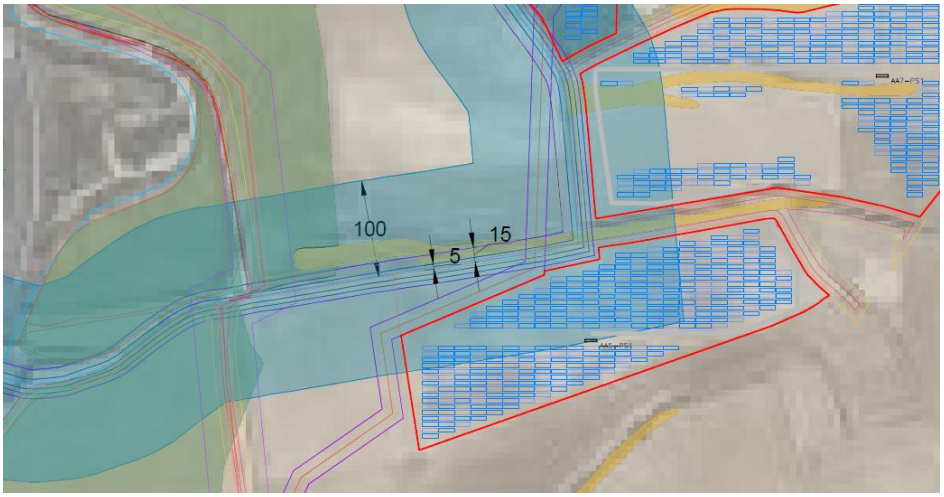
## 8.3 ARROYOS

En este apartado se seguirá el Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas. Se presta especial atención al Capítulo II "De los cauces, riberas y márgenes":

- Artículo 6. Definición de riberas. Donde se especifica que: "*Se entiende por riberas las fajas laterales de los cauces públicos situadas por encima del nivel de aguas bajas, y por márgenes los terrenos que lindan con los cauces. Las márgenes están sujetas, en toda su extensión longitudinal:*
  - *a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura, para uso público que se regulará reglamentariamente.*
  - *b) A una zona de policía de 100 metros de anchura en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que se desarrollen*.

Para cumplir con la normativa vigente, la planta se construirá respetando las distancias de la zona de servidumbre de 5 metros a vallado. También se ha trazado la zona de policía de 100 metros a cada lado del cauce donde hay parte de las estructuras y del vallado de la planta que se encuentra dentro de esta zona.

En el plano de afecciones se puede observar la franja de afección con las distancias descritas acotadas. Más adelante, se muestra una imagen de un detalle del plano correspondiente, en el que las líneas de color azul claro indican la zona de servidumbre y el sombreado de color azul oscuro la zona de policía. Los perfiles tipo de los cruzamientos de zanjas con los arroyos vienen indicados en detalle en el plano de afecciones correspondiente.

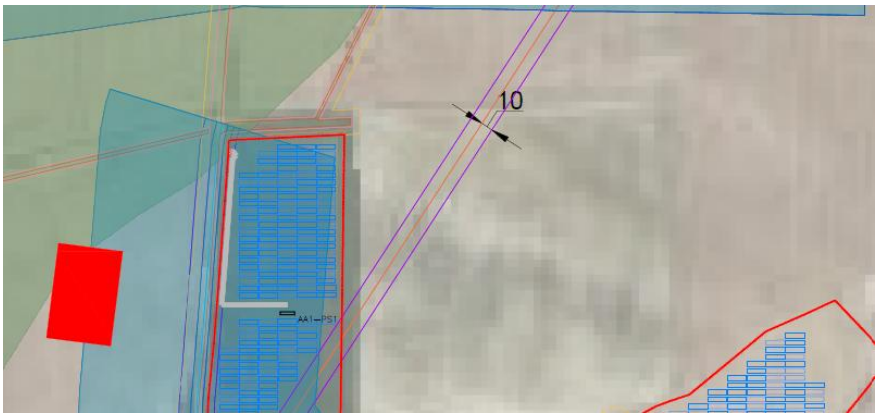


## 8.4 GASODUCTO

Existe un gasoducto, propiedad de Enagás, cuyo recorrido pasa a través del vallado de la planta solar fotovoltaica, por lo que habrá que retranquearse una distancia mínima. En ese sentido, se seguirá lo establecido en el Real Decreto 1434/2002, de 27 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro de productos refinados, como gasolina, diésel...

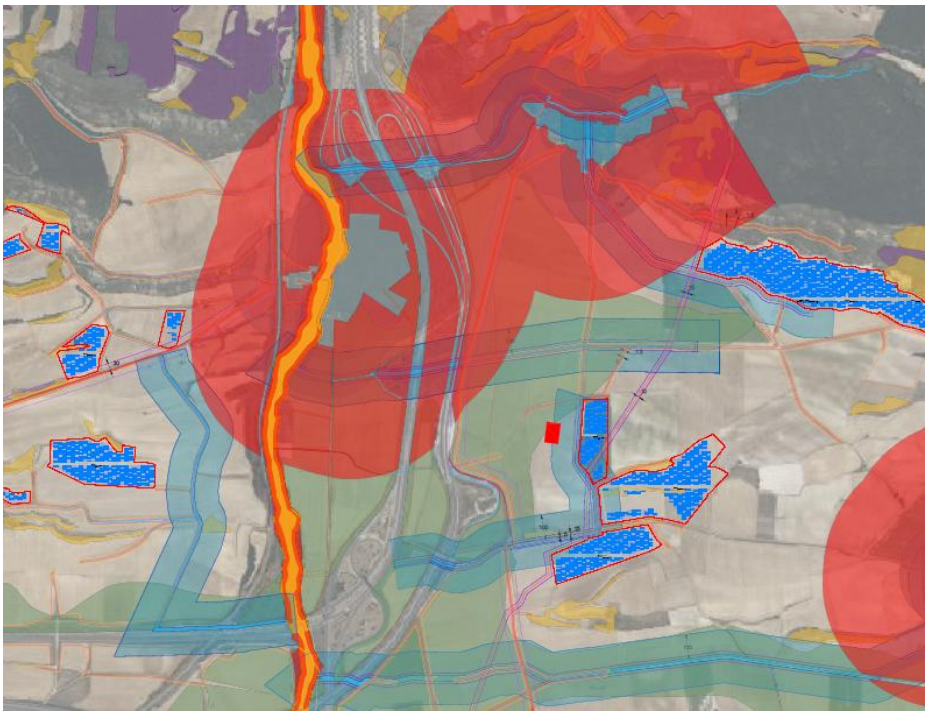
Por ello, las estructuras se mantendrán al menos a una distancia de 10 metros del gasoducto para cumplir con la normativa.

En el plano de afecciones se puede observar la franja de afección considerada en la planta correspondiente al gasoducto, y en la siguiente imagen se muestra un detalle del plano mencionado.




## 8.5 NUCLEO URBANO

En el entorno de la planta solar fotovoltaica se encuentran varios núcleos considerados urbanos, pertenecientes a la provincia de Álava. En ese sentido, a la hora de llevar a cabo la implantación de la planta solar fotovoltaica, se ha evitado en la medida de lo posible situar cualquier instalación de la planta dentro de estos núcleos, de tal manera que se garantiza el menor perjuicio posible a estas zonas. También se ha tenido presente el Artículo 13 del Decreto Ley 2/2022, de 23 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes para la agilización de la gestión de los fondos europeos y el impulso de la actividad económica, que establece una distancia mínima para la implantación de instalaciones renovables fotovoltaicas de 500 metros de cualquier núcleo urbano.



## 8.6 CAMINO DE SANTIAGO

En las proximidades de la planta fotovoltaica se encuentra próxima a un camino que pertenece a una de las rutas del Camino de Santiago. Por ello, el vallado se mantendrá una servidumbre de 3 metros del camino y a una distancia de 30 metros hasta la implantación de las estructuras.

En el plano de afecciones se puede observar la franja de afección considerada en la planta correspondiente al Camino de Santiago , y en la siguiente imagen se muestra un detalle del plano mencionado.



# 9 CONDICIONES AMBIENTALES Y METEOROLÓGICAS

En la siguiente tabla se muestran las condiciones ambientales y meteorológicas consideradas para el Proyecto.

*Tabla 1. Datos meteorológicos*

**Balances and main results**

| | GlobHor kWh/m² | DiffHor kWh/m² | T_Amb °C | GlobInc kWh/m² | GlobEff kWh/m² | EArray kWh | E_Grid kWh | PR ratio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| January | 50.4 | 26.20 | 7.24 | 71.4 | 64.7 | 3927253 | 3668207 | 0.861 |
| February | 64.3 | 30.79 | 5.54 | 84.9 | 80.1 | 4864632 | 4571357 | 0.903 |
| March | 117.6 | 50.40 | 8.71 | 139.3 | 134.3 | 8050514 | 7603272 | 0.915 |
| April | 139.6 | 64.85 | 10.63 | 150.6 | 144.9 | 8676763 | 8208174 | 0.913 |
| May | 170.6 | 74.39 | 14.54 | 172.6 | 166.1 | 9701686 | 9191332 | 0.892 |
| June | 188.0 | 77.13 | 17.01 | 185.9 | 179.1 | 10457016 | 9910738 | 0.893 |
| July | 204.5 | 76.93 | 18.00 | 205.0 | 197.9 | 11504776 | 10903380 | 0.891 |
| August | 178.7 | 68.63 | 19.65 | 189.4 | 183.0 | 10572304 | 10010600 | 0.896 |
| September | 130.1 | 53.21 | 16.73 | 149.0 | 143.7 | 8431979 | 7972661 | 0.897 |
| October | 88.9 | 41.51 | 13.65 | 110.8 | 106.0 | 6323949 | 5962551 | 0.902 |
| November | 50.7 | 28.63 | 7.89 | 68.9 | 62.8 | 3828703 | 3578880 | 0.871 |
| December | 40.8 | 23.25 | 7.11 | 58.5 | 50.9 | 3097857 | 2871784 | 0.822 |
| Year | 1424.2 | 615.93 | 12.27 | 1586.1 | 1513.5 | 89437431 | 84452937 | 0.892 |

# 10 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO, SUS ELEMENTOS Y CRITERIOS DE DISEÑO

## 10.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

El Proyecto consiste en una planta solar fotovoltaica de generación, que mediante el efecto fotovoltaico que se produce en el módulo fotovoltaico al incidir la radiación solar sobre él, se produce una corriente continua.

Los módulos fotovoltaicos que están colocados sobre una estructura están eléctricamente conectados en series entre sí (conocidos como strings), y posteriormente estas series (o strings) se conectan en paralelo en las cajas de nivel 1 (también conocidas como cajas de strings o string combiner box y por sus siglas en inglés SCB).

Desde las cajas de nivel 1 se llevan los circuitos de BT de CC hasta la entregada de CC el inversor, en el que a través de electrónica de potencia se convierte la CC en CA. La salida en CA del inversor está eléctricamente conectada con el transformador elevador del centro de transformación para elevar la tensión de salida del inversor hasta el nivel de MT en AC de la planta.

El centro de transformación se completa con las celdas necesarias para disponer de las protecciones necesarias para evacuar la energía en condiciones de seguridad del centro de transformación hasta la subestación de la planta.

Además de los componentes principales, la planta contará con una serie de componentes estándar (sistema de monitorización, sistema de seguridad, sistema anti-incendios, etc.) que serán definidos en una fase posterior del proyecto.

La instalación posee elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general manual que permite aislar eléctricamente la instalación fotovoltaica del resto de la red eléctrica. De cualquier modo, las características principales de los equipos, cableado y protecciones se especificarán a lo largo del presente documento.

La instalación incorpora todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de la persona, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

La potencia de diseño de la instalación será la marcada por la suma de las potencias de salida de los inversores que componen la planta.

Puesto que se trata de una instalación conectada a red, y el objetivo final de la planta es vender la energía eléctrica generada, se dispondrá de los equipos de medida de energía necesarios con el fin de medir, tanto mediante visualización directa, como a través de la conexión vía módem que se habilite, la energía producida.

## 10.2 IMPLANTACIÓN DEL PROYECTO

La siguiente imagen muestra la implantación del Proyecto, con sus diferentes elementos.

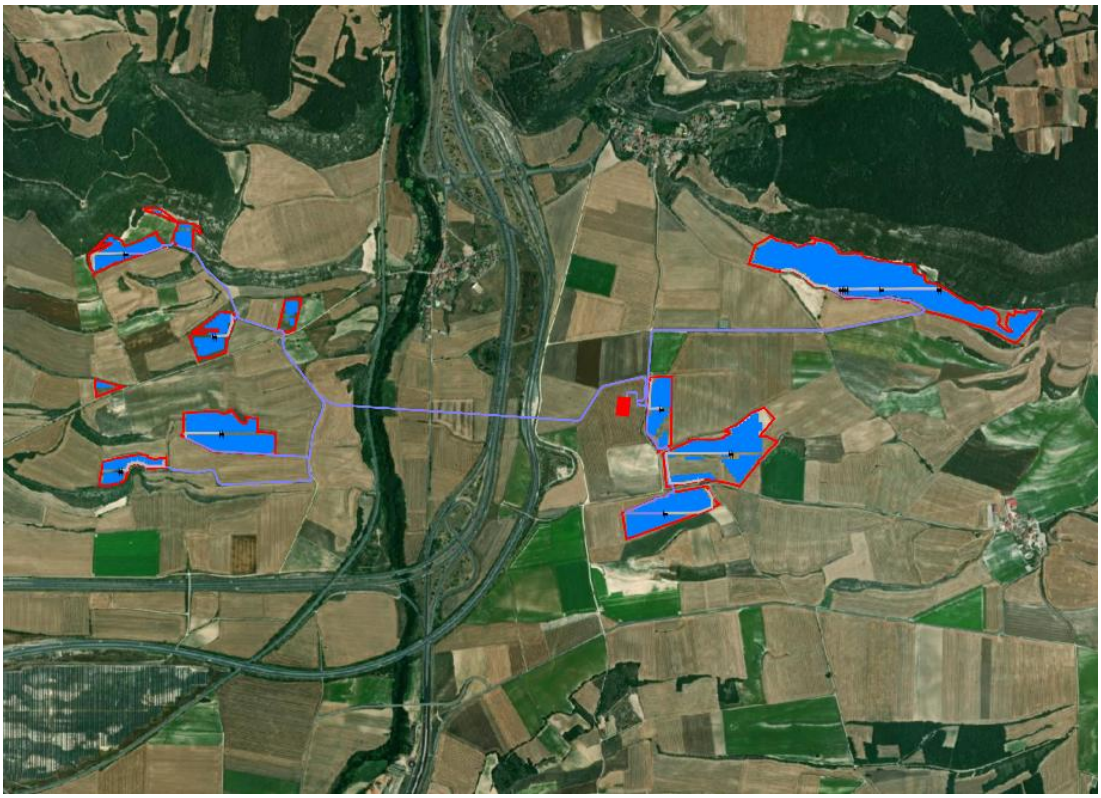


*Imagen 2. Layout planta FV*

## 10.3 GENERADOR FOTOVOLTAICO (MÓDULO FOTOVOLTAICO)

Para este proyecto se han seleccionado módulos fotovoltaicos de silicio, que con componentes sobradamente probados e instalados en numerosas instalaciones de generación a lo largo del mundo.

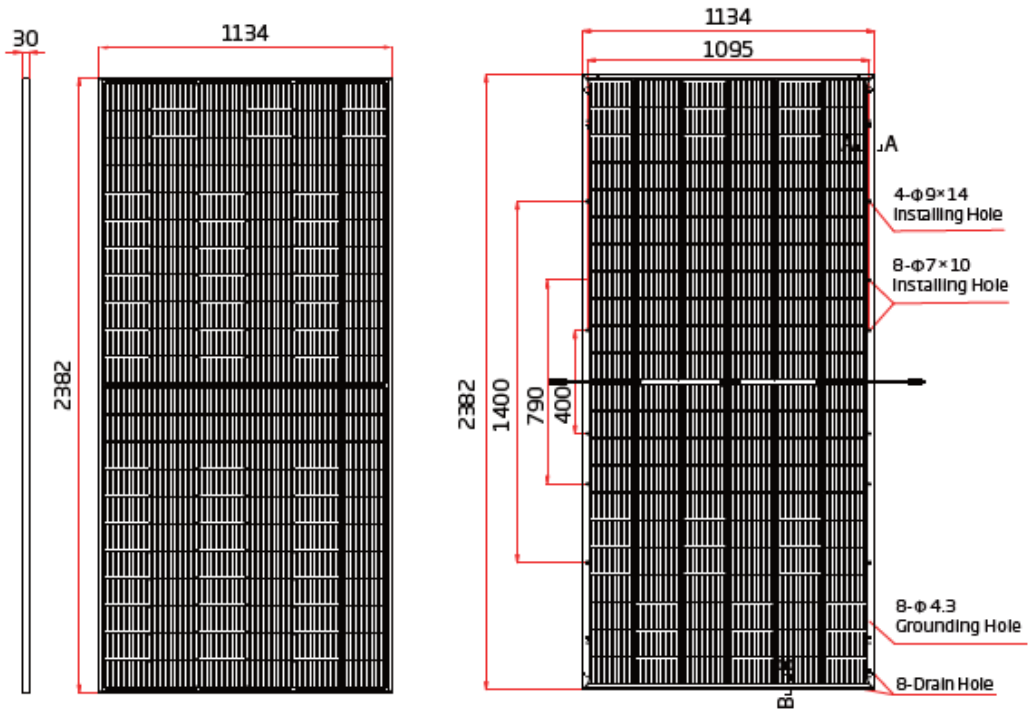



*Imagen 3. Módulo FV 620 Wp*

El fabricante del módulo será Trina Solar o similar, y tendrá las siguientes características:

*Tabla 2. Características técnicas principales del módulo fotovoltaico en condiciones STC*

| Datos eléctricos (en condiciones stándard STC) | |
|---|---|
| Potencia máxima, Wp | 620 |
| Tolerancia de potencia nominal (Wp) | 0~+5% |
| Tensión en el punto Pmáx-Vmp (V) | 41,40 V |
| Corriente en el punto Pmáx-Imp (A) | 14,99 A |
| Tensión en circuito abierto-Voc (V) | 49,60 V |
| Corriente de cortocircuito-Isc (A) | 14,91 A |
| Eficiencia del módulo ηm (%) | 23 |
| Dimensiones (mm) | 2382×1134×30 mm |

La potencia pico (potencia nominal de los módulos fotovoltaicos) está sobredimensionada respecto a la potencia nominal de los inversores con el fin de minimizar pérdidas y mejorar el punto de trabajo del inversor.

La elección del factor de dimensionado viene determinada, principalmente, por las características de irradiancia y temperatura de la ubicación, la disposición de los módulos sobre las estructuras considerando las afecciones y el parcelario, las características de los equipos empleados y la retribución por la generación de energía.

También se consideran las posibles pérdidas de energía que puedan aparecer en el tramo comprendido entre el generador fotovoltaico y el inversor (temperatura de operación, sombreados parciales, suciedad de los módulos, dispersión de parámetros, efecto Joule en el cableado de CC.

### *10.3.1 NÚMERO MÓDULOS EN SERIE Y PARALELO*

El número máximo de módulos conectados en serie viene limitado por la tensión máxima de entrada DC al inversor que no debe superar los 1.500 Vdc. Ésta se corresponde con la tensión de circuito abierto del generador FV cuando la temperatura del módulo es mínima, esto es, en condiciones de baja irradiancia y mínima temperatura ambiente.

En cambio, el número mínimo de módulos por serie está limitado por la tensión mínima DC de entrada al inversor en la que sigue la máxima potencia. El valor mínimo de la tensión de entrada al inversor debe ser menor o igual que la tensión de máxima potencia mínima del generador fotovoltaico; que corresponde cuando la temperatura ambiente es relativamente elevada y la irradiancia es relativamente baja.

El número máximo de ramales en paralelo está condicionado por la máxima corriente de entrada admisible en la entrada CC del inversor.

## 10.4 CABLEADO SOLAR EN CORRIENTE CONTINUA

Los módulos fotovoltaicos se conectarán eléctricamente a través del cableado solar en serie respetando la polaridad y el número máximo de módulos en una misma serie, según los valores del apartado 3 del presente documento.

En cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) los cables deben ser 0,6/1 kV (Uo = 1,8 kV) conductor de cobre de un solo núcleo, flexible, no propagación de llama y libre de halógenos, resistente a la absorción de agua, rayos ultravioletas, agentes químicos, grasas y aceites, la abrasión y los impactos. Además, los cables de CC se deben fabricar como cable flexible de Clase 5 con protección solar UV especial (ZZ-F). Estos cables irán fijados a la estructura del seguidor y bajo tubo en zanja hasta llegar a la caja de nivel 1.

Los componentes eléctricos de BT deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del inversor solar y del equipo de CC (1.500 Vdc). La sección del cableado será de 4mm² y de 10 mm² Cu.

## 10.5 CAJAS DE NIVEL 1

La caja de nivel 1 (también conocida como caja de string o string combiner box, por sus siglas en inglés SCB), es el equipo que permite realizar las conexiones en paralelo de los cables solares procedentes de los módulos. Las cajas de nivel 1 serán de Clase II.

Con objeto de economizar y facilitar la instalación, varias strings se conectarán en paralelo mediante dichas cajas de strings, convergiendo en un único circuito.

Las cajas de string contarán al menos un fusible en uno de los polos positivo o negativo. Las cajas contarán con descargadores de sobretensión de clase II y un seccionador a la salida.

Las cajas estarán provistas de un sistema de monitorización de corriente de string, que detectará faltas y enviará señales de alarma.

Se ubicarán en el exterior, a lo largo del campo solar, en lugares accesibles de forma que se optimice las tiradas de cableado solar y cableado DC y, a su vez, se faciliten las tareas de montaje y mantenimiento.

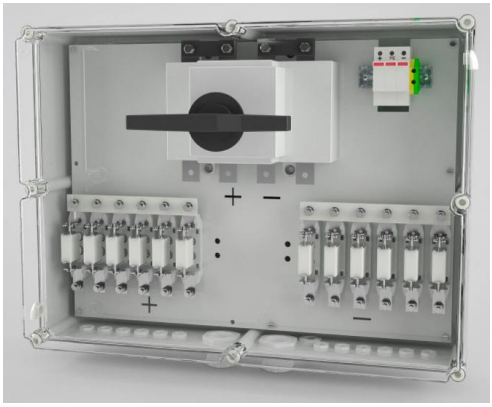


*Imagen 4. Ejemplo de caja de nivel 1*

## 10.6 CABLEADO DE BT EN CC

Los cables de baja tensión (BT) CC entre strings y hasta inversores han sido diseñados con una caída de voltaje máxima de 1,5% en las condiciones (STC) de 25ºC, 1000 w/m² y un índice de masa de aire de 1.5AM. En cumplimiento del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) los cables de BT en CC entre las cajas de nivel 1 y los inversores son de aluminio,

aislamiento XLPE y cubierta tipo PVC (Uo = 1,8 kV). Las secciones tipo a considerar para el cable enterrado serán de 240/400/630 $mm^2$ e irán directamente enterrados en zanjas.

Los componentes eléctricos de BT en CC deberán ser capaces de soportar la tensión máxima de funcionamiento del equipo de CC que es de 1.500 Vdc y que coincide con la tensión de entrada máxima del inversor.

## 10.7 ESTRUCTURA SOPORTE DE MÓDULOS: TIPO FIJA

Los módulos fotovoltaicos se instalarán sobre estructuras fijas con ángulo de inclinación óptimo para alcanzar la máxima radiación solar.

La estructura donde se sitúan los módulos está fijada al terreno y constituida por diferentes perfiles y soportes según planos de detalle.



*Imagen 1. Estructura 2V14*

Los principales elementos de los que se compone la estructura son los siguientes:

- Cimentaciones: perfiles hincados con perforación o sin perforación previa.
- Estructura de sustentación: formada por diferentes tipos de perfiles de acero galvanizado y aluminio.
- Elementos de sujeción y tornillería.
- Elementos de refuerzo.
- Sistema de comunicación interna mediante PLC.

Con el fin de optimizar la superficie disponible, se ha adoptado como solución la implantación de una estructura tipo fija. Las ventajas de este sistema en comparación con un seguidor multifila son un menor mantenimiento de la planta y una mayor flexibilidad de implantación.

La estructura mantendrá las siguientes características:

- La composición mínima (mesa) será de 28 módulos FV (2V14)
- La distancia máxima de la estructura al terreno será menor de 1,4m.

En los planos se puede observar con mayor detalle la estructura utilizada en este proyecto.

Las estructuras fijas para la planta son del fabricante PVH, modelo SolarFix o similar. En total se instalarán 3.273 estructuras. Las principales características de la estructura solar son las indicadas a continuación:

| Características | Estructura |
|---|---|
| Nº módulos por estructura | 28 |
| Longitud de la fila | ~ 16,3 m |
| Paso entre filas (pitch) | 6 m |

La tornillería de la estructura podrá ser de acero galvanizado o inoxidable.

Las piezas de fijación de módulos serán siempre de acero inoxidable. El elemento de fijación garantizará las dilataciones térmicas necesarias, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos. Como elementos de unión entre paneles se emplearán unas pletinas/grapas de fijación metálicas.

La fijación al terreno se realizará siguiendo las recomendaciones establecidas en el estudio geotécnico. Para un terreno medio, la estructura irá fijada mediante el hincado de perfiles directamente al terreno, siempre que sea posible. La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecargas del viento en cualquier dirección.
- Peso propio de la estructura y módulos soportados.
- Sobrecargas de nieve sobre la superficie de los módulos (en el caso que aplique).
- Solicitaciones por sismo según la normativa de aplicación.

Para su correcta instalación se seguirá el manual de instalación del fabricante de la estructura y se respetarán los puntos de parada e inspección para verificar que el montaje se hace siempre dentro de tolerancias.

El montaje de la estructura concluye con la fijación de los módulos fotovoltaicos.

## 10.8 INVERSOR FOTOVOLTAICO

El inversor fotovoltaico es el equipo encargado de la conversión de la corriente continua en baja tensión generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna en baja tensión a la misma frecuencia de la red eléctrica del punto de interconexión.

Los inversores de conexión a red disponen de un sistema de control que permite un funcionamiento completamente automatizado. Debido a la característica de intermitencia y dependencia del recurso solar para variar la tensión e intensidad del módulo, el inversor debe contar con un rango de tensiones de entrada amplio que permita obtener la máxima eficiencia posible en el rango más amplio de funcionamiento.

La potencia de los inversores, así como el factor de potencia se controla y limita mediante los equipos de control de la planta, en concreto a través del sistema de monitorización (SCADA) y del controlador de los inversores (Power Plant Controller o PPC por sus siglas en inglés). Esto permite de forma dinámica reducir el nivel de potencia activa o variar la potencia reactiva para ayudar en la gestión de la red eléctrica en el punto de interconexión.

Se justifica lo siguiente según la Disposición Adicional Primera del RD 1183/2020:

*"Las instalaciones de generación de electricidad cuya potencia total instalada supere la capacidad de acceso otorgada en su permiso de acceso deberán disponer de un sistema de control, coordinado para todos los módulos de generación e instalaciones de almacenamiento que la integren, que impida que la potencia activa que esta pueda inyectar a la red supere dicha capacidad de acceso"*

En la planta solar fotovoltaica la potencia total instalada no supera la capacidad de acceso otorgada en su permiso de acceso de 50,00 MW.

En la salida del inversor al transformador, irá equipado con un interruptor magnetotérmico de capacidad adecuada a la potencia.

El inversor incluye fusibles en la entrada de CC e interruptor automático en la salida CA.



*Foto del Inversor Power Electronics FS2935K*

Los inversores del Proyecto son del fabricante Power Electronics modelo FS2935K o similar. Las principales características son las indicadas en la siguiente tabla:

*Tabla 3. Características eléctricas del inversor*

| **VALORES DE ENTRADA (CC)** | |
|---|---|
| Rango de tensión MPP | 875 – 1.500 V |
| Tensión máxima | 1500 V |
| Corriente máxima | 3.443 A |
| Nº entradas con porta-fusibles | hasta 30 |
| Entradas MPPT independientes | 1 |
| **PROTECCIONES DE ENTRADA** | |
| Protecciones de sobretensión | Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo 2 en AC y tipo 1 y 2 DC, inversor y auxiliares. |
| Protección DC | Fusibles + Seccionador de corte en carga |
| Protección fallo a tierra | Interruptor de detección de fallo a tierra y vigilante de aislamiento |
| **VALORES DE SALIDA (AC)** | |
| Potencia | 2935 kVA@40˚C / 2725kVA @50 ˚C |
| Corriente | 2.756 A |
| Tensión nominal | 615 V |
| Frecuencia nominal | 50 / 60 Hz |
| Coseno Phi | >0,99 |
| Coseno Phi ajustable | 0,5 ajustable |
| THD (Distorsión Armónica Total) | <3% por IEEE519 |
| **PROTECCIONES DE SALIDA** | |
| Protecciones de sobretensión | Descargadores de sobretensiones atmosféricas tipo 2 en AC y tipo 1 y 2 DC, inversor y auxiliares. |
| Protección AC | Interruptor automático |
| **DATOS GENERALES** | |
| Dimensiones (ancho x alto x fondo) | 3.0x2.0x.2.2 m |
| Temperatura de funcionamiento | -25 ºC a +60 °C / >50º Disminución pot. act. |
| Humedad relativa (sin condensación) | 4 - 100% |
| Grado de protección | IP55 |
| Altitud máxima | 2.000 m; > 2.000 m (opcional) |
| Emisión acústica | ≤79 dB (A) a 1 m |

## 10.9 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Los centros de transformación albergan los equipos encargados de elevar la tensión de la energía generada a través de un transformador.

La salida del inversor se conecta al transformador del centro de transformación, que será el encargado de elevar a la tensión hasta el nivel de media tensión de la planta.

Un centro de transformación contiene el transformador de potencia, las celdas de MT y el transformador de Servicios Auxiliares (SSAA).

Todos los centros de trasformación estarán asociados a las celdas de MT necesarias para su protección y distribución de energía en un sistema de 30 kV y cumplirá con lo establecido en la normativa nacional de Instalaciones Eléctricas, la cual establece las especificaciones técnicas que deben cumplir con el fin de garantizar la seguridad tanto en el uso de la energía eléctrica, como de las personas.

### *10.9.1 TRANSFORMADOR DE POTENCIA*

Con el fin de elevar la tensión alterna en la salida del inversor hasta la red de MT, cada dentro de transformación cuenta con un transformador de 0,615/30 kV con bobinado doble BT.

Los transformadores de potencia serán de tres fases, de tipo exterior con regulación en carga (en lado de alta tensión), aislados en baño de aceite y enfriamiento natural/enfriamiento seco encapsulado en resina epoxi. En el caso de transformadores con aislamiento en aceite existirá un cubeto de retención del aceite cuya capacidad será tal que pueda almacenar toda la cantidad de aceite utilizada. Los transformadores serán de baja pérdida eléctrica, especialmente diseñados para instalaciones fotovoltaicas y diseñadas para un funcionamiento continuo a una carga nominal sin exceder los límites de temperatura.

El devanado primario estará marcado permanentemente con U, V y W y el devanado secundario con u, v y w.

### *10.9.2 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN (MT)*

Cada estación transformadora albergará celdas de MT que incorporarán la aparamenta necesaria de maniobra y protección en 30 kV, así como un dispositivo de detección de voltaje que deberá mostrar la presencia o ausencia de voltaje de las tres fases de la red de MT. Este detector proveerá señales independientes de cada fase, evitando el uso de transformadores de tensión.

Se instalarán celdas compactas debido a que, entre otras ventajas, permiten una operación segura y sencilla, tienen pequeñas dimensiones y poco peso, aumentan la protección frente a

condiciones ambientales y accidentes, y generalmente la manipulación e instalación es rápida y sencilla.

En cada centro de transformación habrá 3 celdas: 2 de línea (entrada y salida) con interruptor o seccionador en carga y 1 celda de protección del transformador. Las características constructivas y de diseño de las celdas responden a los siguientes valores nominales:

*Tabla 4. Características celdas media tensión*

| | |
|---|---|
| Tensión nominal | 30 kV |
| Tensión máxima de servicio | 36 kV |
| Tensión de ensayo a frecuencia industrial, 50 Hz | 70 kV |
| Tensión de ensayo a onda de choque tipo rayo | 170 kV |
| Corriente admisible asignada de corta duración 3 s | 25 kA |
| Corriente asignada en servicio continuo del embarrado | 630 A |
| Corriente asignada en servicio continuo de las derivaciones | 200/630 A |
| Frecuencia | 50 Hz |

### *10.9.3 INSTALACIONES SECUNDARIAS: ALUMBRADO Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS*

En los centros de transformación se dispondrá de un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalizará el centro de transformación.

Para los transformadores que contengan más de 50 litros de dieléctrico líquido, se dispondrá de un foso de recogida del líquido con revestimiento resistente y estanco, para el volumen total del líquido dieléctrico del transformador. En dicho depósito se dispondrán de cortafuegos tales como lechos de guijarros, etc.

En aquellas instalaciones con transformadores cuyo dieléctrico sea inflamable o combustible de punto de combustión inferior a 300°C y potencia instalada de cada transformador mayor de 1000 kVA en cualquiera o mayor de 4000 kVA en el conjunto de transformadores, deberá disponerse un sistema fijo de extinción automático adecuado para este tipo de instalaciones.

Si los transformadores utilizan un dieléctrico de punto de combustión igual o superior a 300°C podrán omitirse las anteriores disposiciones, será suficiente con un sistema de recogida de posibles derrames, que impida su salida al exterior, además, deberán preverse que el calor generado no suponga riesgo de incendio para los materiales próximos.

Se colocará como mínimo un extintor de eficacia mínima 89B, en aquellas instalaciones en las que no sea obligatoria la disposición de un sistema fijo. Este extintor deberá colocarse siempre que sea posible en el exterior de la instalación para facilitar su accesibilidad y, en cualquier caso, a una distancia no superior a 15 metros. Si existe un personal itinerante de

mantenimiento con la misión de vigilancia y control de varias instalaciones que no dispongan de personal fijo, este personal itinerante deberá llevar, como mínimo, en sus vehículos dos extintores de eficacia mínima 89B, no siendo preciso en este caso la existencia de extintores en los recintos que estén bajo su vigilancia y control.

## 10.10 CABLEADO EN CORRIENTE ALTERNA DE BAJA TENSIÓN

Los cables de AC de BT se emplearán para conectar la salida en AC del inversor con el transformador, así como para la alimentación de los Servicios Auxiliares de la planta.

En general, los cables serán resistentes a la absorción de agua, el frío, la radiación UV, agentes químicos, grasas o aceites, abrasión e impactos.

El conductor será de Aluminio, dispondrá de aislamiento XLPE o HEPR, pantalla metálica y cubierta exterior de poliolefina.

El cableado en AC de BT entre el inversor y el transformador en caso de centros de transformación integrados, dispone de una conexión diseñada y preparada en fábrica que permite una instalación más rápida y segura al no disponer de elementos en tensión accesibles una vez finalizada la instalación.

## 10.11 CABLEADO EN CORRIENTE ALTERNA DE MEDIA TENSIÓN

La red de media tensión (MT) en corriente alterna (AC) es de 30 kV y conecta los centros de transformación con las celdas en la subestación y con la subestación del proyecto se realizará con cableado de aluminio teniendo en cuenta los criterios de caída de tensión máxima (1%), de intensidad máxima admisible y de cortocircuito; esto es, los cables de media tensión de corriente alterna (AC) de los centros de transformación a la subestación de la planta se han calculado con una caída de tensión media máxima del 1% y consideran los requerimientos del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLAT).

El cable de media tensión será de un solo núcleo de 18/30 kV de aluminio, con capa semiconductora extruida, aislamiento XLPE, pantalla de cinta de cobre y lecho extruido de poliolefina termoplástica. Los cables de media tensión deben cumplir con las normas nacionales e internacionales relacionadas. La sección del cableado será elegida de manera que se cumplan los criterios de caída de tensión máxima, de intensidad máxima admisible y de cortocircuito. Los cables de MT serán enterrados directamente en zanjas y tendrán un aislamiento seco. En los cruces los cables de MT irán enterrados bajo tubo.

## 10.12 INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA

Se dotará a la instalación de una malla de tierra inferior enterrada a 0,80 m de profundidad, que se extenderá hacia el exterior del cerramiento perimetral y que permita reducir las

tensiones de paso y de contacto a niveles admisibles, anulando el peligro de electrocución del personal que transite tanto por el interior como por el exterior de la instalación.

La puesta a tierra de la planta estará formada por una red radial que une todas las masas de la planta con un conductor de tierra enterrado bajo zanja, utilizando para ello cable desnudo de cobre enterrado de sección adecuada. El valor de la resistencia de puesta a tierra se determinará aplicando la legislación de referencia y será función de la resistividad del terreno.

Habrá separación galvánica entre la subestación y la instalación fotovoltaica, es decir, la red de tierra de la subestación y la red de tierra de la instalación fotovoltaica serán independientes y no estarán conectadas entre sí.

Según lo establecido en el apartado 6.1 de la ITC-RAT 13, se conectarán a las tierras de protección todas las partes metálicas no sometidas a tensión normalmente, pero que pueden estarlo como consecuencia de averías, accidentes, sobretensiones por descargas atmosféricas o tensiones inductivas. Por este motivo, se unirán a la malla de tierra:

- Los chasis y bastidores de aparatos de maniobra.
- Los envolventes de los conjuntos de armarios metálicos.
- Las puertas metálicas de los locales.
- Las armaduras metálicas de los cables.
- Las tuberías y conductos metálicos.
- Las carcasas de transformadores
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.
- Pantalla de separación de los circuitos primario y secundario de los transformadores de medida o protección.

Se conectarán directamente a tierra, sin uniones desmontables intermedias, los siguientes elementos, que se consideran puestas a tierra de servicio:

- Los neutros de los transformadores, que lo precisen, en instalaciones o redes con neutro a tierra de forma directa o a través de resistencias o bobinas.
- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida o protección, salvo que existan pantallas metálicas de separación conectadas a tierra entre los circuitos de alta y baja tensión de los transformadores.

Las conexiones previstas se fijarán a la estructura y carcasas del aparellaje mediante tornillos y grapas especiales de aleación de cobre, que permitan no superar la temperatura de 200 ºC en las uniones y que aseguren la permanencia de la unión. Se hará uso de soldaduras aluminotérmicas Cadweld de alto poder de fusión, para las uniones bajo tierra, ya que sus propiedades son altamente resistentes a la corrosión galvánica.

## 10.13 PROTECCIONES

Las protecciones eléctricas en la interconexión entre el sistema fotovoltaico y la red eléctrica aseguran una operación segura, tanto para las personas como para los equipos que intervienen en todo el sistema y deben seguir los requisitos establecidos por la normativa nacional en materia de protecciones eléctricas y la normativa internacional en el caso de que no existieran normas nacionales relacionadas.

Los equipos de la planta estarán provistos de diferentes elementos de protección siendo los más relevantes:

- Dentro de las cajas de string se instalarán varistores entre los terminales positivos y negativos y entre cada uno de ellos y tierra para proteger contra posibles sobretensiones inducidas por descargas atmosféricas.
- Los conductores de CC del campo fotovoltaico estarán dimensionados para soportar, como mínimo el 125% de la intensidad de cortocircuito sin necesidad de protección. Dichos conductores estarán protegidos mediante fusibles dimensionados acorde a la normativa vigente.
- Se instalarán en la entrada DC de los inversores fusibles para evitar corrientes inversas.
- Los conductores de corriente alternan estarán protegidos mediante fusibles o interruptores magnetotérmicos para proteger el sistema contra sobreintensidades.
- Los inversores dispondrán de un sistema de aislamiento galvánico o similar que evite el paso de corriente continua al lado de corriente alterna de manera efectiva. Asimismo, los inversores incorporarán al menos las siguientes protecciones: frente a cortocircuitos, contra tensiones y frecuencia de red fuera de rango e inversión de polaridad.
- La estructura metálica sobre la que se sitúan los paneles fotovoltaicos dispone de conexión a tierra ofrece protección contra sobrecargas atmosféricas, además de garantizar una superficie equipotencial que previene los contactos indirectos.
- Los equipos accionados eléctricamente estarán provistos de protecciones a tierra e interruptores diferenciales.

## 10.14 ARMÓNICOS Y COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como en el P.O 12.2. "Instalaciones conectadas a la red de transporte y

equipo generador: requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento, puesta en servicio y seguridad".

## 10.15 MEDIDA

Los elementos que forman parte del equipo de medida serán precintados por la empresa distribuidora. Los puestos de los contadores se deberán señalizar de forma indeleble, de manera que la asignación a cada titular de la instalación quede patente sin lugar a la confusión.

Asimismo, se contará con un analizador de red con capacidad para medir en los dos sentidos en cada uno de los inversores. La clase de este contador es 0,5 y servirá para el control interno del parque fotovoltaico.

Las características de diseño del equipo serán las acordes a la normativa vigente.

## 10.16 SISTEMA DE MONITORIZACIÓN

El sistema de control y monitorización de la planta estará basado en productos abiertos del mercado e incluirá el SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) y el sistema de control de la planta, así como todos los equipos necesarios para comunicar con el resto de los sistemas, diseñado para realizar las siguientes funciones desde la sala de control local o desde el centro de control.

El sistema SCADA de control y monitorización permite en términos generales:

- Supervisión y Control en tiempo real de la planta
  - Arranque y parada de la planta.
  - Operación normal. Regulación de potencia activa y reactiva.
  - Control sobre los diferentes componentes y mandos
- Monitorización de los parámetros de los diferentes componentes de la planta
- Registro de las estaciones meteorológicas
- Registro de los datos históricos.
- Notificación de alarmas, faltas, eventos y disparos

El sistema de monitorización será fácilmente accesible por el usuario, tanto desde la ubicación del Proyecto como mediante un acceso remoto (i.e. a través de internet). Para ellos usará el Protocolo IEC-60870-5-104 (u otro similar dependiendo de los requerimientos del centro de control). Debe existir más de una tarjeta de red para facilitar el acceso de datos a distintos equipos / subredes.

## 10.17 SEGURIDAD Y VIGILANCIA

Se instalará un sistema de videovigilancia (CCTV) en tiempo real distribuido por la planta que controlará el acceso a la misma y las zonas comunes, permitiendo la gestión de todas las imágenes desde el punto de control destinado para ello, y emitiendo una señal de alarma si se produce alguna situación de riesgo.

El sistema CCTV tendrá la siguiente funcionalidad:

- Permitir la visualización en tiempo real de todos los eventos producidos dentro del campo de aplicación.
- Permitir una alarma ante cualquier intento de entrada no autorizada y/o intrusión
- Permitir una visualización a distancia de las instalaciones del recinto
- Control central y/o remoto de todas las imágenes
- Almacenamiento y gestión de una base de datos de históricos de alarmas y actuaciones para posteriores consultas
- Almacenamiento de las imágenes

Las cámaras de vídeo incluirán cámaras térmicas y convencionales que permitan cubrir el perímetro de la planta y otras de tipo domo que permitan el giro para visualizar zonas de interés para la propiedad del Proyecto; como ocurre en los accesos. Se pondrá mínimo una cámara domo por acceso. Serán válidas para instalaciones exteriores, a prueba de corrosión, agua, polvo y empañamiento de la lente.

Las cámaras se instalarán con la disposición y la altura adecuadas para evitar obstáculos y ángulos muertos. También permitirán el cambio automático de color a blanco y negro cuando las condiciones de luminosidad sean bajas.

Todas las cámaras se suministrarán con sus respectivas licencias o una licencia general para todo el conjunto de cámaras.

Las lentes de las cámaras garantizarán imágenes nítidas y bien delineadas, por lo que los sistemas de lentes serán diseñados, dimensionados y configurados para operar en zonas en las que se ubicarán las cámaras, teniendo en cuenta la luminosidad del lugar, los requerimientos de zoom y las distancias mínima y máxima entre los objetos que se desean registrar y la cámara.

Durante la construcción se estiman necesarias medidas adicionales de seguridad, a pesar de realizar un cercado de seguridad perimetral, mediante vigilancia permanente.

## 10.18 DISEÑO CIVIL

La obra civil del proyecto se ha diseñado de tal manera que minimice el impacto en el entorno y mantenga lo máximo posible las condiciones iniciales del terreno.

Dentro del diseño civil podemos destacar los siguientes criterios de diseño orientados a reducir el impacto en el entorno.

### *10.18.1 LIMPIEZA Y DESBROCE DE LA PARCELA*

Se ha considerado la limpieza de todo el recinto de la parcela gestionando adecuadamente los residuos y el desbroce de aquellas zonas donde irán ubicadas las estructuras que soportan los paneles fotovoltaicos, los viales internos y aquellas zonas donde se instalen casetas (tanto provisionales como permanentes) así como las zonas donde se ubiquen los centros de transformación.

### *10.18.2 MOVIMIENTO DE TIERRAS*

El movimiento de tierras será el mínimo necesario para la correcta instalación de todas las estructuras fotovoltaicas dentro de sus tolerancias, de tal manera que el impacto sobre las condiciones existentes del terreno sea mínimo.

Se mantendrán las pendientes e hidrología existentes y se evitarán las acumulaciones de agua, permitiendo así la correcta evacuación de las aguas pluviales de escorrentía mediante la ejecución de los drenajes adecuados.

### *10.18.3 CERRAMIENTO*

El cerramiento perimetral será de tipo cinegético conforme a la normativa vigente con una malla anudada de simple torsión careciendo de elementos cortantes o punzantes.

No constituirá un obstáculo para el paso de aguas en el caso de atravesar un cauce público.

### *10.18.4 VIALES*

Los viales internos serán del ancho suficiente para permitir el acceso a todos los centros de transformación de la planta, así como a la subestación, la caseta de control y el almacén.

La sección tipo considerada consta de una capa de 20cm de suelo seleccionado compactado al 98% del Proctor modificado más otra capa de 20cm de zahorra artificial compactada al 98% del Proctor modificado.

El acceso a la planta se realizará mediante los viales existentes en la zona y, en caso de ser necesario, éstos se acondicionarán para garantizar el correcto acceso de vehículos pesados a la obra, considerando el tonelaje y los radios de giro.

### *10.18.5 DRENAJE Y CONTROL DE EROSIÓN*

El sistema de drenaje y control de erosión garantizará la correcta evacuación de las aguas pluviales de escorrentía. Los drenajes deben proteger el paquete de firmes de los viales internos, evitar la entrada de agua en cualquier edificio eléctrico o componente eléctrico (cajas de nivel 1), así como evitar la erosión del terreno y la acumulación de sedimentos o de agua.

### *10.18.6 CIMENTACIONES*

Las cimentaciones de las estructuras fotovoltaicas consideran el estudio geotécnico y el hincado de los perfiles considerado el hincado directo de perfiles. No obstante, en función de la heterogeneidad del terreno, es posible que en áreas particulares del proyecto se deba ajustar la solución de hincado para adaptarla durante la construcción, y se deben realizar otras opciones de cimentación, tales como, pre-taladro o micropilote de hormigón, entre otras posibilidades.

Las cimentaciones tanto de los centros de transformación, como de la caseta de control, estaciones meteorológicas etc. se han considerado en hormigón. La definición en detalle de estas cimentaciones se realizará en el proyecto constructivo una vez estén definidos todos los parámetros geotécnicos y equipos a instalar y será debidamente detallada en los planos correspondientes y en los anejos de cálculo.

### *10.18.7 ZANJAS*

El tendido de cable, tanto de BT como de MT, se realizará mediante zanjas, la cuales serán excavadas mediante medios mecánicos y sus dimensiones y detalles constructivos cumplirán con la normativa vigente de aplicación.

Los cables dentro de las zanjas irán directamente enterrados o bajo tubo, según el tipo de cable.

Serán instaladas arquetas en todos los cruces de cableado. Las dimensiones de las arquetas serán diseñadas acorde con el número de cables y las dimensiones de las zanjas.

# 11 DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE CONSTRUCCIÓN

En el presente apartado se describen los principales trabajos a ejecutar en el proyecto de planta solar fotovoltaica conectada a red.

Los trabajos de ejecución se agrupan en 3 categorías:

- Obra civil.
- Montaje mecánico.
- Montaje eléctrico.

## 11.1 OBRA CIVIL

### *11.1.1 INSTALACIONES PROVISIONALES*

Durante el periodo de construcción son necesarias instalaciones de carácter provisional y que al finalizar la obra se retirarán. Éstas incluyen:

- Oficinas de obra: Se habilitarán contenedores metálicos, casetas prefabricadas o similar, tanto para los contratistas como para la propiedad. El número y dimensiones definitivas serán de acuerdo con las necesidades de la obra y serán definidos en la fase de ingeniería de detalle constructiva.
- Comedores: Se habilitarán en casetas prefabricadas o similar de diferentes dimensiones en función del número de trabajadores y las exigencias de la normativa aplicable.
- Servicios higiénicos temporales: Incluyen aseos para el personal de obra habilitados en contenedores metálicos prefabricados o similar.
- Depósito de agua: En caso de no contar con otras opciones para el abastecimiento de agua, se proveerá de un depósito de agua para abastecer las necesidades de la obra. La capacidad de este depósito será definida en función del número de trabajadores.
- Fosa Séptica: En caso de no contar con otras opciones para la gestión de aguas residuales, se proveerá de una fosa séptica para el tratamiento primario de las aguas residuales generadas durante la obra.
- Zonas de acopio y almacenamiento: Se dimensionarán varias zonas de almacenamiento y acopio de materiales al aire libre. Para los materiales que lo necesiten se diseñarán zonas de almacenamientos con contenedores metálicos

prefabricados. Además, quedará prevista una zona de almacenamiento de residuos y otra para el aparcamiento de vehículos y maquinaria de obra.

- Suministro de energía: Incluye los trabajos necesarios para dotar de una red de abastecimiento de energía eléctrica temporal a la zona instalaciones temporales.

Se deben considerar los trabajos de adecuación y nivelación del terreno para la correcta instalación de todos los elementos anteriores.



*Imagen 2. Contenedor prefabricado para instalaciones provisionales de obra*

### *11.1.2 INSTALACIONES PERMANENTES*

Las instalaciones permanentes son aquellas que se mantendrán durante la vida útil de la planta fotovoltaica como son el edificio de control y el almacén para guardar los repuestos que no deben estar al aire libre.

El edificio de control constará básicamente de:

- Sala de celdas de MT, que incluya transformador de SSAA y contador.
- Una sala de control debidamente equipada con luz, aire acondicionado, internet, mesa, silla, monitores, etc, que permitan el correcto desarrollo del trabajo de control en la planta fotovoltaica.
- Aseos.
- Depósito de agua para abastecimiento.
- Fosa séptica para el tratamiento primario de aguas residuales.
- Almacén con capacidad suficiente para albergar todos los repuestos de la planta.

### *11.1.3 TOPOGRAFÍA Y REPLANTEO*

Para el diseño e ingeniería de este proyecto, se ha partido de un levantamiento topográfico de precisión previamente realizado por una empresa especializada y certificada de topografía, en el que están representados todos los elementos existentes en el terreno a tener en consideración para la realización de los trabajos.

Es necesario, antes de empezar la construcción, el replanteo de todos los elementos que comprenden la instalación y chequearlos con los datos del plano topográfico de partida para comprobar posibles discrepancias.

El replanteo topográfico del terreno será aprobado por el contratista principal antes del inicio de los trabajos y servirá de base topográfica para la cuantificación de éstos; dichas aprobaciones se sucederán en los inicios y finales de las fases de desbroce, excavación y rellenos.



*Imagen 3. Trabajos topográficos*

### *11.1.4 PREPARACIÓN DEL TERRENO*

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material que no deba estar presente para la correcta ejecución del Proyecto. Estos trabajos serán los mínimos posibles.

La ejecución de esta operación incluye la retirada de los materiales de desbroce y su correcto tratamiento, de acuerdo con lo dispuesto en la legislación vigente en materia medioambiental, de seguridad y salud, y de almacenamiento y transporte de productos de construcción.

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad y evitar daños en las construcciones próximas existentes.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material procedente de los desmontes de la obra o de los préstamos, según está previsto en el estudio de movimientos de tierras necesarios en la obra.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones de la dirección de obra.

### *11.1.5 VIALES DE ACCESO E INTERNOS*

Esta fase contempla la adecuación del camino de acceso a la planta para permitir la llegada de tráfico rodado hasta interior de la planta. En la medida de lo posible, se utilizarán los accesos existentes a la parcela que deberán ser acondicionados mediante la aportación de tierra o zahorra natural y su posterior compactación.

Los viales interiores se destinarán a la conexión de los centros de transformación entre sí y el acceso a las estructuras solares FV y edificios que conforman la planta.

La disposición del vial de acceso está condicionada por los caminos existentes, mientras que la disposición de los viales interiores en la planta solar fotovoltaica se ha realizado considerando la disposición de los inversores fotovoltaicos y las estructuras solares asociados, así como la topografía del terreno.

Los viales interiores de la planta y de acceso a la planta y a la subestación tendrán una subbase de 20 cm de zahorra natural compactada al 98% del Proctor Modificado (PM) y una base de 20 cm de zahorra artificial compactada al 98% del PM.

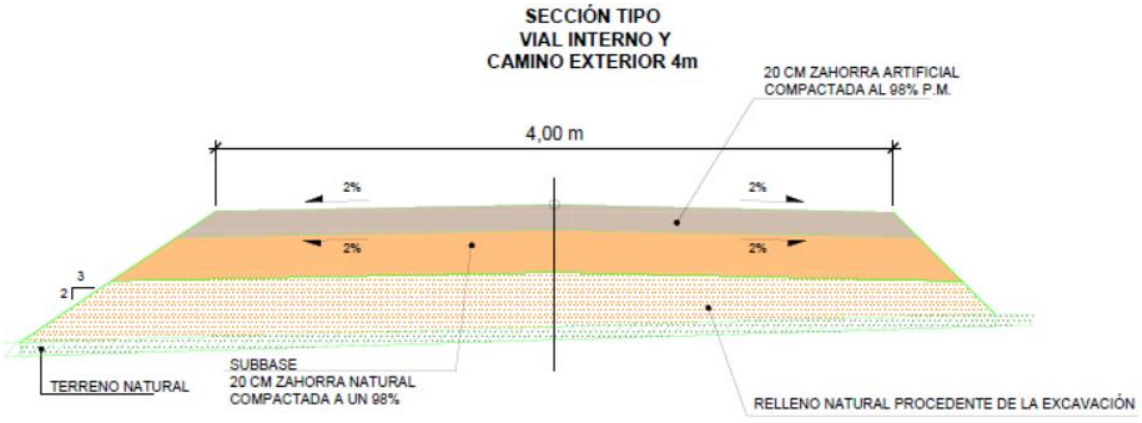



*Imagen 4. Ejemplo de sección tipo vial interno y camino exterior de 4 m*

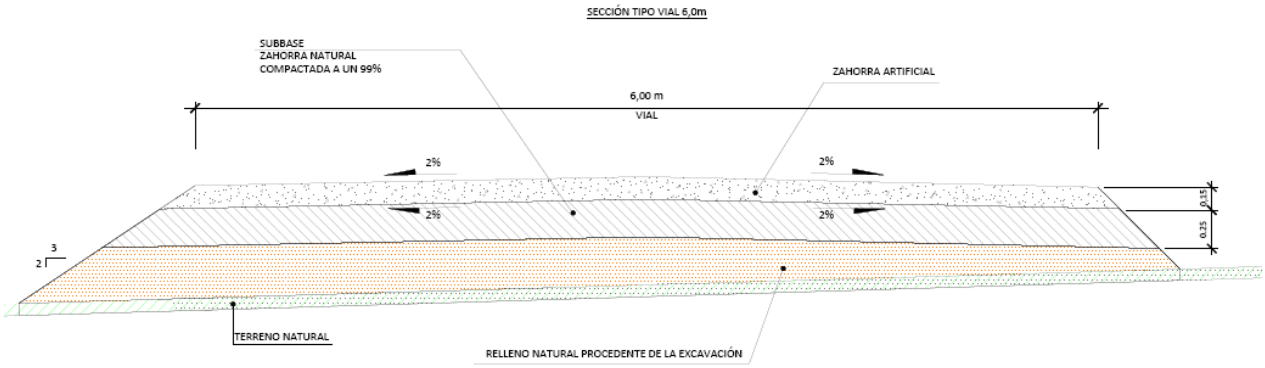



*Imagen 5. Ejemplo de sección tipo vial acceso de 6 m*

### *11.1.5.1 CORTE*

En aquellos sectores en que la subrasante del camino va en corte, se excavará el material necesario para dar espacio al perfil tipo correspondiente. En suelos finos no se acepta corte por debajo de la cota proyectada, a fin de evitar el relleno y deficiente compactación.

En caso de encontrar material inadecuado bajo el horizonte de fundación, se extrae en su totalidad, reponiéndolo con el material especificado por la ingeniería y compactándolo a una densidad no inferior al 95% de la densidad máxima compactada seca (D.M.C.S.) del PM, o al 80% de la densidad relativa, según corresponda. Por material inadecuado ha de entenderse rellenos no controlados o suelos naturales con un Poder de Soporte de California (CBR), inferior en 20 % al CBR de Proyecto.

No es recomendable el corte por debajo de la cota proyectada, para evitar el relleno y deficiente compactación de éste, ya que está demostrado que la sobre excavación y deficiente compactación generan un plano de falla perfecto.

### *11.1.5.2 RELLENO DE VIALES*

Se forman con el mejor material proveniente de la excavación o préstamo si se requiere. El CBR mínimo exigible del material de la subbase es de 20.

Todos los materiales que integran el relleno no pueden contener materias orgánicas, pasto, hojas, raíces u otro material objetable. El material de relleno es aceptado siempre que su CBR sea mayor o igual el mínimo exigible y posea una composición granulométrica uniforme.

El espesor del material de relleno colocado en capas corresponde al tipo de suelo y al equipo de compactación a emplear.

#### *11.1.5.3 ESTABILIZADO*

El suelo estabilizado es transportado y se deposita en volúmenes uniformes a lo largo del camino para poder obtener el espesor de diseño. El material es acordonado por medio de motoniveladora, y se mezcla hasta obtener completa uniformidad en el cordón. Finalmente es esparcido en una capa uniforme.

#### *11.1.5.4 COMPACTACIÓN*

El suelo estabilizado se compacta en condiciones de humedad óptima empleando un rodillo liso vibratorio hasta lograr el CBR de diseño, según corresponda. Generalmente es necesario aplicar riego para lograr la humedad óptima del material. El rodillado se hace partiendo por los bordes y siguiendo hacia el centro de la calzada, traslapando las franjas un mínimo de 30 centímetros.

### *11.1.6 MOVIMIENTO DE TIERRAS*

Los movimientos de tierras para la adecuación del terreno tienen el objetivo de crear una superficie firme y homogénea, con compactación y resistencia mecánica adecuada que permita la ejecución de cimentaciones, canalizaciones y la correcta instalación de las estructuras fotovoltaicas dentro de tolerancias.

Las obras necesarias para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos que constituyen la planta solar fotovoltaica, consisten en:

- Plataforma de área de instalaciones provisionales.
- Adecuación de áreas donde hay implantación de estructuras cuando la pendiente natural del terreno es superior al 15%.
- Adecuación menor de movimiento de tierras en áreas de seguidores solares con irregularidades puntuales en el terreno.



*Imagen 6. Maquinaria para la preparación del terreno y el movimiento de tierras*

El movimiento de tierras ha sido diseñado para que sea el mínimo necesario para la instalación de todas las estructuras de la planta, de tal manera que minimice el impacto en el entorno y mantenga al máximo posible las condiciones iniciales del terreno, así como que permita la correcta evacuación de las aguas de escorrentía y evite zonas de acumulación de agua.

Para el diseño y cálculo de movimiento de tierras se ha partido del plano topográfico previamente realizado, con el que se ha generado un modelo digital del terreno en 3 dimensiones que permite el estudio y análisis de todas las zonas donde se ubicarán estructuras.

Una vez se obtiene el modelo digital, se analizan tanto las pendientes como las orientaciones N-S, esto permite descartar zonas que puedan exceder la pendiente máxima admisible por la estructura fotovoltaica o pendientes con orientación contraria a la posición del sol y que reducen la producción de los módulos fotovoltaicos.

Este paso es previo a la realización de layout definitivo y totalmente necesario para optimizar y minimizar el movimiento de tierras.

Una vez se ha analizado en detalle la topografía y realizado el layout, mediante el software "*AutoCAD Civil 3d*" se analizan las zonas donde se ubican los seguidores, realizando explanaciones en aquellas que, bien excedan la pendiente máxima admisible por la estructura, bien tengan irregularidades inadmisibles por las alturas de las hincas de la propia estructura.

Se ha tenido especial cuidado en no generar taludes altos que modifiquen el entorno y los flujos de agua existentes.

El resultado de estas operaciones de explanación es una nueva topografía que garantiza la correcta instalación de todas las estructuras dentro de tolerancias y que minimiza el impacto en el entorno.

El cálculo de volúmenes de estas explanaciones da como resultado lo siguiente:

*Tabla 5. Volúmenes calculados para el movimiento de tierras*

| DESMONTE ($m^3$) | TERRAPLÉN ($m^3$) | EXCEDENTE ($m^3$) |
|---|---|---|
| 153 | 192 | -39 |

El excedente de material procedente de excavaciones será distribuido por la planta en tongadas con un espesor no muy alto que permitan mantener las condiciones iniciales del

terreno. En caso no poder reutilizarse este excedente dentro de la planta se priorizará su reutilización en otras obras y, en última instancia, se gestionará vía vertedero autorizado.

*11.1.6.1 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA*

Estos trabajos incluyen todas las operaciones necesarias para realizar la construcción de todas las infraestructuras de la planta fotovoltaica, tanto de viales, plataformas para estructura solares y subestación como cimentación de la estructura. Se incluye la excavación de las zonas afectadas por las obras, bien sea en los desmontes, en el área de apoyo de los terraplenes donde existan materiales que sea necesario eliminar o en los préstamos que sean precisos para la elección de tierras y con arreglo posterior de su superficie, una vez terminada su explotación.

En primer lugar, se procederá a realizar las operaciones de tala, desbroce de terreno, demolición de la estructura de hormigón existente y todas las demoliciones en general. En el caso de este proyecto, no será necesario realizar ninguna demolición de ninguna estructura existente en el emplazamiento. Posteriormente se iniciarán las obras de excavación y nivelación de los viales, ajustándose a las alineaciones, pendientes, dimensiones y demás información contenida en los planos y sujetas a las modificaciones que según la naturaleza del terreno ordene dirección de obra.

Se deberá planificar con antelación los lugares que se usarán como acopio temporal de los materiales procedentes de las excavaciones con la finalidad de no entorpecer otras faenas ni la circulación segura de los trabajadores por la obra.

Para el trazado de los ejes de los viales se basará en lo indicado en los planos de construcción aprobados, quedando registrado el trazado definitivo en un protocolo de trazado firmado por el contratista y la dirección de obra.

Además del trazado de los viales de la planta se deberá proceder al trazado de las cimentaciones de la estructura fotovoltaica, de acuerdo con los planos del proyecto. Una vez confirmado la correcta demarcación de las cimentaciones de las estaciones de potencia y de la subestación y de la subestación se podrá iniciar la excavación para las mismas. Se ejecutarán según los planos correspondientes, respetando las dimensiones de las fundaciones, zapatas y pilares perimetrales.

En general las superficies de las excavaciones terminadas serán refinadas y saneadas de manera que no quede ningún bloque o laja con peligro de desprenderse.

Siempre que sea posible, los materiales que se obtengan de la excavación se utilizarán en la formación de rellenos y demás usos fijados en el proyecto, y se transportarán directamente a las zonas previstas en el mismo.

Los materiales que van a formar parte del relleno se extenderán en tongadas sucesivas de espesor uniforme y sensiblemente paralelas a la explanación. El espesor de dichas tongadas será lo suficientemente reducido como para conseguir el grado de compactación exigido, utilizando los medios disponibles y no superará en ningún caso los 30 cm antes de compactar. El espesor adecuado se definirá mediante un terraplén de ensayo. Los materiales de cada tongada serán de características uniformes, y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con la maquinaria adecuada para ello.

El número de pasadas necesario para alcanzar la densidad requerida será determinado mediante un terraplén de ensayo a realizar antes de comenzar la ejecución de la unidad.

Para la compactación de los rellenos con materiales del tipo todo-uno, la compactación se ejecutará en tongadas de 0,30 metros de espesor máximo, compactadas mediante un mínimo de cuatro pasadas de rodillo vibrador de tambor liso de acero cuyo peso estático sea igual o superior a diez toneladas (10 t). La frecuencia de vibración será próxima a los 1200 ciclos por minuto y la velocidad de traslación del rodillo no debe superar los 4 kilómetros por hora. Para comprobar estas recomendaciones se realizará un terraplén de ensayo en el que se mida el porcentaje de huecos obtenido con la compactación; la compactación garantizará un índice de huecos (e) del veinticinco por ciento. El control de compactación se hará entonces por el número de pasadas definidas en una prueba, comprobándose con posterioridad si el índice es realmente obtenido.

Además, la compactación se deberá garantizar a través de ensayos de densidad medidas en terreno (densímetro nuclear o cono de arena), realizados por un laboratorio autorizado. No se podrán capas de material mayores a 30 cm de espesor.

### *11.1.7 DRENAJE*

La planta fotovoltaica contará con un sistema de drenaje para la evacuación de aguas pluviales de escorrentía.

Básicamente, el sistema de drenaje constará de cunetas superficiales cuya distribución en planta asegurará, no solamente la correcta evacuación de las aguas de escorrentía, si no también será un elemento protector del paquete de firmes de los viales internos y evitará la acumulación de agua y la entrada de esta en los centros de transformación, edificios y cajas de nivel 1.

Se debe realizar un estudio de la pluviometría de la zona con el objetivo calcular la escorrentía superficial y las precipitaciones máximas sobre la parcela. Las dimensiones de las canalizaciones de evacuación de aguas a construir se dimensionarán en función de los datos pluviales y la normativa nacional relacionada.

### *11.1.8 CONTROL DE EROSIÓN*

Se prevé un sistema de control de erosión que evite la formación de cárcavas por el efecto de la escorrentía y la acumulación de sedimentos.

El efecto de la erosión puede ser muy perjudicial en las cimentaciones de las estructuras fotovoltaicas, pudiendo descalzar los perfiles hincados y poner en riesgo las propias estructuras, así como puede dañar seriamente la estabilización de los taludes generados por el movimiento de tierras.

Básicamente el sistema de control de erosión contará con cunetas revestidas para minimizar la erosión producida por la velocidad del agua. En playas de grava ubicadas a la salida de las cunetas de drenaje para evitar la formación de cárcavas y en hidrosiembra o revegetación en taludes para evitar su deterioro y desestabilización.

### *11.1.9 VALLADOS DE LA PLANTA*

La planta fotovoltaica contará con un vallado perimetral cuyo objeto es evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta. Además, se dispondrá de vallado alrededor de cada uno de los centros de transformación de la planta.

#### *11.1.9.1 VALLADO PERIMETRAL*

El vallado a instalar será un vallado cinegético con una altura 2 metros. La instalación de los cerramientos cinegéticos de gestión, así como sus elementos de sujeción y anclaje se realizará de tal forma que no impidan el tránsito de la fauna silvestre no cinegética presente en la zona. Además, deberá tener placas visibles de señalización para evitar la colisión de la avifauna de la zona.

Estos cerramientos deberán cumplir los siguientes requisitos:

- Estarán construidos de manera que el número de hilos horizontales sea como máximo el entero que resulte de dividir la altura de la cerca en centímetros por 10, guardando los dos hilos inferiores sobre el nivel del suelo una separación mínima de 15 centímetros. Los hilos verticales de la malla estarán separados entre sí por 30 centímetros.
- Carecer de elementos cortantes o punzantes.
- No podrán tener dispositivos de anclaje, unión o fijación tipo “piquetas” o “cable tensor” salvo que lo determine el órgano competente en materia de caza.



*Imagen 7. Vallado cinegético tipo*

#### *11.1.9.2 ACCESO VEHÍCULOS*

El acceso de vehículos a la instalación fotovoltaica se realizará a través de un portón con 6 metros de ancho, suficiente para la correcta entrada y salida de camiones de alto tonelaje.

El portón de acceso de vehículos estará formado por 2 hojas batientes de 3 metros cada una, y una altura de 2 metros sobre el nivel del suelo, con bastidores en perfiles de acero galvanizado y paneles Acmafor galvanizados, lo que le otorga una gran terminación y durabilidad.

#### *11.1.9.3 VALLADO DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN*

Vallado alrededor del centro de transformación tendrá las siguientes características:

- Altura mínima 2,2 metros y cama de grava.
- Puerta con apertura hacia el exterior.
- Puesta a tierra compartida con el centro de transformación.
- Carteles de riesgo eléctrico en todo su recorrido.

### *11.1.10 SUMINISTRO DE EQUIPOS*

Previo al montaje electromecánico de la planta se realizará la recepción, acopio y almacenamiento de materiales en el lugar destinado a tal efecto. Todos los materiales para el montaje de la estructura solar, así como los módulos fotovoltaicos, cuadros eléctricos y otras piezas de pequeño tamaño se entregarán en obra debidamente paletizados. La descarga desde el camión hasta la zona de acopios se realizará mediante el uso de grúas pluma, toros o manitús. El suministro de equipos incluye la recepción, acopio y reparto de los materiales de construcción.

#### *11.1.10.1 EJECUCIÓN DE CIMENTACIONES*

Estos trabajos incluirán la realización de las cimentaciones de las estructuras fotovoltaicas y de las estaciones de media tensión (MT) o centros de transformación.

Las cimentaciones de las estructuras se realizarán según el diseño de la cimentación del fabricante y en consonancia con el estudio geotécnico, generalmente irán directamente hincadas al terreno a menos que se encuentren zonas en las que esta solución no sea posible.

Para los centros de transformación se ejecutará plataformas para la sustentación y nivelación de los equipos. Esta plataforma será objeto de un diseño y cálculo independiente en el que se recojan las características del terreno y los pesos y dimensiones de los equipos. Además, se dispondrán las entradas y salidas de cableado necesarias para el correcto funcionamiento de los equipos.



*Imagen 8. Hincado de perfiles con maquinaria especializada*

### *11.1.11 CANALIZACIONES ELÉCTRICAS*

Las canalizaciones eléctricas se realizarán con los cables directamente enterrados o bajo tubo en zanja. Se aprovechará la apertura de las zanjas para colocar en su fondo un cable de cobre desnudo que formará parte de la red de tierras principal. A continuación, se colocarán los circuitos de conducción eléctrica, rellenando los distintos niveles de las zanjas con arena de río, material proveniente de la excavación que después se compactará adecuadamente con medios mecánicos, incluso hormigón si se considera necesario en el diseño. Donde corresponda, se instalarán arquetas de registro.



*Imagen 9. Excavación de zanjas*

La red de cables de la planta solar fotovoltaica estará compuesta por tendidos de potencia de baja y media tensión, red de tierras y comunicaciones, se realizará mediante conducciones en zanjas de diferente tamaño en función de los circuitos que discurren por su interior.

A continuación, se describen constructivamente los tipos de zanjas existentes, los cuales están también en planos adjuntos a esta memoria.

### *11.1.11.1 ZANJAS BT, MT, COMUNICACIONES*

Las zanjas de media tensión se realizarán de la siguiente manera:

- La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera o tierra, ni de 0,8 m en calzada.
- Cuando lo haya, se tiende el conductor de tierra en el fondo de la zanja. Sobre este se extiende una capa de arena de río de espesor mínimo de 5 cm.
- Sobre esta capa se colocará los circuitos correspondientes de media tensión que se vayan a instalar los cuales se cubrirán con una capa de arena limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para la cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales.
- Por encima del cable se dispondrá otra capa de 10 cm de espesor, como mínimo, que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

- Posteriormente se tienden las líneas correspondientes a comunicaciones y CCTV, siendo cubiertos por 10 cm de la misma arena de río. Se mantendrá una distancia mínima entre estos cables y el cable de media tensión de 20 cm (Cuando no pueda mantenerse esta distancia, la canalización más reciente instalada se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidos por materiales de adecuada resistencia mecánica).

- La zanja contará con una protección mecánica sobre todo su recorrido que deberá soportar un impacto puntual de una energía de 20 J y cubrirá la proyección en planta de los cables. Así mismo, se colocará una cinta de señalización que advierta la existencia del cable eléctrico de A.T. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

- Finalmente, se rellena la zanja con la misma tierra procedente de las excavaciones para compactar, con un espesor de 15 cm, donde se instalará la cinta de señalización sobre todo el recorrido de la zanja, la cual indicará la presencia de cables eléctricos, manteniendo una distancia mínima a los cables de 25 cm.

- Después se termina de completar la zanja con la misma tierra compactada. En la compactación del terreno se debe alcanzar una densidad mínima del 95% sobre el proctor modificado.

- En cruzamientos con viales, los cables se colocarán en canalizaciones entubadas hormigonadas en toda su longitud. La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Las zanjas de baja tensión se realizarán de la siguiente manera:

- La profundidad, hasta la parte superior del cable más próximo a la superficie, no será menor de 0,6 m en acera, ni de 0,8 m en calzada.

- El lecho de la zanja que va a recibir el cable será liso y estará libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc.

- Cuando lo haya, se tiende el conductor de tierra en el fondo de la zanja. Sobre este se extiende una capa de arena de río de espesor mínimo de 5 cm sobre la que se colocará el cable.

- Por encima del cable irá otra capa de arena o tierra cribada de unos 0,10 m de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja, la cual será suficiente para mantener 0,05 m entre los cables y las paredes laterales. Cuando lo haya, se tiende el conductor de tierra en el fondo de la zanja

- Encima de esta capa se instala el circuito de fibra óptica CCTV y/o los cables de strings que irán ambos bajo tubo, manteniendo una distancia mínima de los cables de baja tensión directamente enterrados de 0,10 m.

- A continuación, se coloca la protección mecánica, ésta podrá ser unas losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente. Se colocará también una cinta de señalización que advierta de la existencia del cable eléctrico de baja tensión. Su distancia mínima al suelo será de 0,10 m, y a la parte superior del cable de 0,25 m. Se admitirá también la colocación de placas con la doble misión de protección mecánica y de señalización.

- La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario.

- Se finaliza de rellenar la zanja con tierra compactada procedente de las excavaciones.

- Los cables de baja tensión en caso de instalarse paralelamente a otros de baja tensión, se mantendrá entre ellos una distancia mínima de 0,10 m.

- En caso de cruzamiento con los viales, los cables se colocarán en el interior de tubos protectores conforme con lo establecido en la ITC-BT-21, recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial.

Las zanjas que contienen BT y MT se realizarán como se describe a continuación:

- Cuando lo haya, se tiende el conductor de tierra en el fondo de la zanja. Sobre este se extiende una capa de arena de río de espesor mínimo de 5 cm.

- Sobre la capa de arena de río se tienden los circuitos de media tensión correspondientes que se vayan a instalar los cuales se cubrirán con otra capa de arena de idénticas características. La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario.

- Sobre estos cables de MT y a una distancia mínima de 25 cm se tienden los cables de BT

- Encima de este cable se continúa rellenando con arena de río 10 cm y se tiende la protección mecánica, la cual podrá ser unas losetas de hormigón, placas protectoras de plástico, ladrillos o rasillas colocadas transversalmente.

- Se finaliza de rellenar la zanja con tierra compactada procedente de las excavaciones.

En las zanjas que cruzan el vial o transcurren por zonas de tránsito de vehículos, los cables irán en tubos protectores recubiertos de hormigón en toda su longitud a una profundidad mínima de 0,80 m.

#### *11.1.11.2 ZANJA RED DE TIERRA*

La zanja destinada a la red de tierras de la instalación fotovoltaica será aquella en la que conductor de tierra sea el único que discurre por la misma.

La zanja se realizará de la siguiente manera:

- Se tiende el conductor de tierra en el fondo de la zanja. Sobre este se extiende una capa de arena de río de espesor mínimo de 5 cm.
- A continuación, se extenderá otra capa de 35 cm, con tierra para compactar, exenta de piedras y cascotes, en general serán tierras nuevas. Esta capa se compactará convenientemente.
- Se instala a continuación la cinta de señalización, sobre todo el recorrido de la zanja, la cual indicará la presencia de cables eléctricos.
- Se rellena la zanja con la tierra procedente de las excavaciones para compactar siempre que cumpla los requisitos mínimos establecidos. En la compactación del terreno se debe alcanzar una densidad mínima del 95% sobre el proctor modificado.

#### *11.1.11.3 ZANJA PERIMETRAL*

La zanja perimetral está destinada para albergar el circuito de servicios auxiliares (SSAA) y CCTV y el cable de fibra óptica, así como el cable de red de tierras en el fondo de esta.

La zanja se realizará de la siguiente manera:

- Se tiende el conductor de tierra en el fondo de la zanja. Sobre este se extiende una capa de arena de río de espesor mínimo de 5 cm.
- Sobre esta capa se tienden los circuitos correspondientes a fibra óptica y CCTV, los cuales se cubrirán con otra capa de arena de idénticas características. Esta capa tendrá el espesor necesario según los cables que se vayan a instalar. La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. También se tenderá el cableado de SSAA, rellenando todo con arena de río.

- Tras haber rellenado con una capa de arena de rio de 20 cm, se pasa al relleno compacto, donde se encontrará la cinta de señalización cuando se lleve 15 cm rellenos. Dicho relleno con compactación mecánica tendrá una profundidad de 550 cm, completando la profundidad de la zanja de 800 cm.

#### *11.1.11.4 EXCAVACIÓN EN ZANJAS*

En esta unidad de obra se incluyen:

- La excavación y extracción de los materiales de la zanja, así como la limpieza del fondo.
- Las entibaciones y agotamientos que puedan ser necesarios.
- Las operaciones de carga, transporte, selección y descarga en las zonas de empleo o almacenamiento provisional.
- La conservación adecuada de los materiales y los cánones, indemnizaciones y cualquier otro tipo de gastos de los lugares de almacenamiento y vertederos.

Las excavaciones deberán ser ejecutadas ajustándose a las dimensiones y perfilado que consten en los planos del proyecto.

La ejecución de las zanjas se ajustará a las siguientes normas:

1. Se marcará sobre el terreno su situación y límites que no deberán exceder de los que han servido de base a la formación del proyecto.
2. Las tierras procedentes de las excavaciones se depositarán a una distancia mínima de un metro del borde de las zanjas y a un solo lado de éstas y sin formar continuo, dejando los pasos necesarios para el tránsito general, todo lo cual se hará utilizando pasarelas rígidas sobre las zanjas.
3. Se tomarán precauciones precisas para evitar que las aguas inunden las zanjas abiertas. Cuando aparezca agua en las zanjas que se están excavando, se utilizarán los medios e instalaciones auxiliares necesarias para agotarla.
4. Deberán respetarse cuantos servicios y servidumbres se descubran al abrir las zanjas, disponiendo los apeos necesarios.
5. La preparación del fondo de las zanjas requerirá las operaciones siguientes: Rectificado del perfil longitudinal, recorte de las partes salientes que se acusen tanto en planta como en alzado, relleno con arena de las depresiones y apisonado general para preparar el asiento de la obra posterior debiéndose alcanzar una densidad del noventa y cinco por ciento (95 %) de la máxima del Próctor Modificado.

6. Durante el tiempo que permanezcan abiertas las zanjas se establecerán señales de peligro, especialmente por la noche.

## 11.2 MONTAJE MECÁNICO

### *11.2.1 MONTAJE DE LA ESTRUCTURA Y DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS*

La estructura sobre la que se colocan los módulos fotovoltaicos está formada por un conjunto de perfiles metálicos unidos entre sí. Para su correcta instalación se seguirá el manual de instalación del fabricante de la estructura y se respetarán los puntos de parada e inspección para verificar que el montaje se hace siempre dentro de tolerancias.



*Imagen 10. Montaje de estructura solar con perfiles hincados directamente en el terreno*

El montaje de la estructura concluye con la fijación de los módulos fotovoltaicos y las cajas de nivel 1 a los perfiles metálicos mediante uniones atornilladas.

### *11.2.2 MONTAJE DE ESTACIONES TRANSFORMADORAS*

Las estaciones transformadoras tan solo necesitarán la adecuación del terreno donde se instalarán y su correcto posicionamiento en el campo solar.

## 11.3 MONTAJE ELÉCTRICO

Los trabajos de montaje eléctrico incluyen las siguientes actividades:

- Instalación eléctrica de Baja Tensión (BT).

- Instalación eléctrica de Media Tensión (MT).
- Instalación de Subestación eléctrica MT/AT.

### *11.3.1 INSTALACIONES ELÉCTRICAS DE BAJA TENSIÓN (BT)*

La instalación eléctrica de baja tensión se puede dividir en:

- Instalación de corriente continua en baja tensión (CCBT).
- Instalación de corriente alterna en baja tensión (ACBT).

#### *11.3.1.1 INSTALACIÓN DE CORRIENTE CONTINUA EN BAJA TENSIÓN (CCBT)*

La instalación CCBT comprende la disposición de todo el cableado de CC en el campo fotovoltaico.

En primer lugar, se procederá a la formación de las series de módulos fotovoltaicos interconectando entre sí los módulos positivos con negativo hasta completar el número necesario para cada serie. Esta operación se repetirá sucesivamente para todas las series de la planta.

A continuación, se instalarán sobre perfiles verticales, en los lugares destinados para tal efecto, las cajas de nivel 1, que son armarios eléctricos de intemperie, que albergan en su interior elementos de conexión, protección, medida y comunicaciones y cuyas funciones son:

- Conectar en paralelo las series de módulos.
- Medir la corriente y la tensión de cada una de las series, y enviar las medidas en tiempo real al sistema de control.
- Detectar fallos en el funcionamiento enviando una señal de alarma al sistema de control.
- Proteger eléctricamente los módulos fotovoltaicos.
- Permitir la desconexión de una parte del generador FV en caso de fallo o para realizar labores de mantenimiento.

Una vez instaladas se procederá a realizar la interconexión entre las cajas de nivel 1 y los polos finales de cada una de las series, mediante cables preparados previamente para tal fin.

La instalación CCBT se completa mediante la conexión eléctrica entre las cajas de nivel 1 y los inversores, ubicados en las estaciones transformadoras de MT. Dicha conexión se realiza

mediante el tendido de cable aislado directamente enterrado por canalizaciones subterráneas previamente ejecutadas.



*Imagen 11. Tendido de cable en zanja*

#### *11.3.1.2 INSTALACIÓN DE CORRIENTE ALTERNA EN BAJA TENSIÓN (CABT)*

La instalación CABT comprende la alimentación eléctrica de equipos auxiliares y en caso de ser necesario como puedan ser cuadros de baja tensión, estaciones meteorológicas, sistemas de comunicaciones, etc.

Además, se considera instalación CABT la unión de la salida en AC de los inversores con los transformadores de MT. En el caso de estaciones de potencia prefabricadas estas conexiones vienen cableadas de fábrica.

### *11.3.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN (MT)*

Cada una de las estaciones de potencia de MT que conforman la planta cuenta al menos con los siguientes elementos:

- Inversores
- Transformador BT/MT.
- Un transformador de servicios auxiliares junto con un armario de baja tensión para dar servicio a todas las cargas auxiliares.

- Celdas de MT que permite la conexión en antena de los diferentes centros de transformación de la planta.

La instalación eléctrica en Media Tensión (MT) consiste en la interconexión entre la salida del transformador de potencia y las celdas de MT, que en el caso de estaciones de potencia prefabricadas suelen venir conectadas de fábrica.

La instalación se completa con la conexión eléctrica de todos los transformadores BT/MT de la planta formando varios circuitos eléctricos hasta la subestación de la planta. La interconexión de los transformadores BT/MT se realizará mediante cable de MT de manera similar al resto de tendidos eléctricos subterráneos de la planta.

# 12 DESMANTELAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

El objetivo de las operaciones de desmantelamiento de una planta solar fotovoltaica una vez ha concluido su vida útil, es la restauración de los terrenos a las condiciones anteriores a la construcción del parque, minimizando así la afección al medio ambiente y recuperando el valor ecológico de la zona afectada.

## 12.1 VIALES DE ACCESO

Los accesos generales al parque fotovoltaico se realizarán a partir de la infraestructura viaria existente en la zona, por lo que no serán necesarias actuaciones de desmantelamiento. Los caminos de acceso existentes serán acondicionados mediante la aportación de tierra o zahorra natural y su posterior compactación.

## 12.2 TRABAJOS DE DESMANTELAMIENTO Y RESTAURACIÓN

Una vez concluida la explotación de la planta fotovoltaica se realizarán los trabajos de desmantelamiento y restauración que se indican a continuación.

### *12.2.1 FASE DE DESMONTAJE*

- Retirada de los paneles: comprende la desconexión, desmontaje y transporte hasta un centro de reciclado de todos los paneles fotovoltaicos de la planta.

- Desmontaje de la estructura soporte: consiste en el desamblaje y posterior transporte hasta un centro de gestión autorizado de la estructura soporte que sostiene los paneles.

- Desmontaje de estaciones de potencia: se procederá a la desconexión, desmontaje y retirada del inversor y resto de equipos instalados en la estación de potencia. En su caso, se realizará la demolición y/o transporte hasta un vertedero de las casetas prefabricadas donde se alojaron los equipos.

- Retirada de las cimentaciones: una vez desmontada la estructura se procederá al desmantelamiento de las cimentaciones mediante una excavadora, que retirará cada pieza para transportarla posteriormente a una planta de tratamiento. Finalmente, los huecos resultantes de la retirada de las cimentaciones serán rellenados con tierra vegetal.

### *12.2.2 FASE DE RESTAURACIÓN*

Tras el desmontaje de los componentes de la planta, se procederá a la restauración de la parcela donde se ubica la planta.

- Remodelación del terreno: se rellenarán huecos y eliminarán ángulos con terreno vegetal.

- Descompactación del terreno: con la descompactación se persigue que los suelos recuperen una densidad equivalente a la que poseen capas similares en suelos no perturbados, de modo que el medio que encuentre la vegetación para su desarrollo sea el adecuado.

- En su caso, aporte de tierra vegetal: procedente de los montículos creados en la fase de construcción. Una vez remodelado y descompactado el terreno, se procederá al aporte y extendido de la tierra acopiada. La tierra vegetal acopiada se extenderá en las zonas que fueron desprovistas de ella durante la fase de obra.

- Despedregado del terreno: como último paso de la fase de restauración del terreno, se eliminará la pedregosidad superficial. Las piedras recogidas se depositarán en montones, que posteriormente serán trasladadas a canteras o vertederos cercanos.

# 13 EXPLOTACIÓN DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

## 13.1 LABORES DE MANTENIMIENTO

### *13.1.1 OPERACIÓN*

Gracias al control monitorizado del sistema, la operación se limitará al seguimiento de la producción (que tendrá que ser similar a la estimación de producción) que se podrá visualizar en el monitor o contador existente a tal efecto.

### *13.1.2 MANTENIMIENTO*

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de esta:

- Mantenimiento preventivo
- Mantenimiento correctivo

#### *13.1.2.1 Mantenimiento preventivo*

El plan de mantenimiento preventivo está constituido por las operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de esta.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluirá al menos una visita semestral a la instalación. Se realizará un informe técnico en cada visita donde se reflejarán todos los controles y verificaciones realizados y si hay alguna incidencia, donde se realizarán las siguientes actuaciones:

- Inspección visual de los módulos, cableado, conexiones, circuitos de protección e inversor.
- Medición y comprobación de las tensiones y corrientes de los módulos.
- Comprobación de las protecciones eléctricas, verificando su comportamiento.
- Comprobación del normal funcionamiento del inversor.
- Comprobación de los cables y terminales, reapriete de bornes.

#### *13.1.2.2 Mantenimiento correctivo*

El plan de mantenimiento correctivo se refiere a todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil.

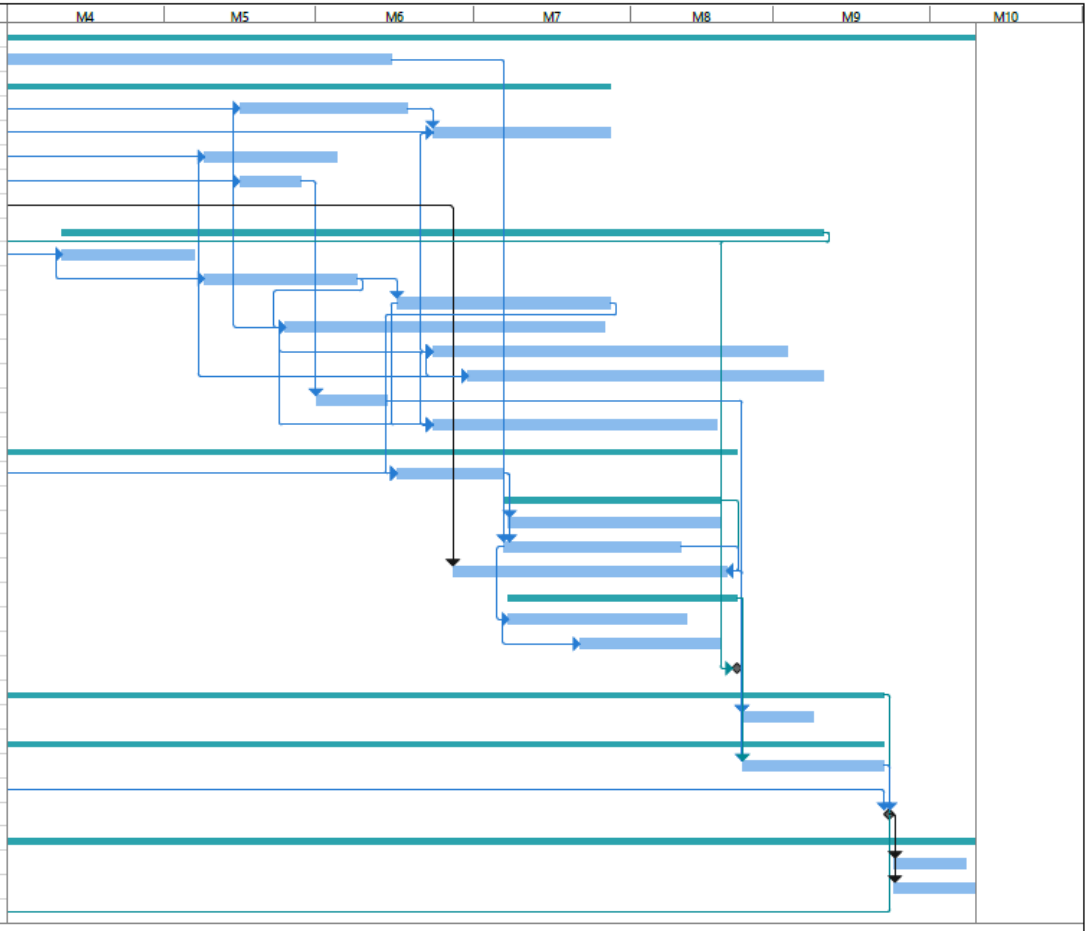
# 14 SEGURIDAD Y SALUD

En cumplimiento con el RD1627/1997, de 24 de octubre, relativo a las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se establece la obligatoriedad de elaborar un estudio de seguridad y salud que se adjunta en el documento correspondiente de este proyecto.

## 15 PLAZO DE EJECUCIÓN

Las obras que comprende este Proyecto se realizarán según la siguiente planificación:

| Id | Nombre de tarea | Duración | Comienzo | Fin |
|---|---|---|---|---|
| 1 | **PLANTA SOLAR** | | | |
| 2 | **INGENIERÍA** | **110 días** | | |
| 3 | **SUMINISTRO EQUIPOS PRINCIPALES** | | | |
| 4 | Suministro de Hincas | 25 días | | |
| 5 | Suministro de Trackers | 25 días | | |
| 6 | Suministro de Módulos | 20 días | | |
| 7 | Suministro de Inversores | 10 días | | |
| 8 | Suministro de Transformador de Potencia | 0 días | | |
| 9 | **TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN** | | | |
| 10 | Movilización al terreno y cierre perimetral | 20 días | | |
| 11 | Movimiento de tierras | 22 días | | |
| 12 | Caminos, drenajes y canalizaciones | 30 días | | |
| 13 | Hincado de estructura | 45 días | | |
| 14 | Ensamblaje de estructura | 50 días | | |
| 15 | Instalación de módulos | 50 días | | |
| 16 | Montaje de centros de inversión | 10 días | | |
| 17 | Tendido de cables y tapado | 40 días | | |
| 18 | **INFRAESTRUCTURA DE EVACUACIÓN** | | | |
| 19 | Movimiento de tierras | 15 días | | |
| 20 | **Obra Civil Subestación** | | | |
| 21 | Cimentación y Edificio de Control | 30 días | | |
| 22 | Cimentaciones y Bancadas Parque 45 kV | 25 días | | |
| 23 | **Montaje Electromecánico** | **40 días** | | |
| 24 | **Línea Eléctrica de 45 kV** | | | |
| 25 | Replanteo y Obra Civil zanja | 25 días | | |
| 26 | Tendido de línea | 20 días | | |
| 27 | **FINALIZACIÓN MECÁNICA** | **0 días** | | |
| 28 | **COMISIONADO DE LAS INSTALACIONES** | | | |
| 29 | **Comisionado instalación en frío** | **10 días** | | |
| 30 | **Hot Commisioning + PR test** | | | |
| 31 | Hot Commisioning Infraestructura evacuación | 20 días | | |
| 32 | Hot Commisioning planta energía | 12 días | | |
| 33 | **GENERACIÓN DE ENERGÍA-OPERACIÓN COMERCIAL** | **0 días** | | |
| 34 | **ACEPTACIÓN PROVISIONAL CAP** | | | |
| 35 | Pruebas PR | 10 días | | |
| 36 | Termografías-Curvas IV | 12 días | | |
| 37 | Documentación Calidad (As Built...) | 10 días | | |



## 16 CONCLUSIÓN

Con la presente Memoria y demás documentos que se adjuntan y componen este Proyecto de Ejecución, se considera haber descrito las instalaciones de referencia, esperando el Peticionario las autorizaciones solicitadas sin perjuicio de cualquier ampliación, modificación o aclaración que las autoridades competentes o partes interesadas considerasen oportunas.

BARREDO EGUSQUIZA, JOSU (FIRMA)

Firmado digitalmente por BARREDO EGUSQUIZA, JOSU (FIRMA)
Fecha: 2025.10.25 12:24:56 +02'00'

Madrid, a la fecha de la firma electrónica

Josu Barredo Egusquiza
Colegiado nº 13.953
Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

# ANEXO I
# FICHAS TÉCNICAS DE EQUIPOS

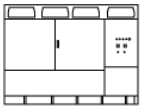
# ÍNDICE

1 INVERSOR ..... 3
2 MÓDULO FOTOVOLTAICO ..... 4
3 CAJAS DE NIVEL 1 (CAJA DE STRING O COMBINER BOX) ..... 6
4 ESTRUCTURA FIJA ..... 7

# 1 INVERSOR



Freesun HEMK
615V



| 615V | | FRAME 2 | FRAME 3 | FRAME 4 |
|---|---|---|---|---|
| REFERENCES | | FS1955K | FS2935K | FS3915K |
| AC | AC Output Power (kVA/kW) @40°C [1] | 1955 | 2935 | 3915 |
| | AC Output Power (kVA/kW) @50°C [1] | 1815 | 2725 | 3635 |
| | Max. AC Output Current (A) @40°C | 1837 | 2756 | 3674 |
| | Operating Grid Voltage (VAC) | 615V ±10% | | |
| | Operating Grid Frequency (Hz) | 50/60Hz | | |
| | Current Harmonic Distortion (THDi) | < 3% per IEEE519 | | |
| | Power Factor (CosPhi) [2] | 0.5 leading ... 0.5 lagging adjustable / Reactive power injection at night | | |
| DC | DC Voltage Range [3] | 870V - 1500V | | |
| | Maximum DC Voltage | 1500V | | |
| | Number of Inputs | Up to 20 | Up to 30 | Up to 40 |
| | Max. DC Continuous Current (A) [4] | 2295 | 3443 | 4590 |
| | Max. DC Short Circuit Current (A) [4] | 3470 | 5205 | 6940 |
| | Number of Freemaq DC/DC [4] | Up to 4 | | |
| EFFICIENCY | Efficiency (Max) (η) [5] | 98.77% | | |
| | Euroeta (η) [5] | 98.37% | | |
| CABINET | Dimensions [WxDxH] (ft) | 9.8 x 6.5 x 7.2 | | |
| | Dimensions [WxDxH] (m) | 3.0 x 2.0 x 2.2 | | |
| | Weight (lbs) | 11465 | 11795 | 12125 |
| | Weight (kg) | 5200 | 5350 | 5500 |
| | Type of Ventilation | Forced air cooling | | |
| ENVIROMENT | Degree of Protection | NEMA 3R / IP55 | | |
| | Operating Temperature Range [6] | From -25°C to +60°C, >40°C power derating | | |
| | Operating Relative Humidity Range | From 4% to 100% non-condensing | | |
| | Storage Temperature Range | From -40°C to +60°C | | |
| | Max. Altitude (above sea level) | 2000m / >2000m power derating (Max. 4000m) | | |
| CONTROL INTERFACE | Communication Protocol | Modbus TCP | | |
| | Power Plant Controller | Optional | | |
| | Keyed ON/OFF Switch | Standard | | |
| PROTECTIONS | Ground Fault Protection | GFDI and isolation monitoring device | | |
| | Humidity Control | Active heating | | |
| | General AC Protection & Disconn. | Circuit breaker | | |
| | General DC Protection & Disconn. | Fuses, Motorized DC disconnect switches | | |
| | Overvoltage Protection | Type 2 protection for AC and DC | | |
| CERTIFICATIONS & STANDARDS | Safety | UL 1741 / CSA 22.2 No.107.1-16 / IEC 62109-1 / IEC 62109-2 | | |
| | Installation | NEC 2023 / IEC | | |
| | Utility Interconnect | UL 1741 SA & SB / RULE 21 / RULE 14H / IEEE 1547.1 2020 / IEC 62116:2014 | | |

# 2 MÓDULO FOTOVOLTAICO

Vertex N

## N-type i-TOPCon

BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE

TSM-NEG19RC.20 **595-625W**

**625**W / MAXIMUM POWER OUTPUT

**23.1**% / MAXIMUM EFFICIENCY



### High customer value

- Best partner of 1P tracker, with highest utilization of tracker length
- Low voltage design with higher string power, effectively reducing BOS (Balance of System) and LCOE (Levelized Cost of Energy) by 1%~5%
- Standardized module size with higher container space utilization effectively reduces the freight cost
- Excellent compatibility with existing mainstream system components
- Certified Low-Carbon Footprint

### High power up to 625W

- Up to 23.1% module efficiency , on 210 innovation platform
- Patented i-TOPCon technology with continuous efficiency upgrade, including contact resistance reduction, rear reflection enhancement and edge quality repairment

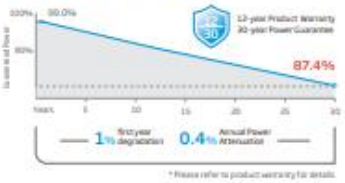
### High reliability

- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology and high-density packaging
- Reduced risks of hot-spot with half-cut technology
- Certified high resistance against salt, ammonia, sand, PID, LID, LeTID
- Sustainable in harsh environments and extreme weather conditions

### High energy yield

- Excellent low irradiation performance, validated by 3rd party
- Lower temperature coefficient (-0.29%/°C)
- Higher bifaciality, with up to 10%~20% additional power gain from back side depending on albedo
- Reliable dual-glass structure with 30-year power guarantee

### Performance Warranty




* Please refer to product warranty for details.

### Comprehensive Products and System Certificates

IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716/UL61730
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO14064: Greenhouse Gases Emissions Verification
ISO45001: Occupational Health and Safety Management System
ISO14067: Product Carbon Footprint Limited Assurance

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

© 2024 Trina Solar Co., Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

Version number: TSM_EN_2024_B

Trinasolar

# Vertex N

**N-type i-TOPCon BIFACIAL DUAL GLASS MONOCRYSTALLINE MODULE**

## ELECTRICAL DATA (STC & NOCT)

| Testing Condition | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT | STC | NOCT |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peak Power Watts-PMAX(Wp)* | 595 | 454 | 600 | 459 | 605 | 462 | 610 | 466 | 615 | 470 | 620 | 474 | 625 | 478 |
| Power Tolerance-PMAX(Wp)* | 0~+5 | | | | | | | | | | | | | |
| Maximum Power Voltage-VMPP (V) | 40.0 | 37.6 | 40.3 | 37.9 | 40.5 | 38.1 | 40.8 | 38.3 | 41.1 | 38.6 | 41.4 | 38.8 | 41.7 | 39.1 |
| Maximum Power Current-IMPP (A) | 14.89 | 12.07 | 14.91 | 12.11 | 14.94 | 12.13 | 14.96 | 12.16 | 14.98 | 12.19 | 14.99 | 12.20 | 15.00 | 12.21 |
| Open Circuit Voltage-Voc (V) | 48.1 | 45.7 | 48.4 | 46.0 | 48.7 | 46.2 | 49.0 | 46.5 | 49.3 | 46.8 | 49.6 | 47.1 | 49.9 | 47.3 |
| Short Circuit Current-Isc (A) | 15.76 | 12.69 | 15.80 | 12.73 | 15.83 | 12.75 | 15.86 | 12.78 | 15.89 | 12.80 | 15.91 | 12.82 | 15.92 | 12.83 |
| Module Efficiency η m (%) | 22.0 | | 22.2 | | 22.4 | | 22.6 | | 22.8 | | 23.0 | | 23.1 | |

STC: Irrdiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s. *Measuring tolerance: ±3%.

## Electrical characteristics with different power bin (reference to 5% & 10% backside power gain)

| Backside Power Gain | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% | 5% | 10% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Peak Power Watts-PMAX(Wp)* | 625 | 655 | 630 | 660 | 635 | 666 | 641 | 671 | 646 | 677 | 651 | 682 | 656 | 688 |
| Maximum Power Voltage-VMPP (V) | 40.0 | 40.0 | 40.3 | 40.3 | 40.5 | 40.5 | 40.8 | 40.8 | 41.1 | 41.1 | 41.4 | 41.4 | 41.7 | 41.7 |
| Maximum Power Current-IMPP (A) | 15.63 | 16.38 | 15.66 | 16.40 | 15.69 | 16.43 | 15.71 | 16.46 | 15.73 | 16.48 | 15.74 | 16.49 | 15.75 | 16.50 |
| Open Circuit Voltage-Voc (V) | 48.1 | 48.1 | 48.4 | 48.4 | 48.7 | 48.7 | 49.0 | 49.0 | 49.3 | 49.3 | 49.6 | 49.6 | 49.9 | 49.9 |
| Short Circuit Current-Isc (A) | 16.55 | 17.34 | 16.59 | 17.38 | 16.62 | 17.41 | 16.65 | 17.45 | 16.68 | 17.48 | 16.71 | 17.50 | 16.72 | 17.51 |

Power Bifaciality:80±5%.

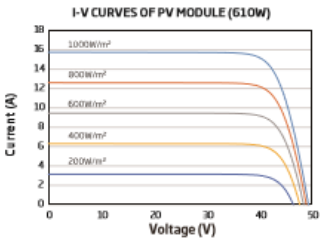
## TEMPERATURE RATINGS

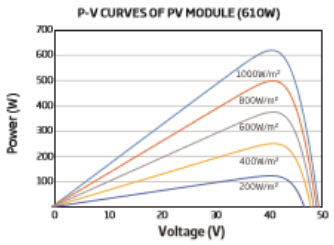
| | |
|---|---|
| NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) | 43°C (±2°C) |
| Temperature Coefficient of PMAX | -0.29% /°C |
| Temperature Coefficient of Voc | -0.24% /°C |
| Temperature Coefficient of Isc | 0.04% /°C |

## MAXIMUM RATINGS

| | |
|---|---|
| Operational Temperature | -40~+85°C |
| Maximum System Voltage | 1500V DC (IEC) |
| | 1500V DC (UL) |
| Max Series Fuse Rating | 35A |

## CURVES OF PV MODULE

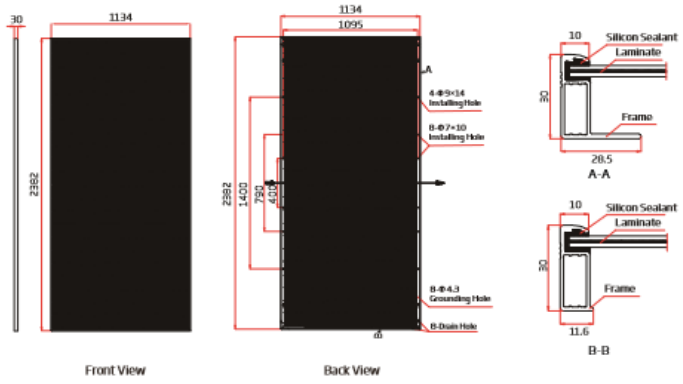



## MECHANICAL DATA

| | |
|---|---|
| Solar Cells | N-type i-TOPCon Monocrystalline |
| No. of cells | 132 cells |
| Module Dimensions | 2382×1134×30 mm (93.78×44.65×1.18 inches) |
| Weight | 33.0 kg (72.8 lb) |
| Front Glass | 2.0 mm (0.08 inches),High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass |
| Encapsulant material | POE/EVA |
| Back Glass | 2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass |
| Frame | 30mm(1.18 inches) Anodized Aluminium Alloy |
| J-Box | IP 68 rated |
| Cables | Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²) Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized |
| Connector | MC4 EVO2 / TS4 Plus / TS4* |
| Packaging | Modules per box: 36 pieces Modules per 40' container: 720 pieces |

*Please refer to regional datasheet for specified connector.




CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.

© 2024 Trina Solar Co.,Ltd. All rights reserved. Specifications included in this datasheet are subject to change without notice.

Version number: TSM_EN_2024_B

www.trinasolar.com

Trinasolar

# 3 CAJAS DE NIVEL 1 (CAJA DE STRING O COMBINER BOX)

Weidmüller

## Smart Level 1 Combiner Box

Smart PV Combiner Box Level 1 to bundle the output lines of individual strings and to connect them to the inverter or optionally to a Level 2 Combiner Box. Smart design customized for each customers application.
Advanced surge-protection devices, fuse links and switch disconnector keep the correct operation and protection of the system. Integrated power monitoring provided by Transclinic monitoring system (optionally self-supplied from string voltage) allows to do the right surveillance of the PV site to guarantee the best performance of the system.
Additionally, PV Combiner Box fulfill the standard IEC/EN 61439-2 to offer a high reliability on the units supplied.

- -24 String input
- fuse holders in string input (+/-) including fuse links
- 2-in-1 string monitoring
- self powered by taking the required power directly from the DC strings
- surge protection devices for DC system voltage and communication bus
- string input with multiple-wires cable glands
- direct wall mount + plastic wall mount lugs



*(Example of Combiner Box. Picture may differ from product)*

**PV 224S0F0V0O3T7P015PWW**

Order reference 8000050559 Rev 0

## Technical Data

### APPLICATION DATA

| | |
|---|---|
| **Operating ambient temperature range** | -20 °C to +50 °C |
| **Intended installation location** | protected outdoors (>1 km from sea) |
| **Conformity with norms** | IEC 61439-2 ed 2.0 / EN 61439-2:2011 |
| **Altitud above sea level** | up to 3000m |

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

| | |
|---|---|
| **Rated DC voltage (Un)** | 1500 VDC |
| **Rated DC current per input (Inc)** | 9,4 |
| **Rated DC current per input** (10h short-circuit at main output) | 1.2 · Inc |
| **DC earthing system** | floating positive and negative |
| **Switch disconnector breaking & making capacity** (acc. to IEC 60947-3) | 400 A (DC21B 1500 V) |
| **Circuit breaker breaking & making capacity** (acc. to IEC 60947-2) | N/A |
| **Contactor breaking & making capacity** (acc. to IEC 60947 4-1) | N/A |
| **Switch-disconnector / Circuit breaker / Contactor handle location** | direct handle (inside enclosure) |
| **Surge protection on DC ports** | 1500V DC, type II, Imax = 40 kA, Up ≤ 5.0 kV, aux. contact |
| **Surge protection on monitoring supply ports** | N/A |
| **Surge protection on EIA RS 485 ports** | SPD onboarded in Transclinic 16i+ |

### ENCLOSURE

| | |
|---|---|
| **Enclosure dimensions (H x W x D)** | 1035 x 835 x 300 mm |
| **Material** | glass-fiber reinforced polyester (GFRP) |
| **Degree of protection (acc. to IEC 60529)** | IP65 |
| **Form factor** | cabinet with hinged door(s) |
| **Fixing system** | plastic wall mount lugs |

# 4 ESTRUCTURA FIJA



# ANEXO II
# RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

## ÍNDICE

1 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS ..... 3

# 1 RELACIÓN DE BIENES Y DERECHOS AFECTADOS

A continuación, se indica la relación de bienes y derechos afectados por la construcción de la planta fotovoltaica.

Tabla 1. *Relación de Bienes y Derechos Afectados*

| PARCELAS AFECTADAS POR FV | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Nº** | **MUNICIPIO** | **POLIGONO** | **PARCELA** | **REF.CAT.** | **TIPO SUELO** |
| 1 | ARMIÑÓN | 001 | 1261 | 060011261 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 2 | ARMIÑÓN | 001 | 1501 | 060011501 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 3 | ARMIÑÓN | 001 | 1502 | 060011502 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 4 | ARMIÑÓN | 001 | 1517 | 060011517 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 5 | ARMIÑÓN | 001 | 1523 | 060011523 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 6 | ARMIÑÓN | 001 | 1045 | 060011045 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 7 | ARMIÑÓN | 001 | 1539 | 060011539 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 8 | ARMIÑÓN | 001 | 1543 | 060011543 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 9 | ARMIÑÓN | 001 | 1544 | 060011544 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 10 | ARMIÑÓN | 001 | 1550 | 060011550 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 11 | ARMIÑÓN | 001 | 1568 | 060011568 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 12 | ARMIÑÓN | 001 | 1637 | 060011637 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 13 | ARMIÑÓN | 001 | 1643 | 060011643 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 14 | ARMIÑÓN | 001 | 1664 | 060011664 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 15 | ARMIÑÓN | 001 | 1670 | 060011670 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 16 | ARMIÑÓN | 001 | 1683 | 060011683 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 17 | ARMIÑÓN | 001 | 1695 | 060011695 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 18 | ARMIÑÓN | 001 | 1641 | 060011641 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 19 | ARMIÑÓN | 001 | 1728 | 060011728 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 20 | ARMIÑÓN | 001 | 1729 | 060011729 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 21 | ARMIÑÓN | 001 | 1822 | 060011822 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 22 | ARMIÑÓN | 001 | 1820 | 060011820 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 23 | ARMIÑÓN | 001 | 1823 | 060011823 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 24 | ARMIÑÓN | 001 | 1534 | 060011534 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 25 | ARMIÑÓN | 001 | 1533 | 060011533 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 26 | ARMIÑÓN | 001 | 1549 | 060011549 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 27 | ARMIÑÓN | 001 | 1821 | 060011821 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 28 | ARMIÑÓN | 001 | 1698 | 060011698 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 29 | ARMIÑÓN | 001 | 1819 | 060011819 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 30 | ARMIÑÓN | 001 | 1818 | 060011818 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 31 | ARMIÑÓN | 001 | 1817 | 060011817 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 32 | ARMIÑÓN | 001 | 1548 | 060011548 | PARCELAS SUELO AGRARIO |

2

# ANEXO III

# CUMPLIMIENTO DE LAS PRESCRIPCIONES DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS SEGÚN EL RD 337/2014 DE 9 DE MAYO

## ÍNDICE

1 OBJETO DEL DOCUMENTO ..... 3

2 Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo ..... 3

# 1 OBJETO DEL DOCUMENTO

Se redacta el presente documento con el objetivo de justificar el cumplimiento de las prescripciones de protección contra incendios conforme el R.D. 337/2014, de 9 de mayo

# 2 Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo

El Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.

Por lo tanto, los centros de transformación de las plantas han de cumplir el R.D. 337/2014, de 9 de mayo y las instrucciones técnicas complementarias que le sean de aplicación.

En caso de los inversores, al ser instalaciones de exterior es de aplicación la ITC-RAT-15 “Instalaciones eléctricas de exterior”, en la cual, en lo que se refiere a protección contra incendios, en el punto 6.1 determina específicamente lo siguiente:

*Sistemas contra incendios*

*1. Se deberán adoptar las medidas de protección pasiva y activa que eviten en la medida de lo posible la aparición o la propagación de incendios en las instalaciones eléctricas de alta tensión teniendo en cuenta:*

- *a) La propagación del incendio a otras partes de la instalación.*
- *b) La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación por lo que respecta a daños a terceros.*
- *c) La gravedad de las consecuencias debidas a los posibles cortes de servicio.*

*2. Los riesgos de incendio se particularizan principalmente en los transformadores o reactancias aislados con líquidos combustibles, en los que se tomarán una o varias de las siguientes medidas, según proceda:*

- *a) Dispositivos de protección rápida que corten la alimentación de todos los arrollamientos del transformador. No es necesario el corte en aquellos arrollamientos que no tengan posibilidad de alimentación de energía eléctrica.*
- *b) Elección de distancias suficientes para evitar que el fuego se propague a instalaciones próximas a proteger, o colocación de paredes cortafuegos.*
- *c) En el caso de instalarse juntos varios transformadores, y a fin de evitar el deterioro de uno de ellos por la proyección de aceite u otros materiales al averiarse otro próximo, se instalará una pantalla entre ambos de las dimensiones y resistencia mecánica apropiadas.*
- *d) La construcción de fosas colectoras del líquido aislante. Las instalaciones deberán disponer de cubas o fosas colectoras. Cuando la instalación disponga de un único transformador la fosa colectora debe tener capacidad para almacenar la totalidad del fluido y si hubiera más de un transformador la fosa debe estar diseñada para recibir, al menos, la totalidad del fluido del transformador más grande. No obstante, cuando el transformador contenga líquido aislante, pero su potencia sea menor o*

*igual de 250 kVA, la fosa podrá suprimirse. Asimismo, también podrá suprimirse cuando se utilice líquido aislante biodegradable que no puede derramarse a cauces superficiales o subterráneos o a canalizaciones de abastecimiento de aguas o de evacuación de aguas residuales. Para los transformadores de distribución ubicados en el interior de una envolvente al pie de un apoyo les será de aplicación lo indicado en la ITC-RAT 14.*

e) *Instalación de dispositivos de extinción apropiados, cuando las consecuencias del incendio puedan preverse como particularmente graves, tales como la proximidad de los transformadores a inmuebles habitados*

*En las instalaciones dotadas de sistemas de extinción de tipo fijo, automático o manual, deberá existir un plano detallado de dicho sistema, así como instrucciones de funcionamiento. Los extintores, si existen, estarán situados de forma racional, según las dimensiones y disposición del recinto que alberga la instalación y sus accesos. En la elección de aparatos o equipos extintores móviles o fijos se tendrá en cuenta si van a ser usados en instalaciones en tensión o no, y en el caso de que sólo puedan usarse en instalaciones sin tensión se colocarán los letreros de aviso pertinentes. El proyectista deberá justificar que ha adoptado las medidas suficientes en cada caso.*

En base a estos requerimientos solicitados en la ITC-RAT-15 se cumplen tanto las soluciones con inversores centrales (FS2935K):

a. Disponen de detectores de humo, que junto con otros equipos de medición como sensores de temperatura, permiten una lógica en el sistema de control que desconectará los inversores de AC y DC en el caso de las soluciones FS2935K en la que los inversores se encuentran en la misma plataforma que el los transformadores y las celdas.
b. Los centros de transformación se han instalado manteniendo unas distancias suficientes como para poder abrir sus puertas, por ello no se podría dar la situación de tener dos estaciones juntas y que de este modo se propague el fuego de una estación a otra. Por otro lado, la acera perimetral será un “cortafuegos para su propagación a otras partes de la instalación.

En relación con los requerimientos específicos para los transformadores, que son los elementos en los que el riesgo de incendio es más elevado se incluye un tanque de recogida de aceite para su instalación en planta. Estos tanques están especialmente diseñados para la recogida del aceite de los centros de transformación porque se tiene en cuenta la disposición de los orificios de salida de aceite para el guiado de las posibles fugas hacia el tanque de recogida de aceite. Con esto evitamos la propagación del incendio a otras partes de la instalación o a terceros.

# ANEXO IV
# ESTUDIO DE EMISIONES ACÚSTICAS

## ÍNDICE

1 DESCRIPCIÓN DE LAS EMISIONES ACÚSTICAS ..... 3

# 1 DESCRIPCIÓN DE LAS EMISIONES ACÚSTICAS

Con objeto de limitar el ruido originado por las instalaciones de alta tensión, éstas se dimensionarán y diseñarán de forma que los índices de ruido medidos en el exterior de las instalaciones se ajusten a los niveles de calidad acústica establecidos en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas.

Cuando el recinto donde se ubica la instalación de alta tensión se encuentre dentro de edificios de viviendas y no se pueda demostrar el cumplimiento de los límites mediante cálculos, se adoptarán medidas adicionales para cumplir dichos niveles.

Con objeto de verificar que en la proximidad de las instalaciones de alta tensión no se sobrepasan los límites máximos admisibles, la Administración pública competente podrá realizar, por control estadístico o a petición de parte interesada, inspecciones con sus propios medios o delegar dichas mediciones en organismos de control habilitados o laboratorios acreditados en medidas de ruido.

Se comprueba por tanto los requerimientos indicados en el Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas; el Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre.

En la planta solar fotovoltaica no se generarán emisiones acústicas a la atmósfera. La generación de energía de la planta fotovoltaica propuesta ahorrará anualmente el consumo de recursos naturales en forma de combustibles fósiles.

El funcionamiento y mantenimiento de la planta incluye como fuentes sonoras únicamente los transformadores incluidos en los centros de transformación debidas a tres clases de fuentes: procedentes del núcleo por efecto de las magnetostricción, que es el cambio dimensional de las láminas durante el ciclo de histéresis, por efecto de la corriente que circula por los devanados y por los accesorios como son los ventiladores.

A continuación, se marcan los niveles de emisión acústica de los centros de transformación de la planta solar fotovoltaica:

- Nivel de emisión acústica ≤79 dB(A) medido a 1 metro de distancia del edificio del centro de transformación.

El límite máximo de cada instalación, maquinaria o actividad no podrá superar los 90 dB medidos a 5 metros de distancia, por lo que los centros de transformación cumplen con el requerimiento.

Además, establece que ninguna instalación, establecimiento, maquinaria, actividad o comportamiento podrán transmitir al medio ambiente exterior, niveles sonoros superiores a los indicados en la siguiente tabla.

| | DIA LAeq 5s | NOCHE LAeq 5s |
|---|---|---|
| Area de silencio | 45 | 35 |
| Area levemente ruidosa | 55 | 45 |
| Area tolerablemente ruidosa | 65 | 55 |
| Area ruidosa | 70 | 60 |

*Imagen 1. Valores límite de ruido acústico indicado en el Anexo de la resolución del 23 de abril de 2002*

Los niveles sonoros deberán ser medidos en conformidad con el artículo 5 de la resolución mencionada.

En el caso específico de la Planta Solar Fotovoltaica Solaria Zierbenas Solar 17, todos los centros de transformación de la planta fotovoltaica y la subestacion se encuentran a una distancia superior a 100 metros de edificaciones.

Teniendo en cuenta que el sonido se atenúa con la distancia y que el transformador de los centros de transformación se encuentra a más de 10 m del límite de la parcela, en aplicación de la siguiente expresión se obtiene que el nivel de emisión a los límites de propiedad será de <50 dB(A).

$$Lp = Lw + 10 \log \Phi / 4\pi^2$$

Siendo :
Lp : Nivel de presión sonora en dB(A)
Lw : Nivel de potencia sonora de la fuente en dB(A)
$\Phi$ : Directividad de la fuente sonora (esférica 1, semiésférica 4)
r : Distancia de la fuente en metros

| d (m) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Atenuación dB(A) | 11 | 17 | 20 | 23 | 25 | 26 | 28 | 29 | 30 |

*Imagen 2. Atenuación de la emisión acústica*

En consecuencia, al tratarse de una actividad que no es susceptible de causar molestias por ruidos en la zona no se considera necesario incluir en el EsIA de la planta solar un proyecto acústico.

En fase obra, habrá que verificar que los valores de ruido proporcionados por la planta fotovoltaica a las viviendas cercanas no superen los valores establecidos en la tabla anterior.

# DOCUMENTO Nº2
# CÁLCULOS

## ÍNDICE

ANEXO I. CÁLCULOS ENERGÉTICOS [ZB17-SOL-FV-PE-CAL-0001-A01]

ANEXO II. CÁLCULOS ELÉCTRICOS [ZB17-SOL-FV-PE-CAL-0001-A02]

ANEXO III. CÁLCULOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS [ZB17-SOL-FV-PE-CAL-0001-A03]

# ANEXO I
# CÁLCULOS ENERGÉTICOS

# ÍNDICE

1 OBJETO ..... 4

2 DISEÑO DE LA PLANTA SOLAR ..... 5

3 PROSPECTIVA DE RECURSO SOLAR ..... 6

3.1 Datos meteorológicos ..... 6

3.1.1 Solargis ..... 6

3.1.2 Datos meteorológicos ..... 7

4 Metodología de cálculo y resultados ..... 8

4.1 Cálculo de la energía incidente efectiva ..... 8

4.2 Energía “virtual” de MPP ..... 9

4.3 Energía del sistema ..... 9

4.4 Estimación de pérdidas y cálculo de PR ..... 10

4.4.1 Albedo ..... 11

4.4.2 Trayectoria Solar y Horizonte ..... 11

4.4.3 Sombreado del panel (pérdida por irradiación) ..... 11

4.4.4 Pérdidas por ángulo de reflexión y espectrales ..... 11

4.4.5 Pérdidas por suciedad ..... 12

4.4.6 Pérdidas del módulo ..... 12

4.4.7 Pérdidas por nivel de radiación ..... 12

4.4.8 Pérdidas por temperatura ..... 12

4.4.9 Pérdidas eléctricas en strings debidas al sombreado ..... 13

4.4.10 Pérdidas por la calidad de los módulos ..... 13

4.4.11 LID (Degradación inducida por la luz) ..... 13

4.4.12 Pérdidas por mismatch ..... 13

4.4.13 Estimación de la degradación ..... 14

4.4.14 Pérdidas en el cableado CC ..... 14

4.4.15 Pérdidas en el inversor ..... 14

4.4.16 Cableado BT CA y pérdidas en el transformador ..... 15

4.4.17 Pérdidas en los cableados de AC de MT ..... 16

4.4.18 Pérdidas por consumo interno de la planta ..... 16

4.5 Resultados. Producción P50 ..... 17

5 SIMULACIÓN PVsyst ..... 18

# 1 OBJETO

El presente documento consiste en un cálculo de producción energética para la Central Solar Fotovoltaica Solaria Zierbena Solar 17 de 49,895 MW de potencia instalada.

## 2 DISEÑO DE LA PLANTA SOLAR

En la tabla de datos principales de la memoria del presente proyecto se incluyen todos los parámetros del diseño del parque que han sido utilizados para el cálculo de producción.

# 3 PROSPECTIVA DE RECURSO SOLAR

## 3.1 Datos meteorológicos

La fuente de datos seleccionada ha sido SOLARGIS.

### 3.1.1 Solargis

Este informe y los datos se basan en la base de datos de alta resolución de Solargis operada por la compañía S.r.o. de Solargis. Los datos de recursos solares (GHI, DIF, DNI y GTI) se calculan mediante un conjunto de modelos solares, y las entradas de datos se derivan de satélites meteorológicos geoestacionarios y modelos meteorológicos globales.

Los datos meteorológicos (TEMP, RH, WS, WD, AP y PWAT) se procesan a partir de las salidas de los modelos meteorológicos globales. Todos los parámetros de Solargis son validados por un control de mediciones de tierra de calidad adquiridas por equipos meteorológicos de alta precisión en todo el mundo. La resolución espacial y de tiempo de los datos de entrada originales se armonizan durante el procesamiento del modelo para lograr el mejor resultado posible.

Recursos solares

Descripción: Datos calculados a partir de datos satelitales Meteosat MSG y MFG (©EUMETSAT 2019) y a partir de datos atmosféricos (© ECMWF, NOAA y NASA) por el método Solargis.

Resolución espacial: 250 m

Datos meteorológicos

Descripción: Espacialmente desagregado de CFSR, CFSv2 y GFS (© 2019 NOAA) y MERRA2 (© 2019 NASA) por el método Solargis

Resolución espacial: Temperatura 1 km, otros parámetros meteorológicos 33 km a 55 km

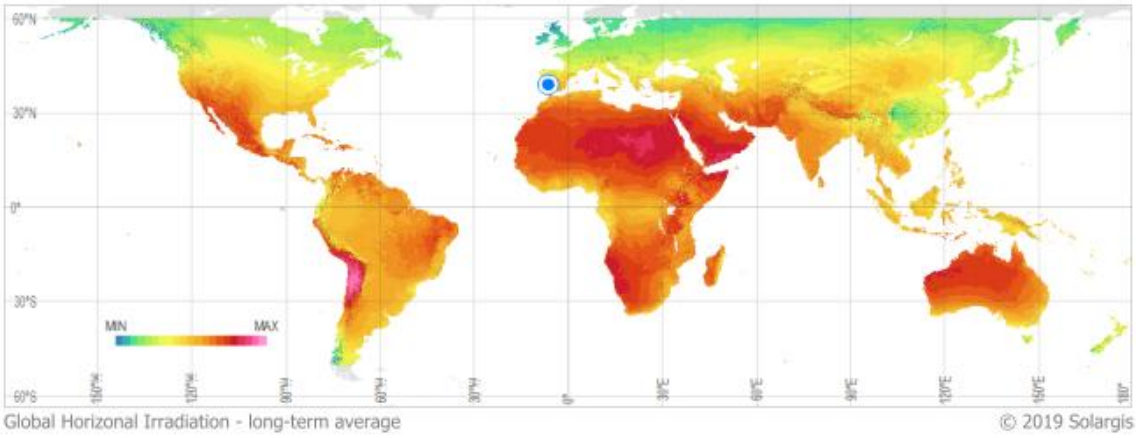



*Imagen 1. Radiación Global Horizontal*

### 3.1.2 Datos meteorológicos

A continuación, se muestran las medias mensuales extraídas de la base de datos Solargis:

*Tabla 1. Datos meteorológicos medios de Solargis*

| | GlobHor kWh/m² | DiffHor kWh/m² | T_Amb °C | GlobInc kWh/m² | GlobEff kWh/m² | EArray kWh | E_Grid kWh | PR ratio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **January** | 50.4 | 26.93 | 7.61 | 72.4 | 54.7 | 3162502 | 2938930 | 0.714 |
| **February** | 62.4 | 31.71 | 4.23 | 82.8 | 68.1 | 3949403 | 3701945 | 0.787 |
| **March** | 115.6 | 51.17 | 9.91 | 137.5 | 127.8 | 7134603 | 6732537 | 0.862 |
| **April** | 139.2 | 65.97 | 10.26 | 152.5 | 145.1 | 8175521 | 7733082 | 0.892 |
| **May** | 175.0 | 79.92 | 13.08 | 179.6 | 171.4 | 9629104 | 9126267 | 0.894 |
| **June** | 185.3 | 76.47 | 16.80 | 185.6 | 177.4 | 9858395 | 9340494 | 0.886 |
| **July** | 202.3 | 77.33 | 17.79 | 205.6 | 197.0 | 10879315 | 10312172 | 0.883 |
| **August** | 176.8 | 68.04 | 19.64 | 189.3 | 181.4 | 9891242 | 9368252 | 0.871 |
| **September** | 131.6 | 57.12 | 17.04 | 152.6 | 144.0 | 7881798 | 7463096 | 0.861 |
| **October** | 92.0 | 44.72 | 12.24 | 118.1 | 102.6 | 5767707 | 5442993 | 0.811 |
| **November** | 52.8 | 30.66 | 10.00 | 72.0 | 56.3 | 3231606 | 3007313 | 0.735 |
| **December** | 41.5 | 23.82 | 7.34 | 61.2 | 44.2 | 2563523 | 2359144 | 0.679 |
| **Year** | 1424.9 | 633.85 | 12.21 | 1609.4 | 1470.1 | 82124717 | 77526225 | 0.848 |

# 4 Metodología de cálculo y resultados

La metodología utilizada para la estimación de producción de energía está basada en un año meteorológico tipo (TMY) P50 y resumida en las siguientes etapas:

- Proceso de simulación en PVSyst
  - Cálculo de la energía incidente efectiva, transformación de la irradiación en el plano colector (sistema de seguimiento a un eje)
  - Cálculo de energía en el inversor a MPP
- Pérdidas en el sistema y ajuste de la relación de rendimiento (Performance Ratio)
- Cálculo de la producción de energía en el año cero (Resultados)

A continuación, se describe el proceso de cálculo de producción de energía en el punto de conexión para el año cero de operación de la instalación solar y la distribución mensual típica para la previsión de producción de energía anual.

La producción de energía en el punto de entrega ha sido calculada con el software especializado para instalaciones fotovoltaicas PVSyst versión 7.2.11.

PVSyst es una herramienta de simulación altamente sofisticada desarrollada en la Universidad de Ginebra desde 1993, siendo el software más difundido mundialmente para el dimensionamiento de sistemas fotovoltaicos y evaluación de la producción de energía de los mismos. El software PVSyst permite analizar con precisión diferentes configuraciones para los sistemas fotovoltaicos y evaluar sus resultados, a fin de poder identificar la mejor solución

La simulación por hora realizada en PVSYST implica unas cincuenta variables, que se acumulan en las cifras mensuales. El informe de resultados de PVSyst se adjunta al final de este documento. La simulación ha ejecutado los siguientes pasos:

## 4.1 Cálculo de la energía incidente efectiva

El PVSYST recoge datos por hora (irradiancia global horizontal, la temperatura y la radiación difusa) y lleva a cabo el cálculo de la radiación (global, difusa y albedo) en el plano fotovoltaico, en este caso seguidor solar de un eje, PVSyst realiza este cálculo usando los ángulos solares para el intervalo de tiempo calculado en el lugar del proyecto. A continuación, el software aplica el factor de corrección por inclinación de los módulos en cada momento.

Esto conduce a la llamada "Energía real incidente", es decir, la radiación que alcanza efectivamente la superficie de la célula fotovoltaica.

El factor de transposición (TF) es la relación entre la irradiación en el plano del módulo y la irradiación horizontal. Para ello, PVSYST ofrece dos modelos de ejecución:

- Modelo Hay, un modelo clásico y robusto que muestra buenos resultados incluso cuando el conocimiento de la radiación difusa no es bueno.
- Modelo Pérez (Pérez, Ineichen et al.), es el modelo más sofisticado que requiere buenos datos de radiación horizontales.

La transposición se calcula por separado para cada componente de la irradiación. El componente del haz implica una transformación geométrica pura (coseno), que no implica ningún supuesto físico.

Los dos modelos difieren en el tratamiento de la componente difusa:

- En el modelo Hay, la radiación difusa se divide en contribución isotrópico y "circunsolar" proporcional a la componente del haz. Por la transposición, la porción media esfera isotrópico se reduce de acuerdo con el ángulo sólido de la bóveda celeste "visto" por el plano (es decir, la fracción (1+ Cos i) / 2, donde "i" es el ángulo de inclinación). El circunsolar se transpone geométricamente como el haz componente. El modelo especifica Hay determinar la fracción circunsolar, que se elige con el índice de Claridad Kb de la componente del haz.
- El modelo de Pérez-Ineichen introduce la "banda horizonte" como una tercera componente difusa. Se divide el cielo en sectores, y parametriza la transformación de la banda circunsolar y el horizonte de acuerdo con correlaciones establecidas en la base de datos de varias mediciones locales distribuidas en todo el mundo.

El componente de albedo se evalúa de la misma manera en ambos modelos como una fracción dada (relación de albedo) del total, ponderado por la fracción de "rodaja de naranja" definida entre la horizontal y la extensión del plano inclinado, que es una fracción (1-cos i) / 2 de media esfera.

El resultado de los cálculos del presente informe se basa en el modelo Pérez y reflexión a nivel del suelo (albedo) del 20%.

## 4.2 Energía “virtual” de MPP

El software calcula la temperatura de los módulos (balance de energía entre absorbido y las pérdidas de calor) y la potencia disponible en el punto de máxima potencia MPP (es una energía "virtual", como si el sistema funcionara a la perfección, disponible en las bornas del inversor).

## 4.3 Energía del sistema

Los siguientes pasos de simulación dependen del sistema a estudio. Una vez que la irradiación global efectiva incidente y el punto MPP se determinan, el sistema contempla el comportamiento del inversor que es el siguiente:

- Si la energía disponible en el campo FV (EArrMPP) no alcanza el límite de entrada del inversor, el inversor considera un circuito abierto (I = 0 y T = Voc).
- Si la potencia de salida del inversor es superior a su potencia nominal, su comportamiento será (de acuerdo con sus especificaciones técnicas):
  - Limitación: el inversor busca en su curva I/V el punto correspondiente que actúe en su potencia nominal más cercana, disminuyendo la corriente de funcionamiento.
  - Corte: las entradas del inversor se cortan, la disposición se considera en circuito abierto, la potencia es igual a cero.
- En funcionamiento normal, el inversor trabaja en el MPP por lo que su potencia de entrada es EArrMPP y la potencia de salida se calculan de acuerdo con su curva de eficiencia.

En cada caso, la pérdida de energía para un funcionamiento óptimo MPP se acumula de forma independiente, así como los valores de tensión e intensidad.

## 4.4 Estimación de pérdidas y cálculo de PR

Con el fin de hacer un estudio adecuado y detallado de la previsión energética, es necesario definir las pérdidas del sistema fotovoltaico.

Las pérdidas consideradas en este estudio se aplican en la fórmula de la Producción Anual de Referencia, Yr (Reference yield) definido como:

$$Y_r = P_{STC} \cdot \frac{IGI}{G_{STC}}$$

Dónde:

- $P_{STC}$ = suma de la potencia nominal de los módulos en condiciones STC.
- IGI= irradiación global en el plano inclinado (plano de los módulos) sin considerar las pérdidas por sombreamiento interno o externo.
- $G_{STC}$= irradiancia en condiciones STC (1000 W/m2).

La producción anual de referencia equivale por tanto a la producción de energía de un sistema fotovoltaico con PR (Performance Ratio) de 100 %.

La pérdida total se obtiene mediante la siguiente relación:

Producción de energía certificada= Yr *(1 - total de perdidas)

En los siguientes apartados se describen los factores de pérdida considerados para el cálculo de la Producción de energía certificada.

### 4.4.1 Albedo

Se corresponde con la reflectividad de las superficies circundantes y del interior de la UFV. Para este proyecto se estimó con un valor medio de reflectividad de 20% (0,20), considerando un suelo de pastos promedio (que será el recubrimiento futuro del suelo). Este valor de albedo se considera constante durante todo el año en las simulaciones.

### 4.4.2 Trayectoria Solar y Horizonte

El horizonte solar del sitio donde se encuentra la planta fotovoltaica pueda provocar sombreados por objetos lejanos. El sombreado trabaja en la planta de una manera integral y en un momento determinado, cuando el sol es visible o no en el campo. Cuando el sol está detrás del horizonte, su luz no llega a los módulos.

### 4.4.3 Sombreado del panel (pérdida por irradiación)

Las pérdidas por sombreado entre paneles se calculan en PVSYST a través de simulaciones en modelos 3D, Como se muestra a continuación:

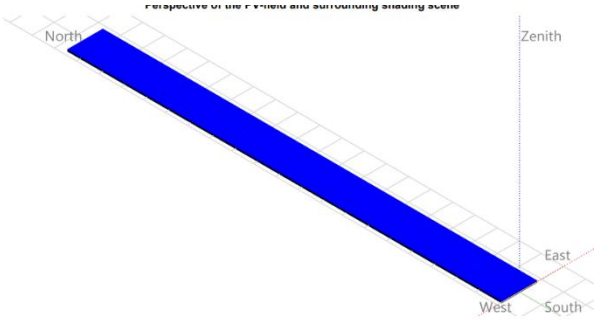



*Imagen 2. Modelo 3D para sombras internas*

### 4.4.4 Pérdidas por ángulo de reflexión y espectrales

La reflexión angular se produce cuando la luz del sol tiene un ángulo distinto de 0° sobre la superficie de los módulos, lo que implica una pérdida de energía que puede ser determinada por la ley del Coseno (grandes pérdidas con grandes ángulos de incidencia). Esto es debido al hecho de que la superficie de los módulos produce reflexiones que causan una pérdida en el rendimiento. Este fenómeno de reflexión aumenta con el ángulo de incidencia, Los módulos ahora utilizan un cristal anti-reflejo. Así, la cantidad de luz absorbida es mayor, aumentando así el rendimiento de los módulos.

Los reflejos espectrales de los dispositivos fotovoltaicos son espectralmente selectivos, lo que significa que la corriente generada es diferente para cada longitud de onda del espectro de la radiación incidente (respuesta espectral). La variación en el tiempo y el espectro solar

normalizado en relación con el espectro solar puede afectar a la respuesta de las células fotovoltaicas que resultan en ganancia o pérdida de energía.

La potencia nominal y la irradiancia del panel fotovoltaico en condiciones estándar de medida STC (25 °C y 1000 W/m²) implican una incidencia espectral estándar (AM1,5) durante el período de operación.

### 4.4.5 Pérdidas por suciedad

La deposición de suciedad y polvo sobre la superficie de los módulos provoca la disminución de generación de energía. Para un mismo grado de suciedad, la pérdida de energía es mayor cuando los rayos de sol inciden con respecto a la inclinación del panel que cuando caen perpendicularmente.

La influencia de la suciedad en los módulos depende de varios factores. Además de los efectos de inclinación del módulo y del clima, las condiciones del lugar o cercanías de la planta son muy importantes para estimar el factor de suciedad.

Para un mejor rendimiento, los módulos deben ser limpiados con regularidad, teniendo en cuenta la información del cliente y los métodos de limpieza, se ha adoptado para este informe, un factor de pérdidas por suciedad del 1,5%.

### 4.4.6 Pérdidas del módulo

Las pérdidas del módulo vienen marcadas por el fabricante de este, PVSYST utiliza los datos incluidos en el archivo de simulación del panel provisto por el fabricante de los mismos. Todos los módulos tienen un rendimiento variable en términos de producción de energía para los diferentes niveles de radiación.

### 4.4.7 Pérdidas por nivel de radiación

Los módulos de silicio cristalino suelen perder eficacia cuando se reduce intensidad de la luz que reciben. Es decir, cuando la radiación es inferior a 1000 W/m², la eficiencia del módulo se reduce de acuerdo a los valores de la hoja de datos del panel. Estas pérdidas se calculan mediante el modelo de simulación PVSYST de los módulos elegidos.

### 4.4.8 Pérdidas por temperatura

La corriente suministrada por las células solares es relativamente estable a altas temperaturas, en cambio, a altas temperaturas la tensión se reduce. Esto lleva a una pérdida de energía debido al aumento de temperatura de la célula.

Para determinar la temperatura real en cada momento de las células PVSYST utiliza una ecuación con dos parámetros térmicos: Uc y Uv.

Cuando no hay un estudio de viento disponible PVSYST recomienda usar Uc = 29 y Uv = 0 para módulos montados al aire, con el fin de hacer frente a la incertidumbre de la velocidad del viento. Estos valores han sido obtenidos mediante un gran número de ensayos realizados por los proveedores del software específico.

### 4.4.9 Pérdidas eléctricas en strings debidas al sombreado

La versión 7 del PVSyst incluye la posibilidad de calcular las pérdidas debido al efecto de sombreado en las pérdidas eléctricas. Estas pérdidas son debido a la diferencia de corriente en cada string, de modo que la corriente en cada célula limita la corriente superior de la célula dentro de un mismo string.

### 4.4.10 Pérdidas por la calidad de los módulos

Los módulos fotovoltaicos obtenidos en procesos de fabricación industrial no son todos iguales, su potencia nominal en STC tiene cierta dispersión (por lo general una dispersión tipo Gauss).

Los fabricantes de los módulos aseguran que la potencia de pico del módulo es de entre ± 3% a ± 10% de lo que marca la ficha técnica. De acuerdo con las especificaciones técnicas de los módulos de este proyecto, la cantidad mínima y máxima potencia a entregar por el que puede variar de 0 a ± 5 Wp.

Tomando un escenario conservador para el uso de este valor en el cálculo de generación de energía se decide tomar la ganancia de calidad módulo correspondiente a 0,7%.

### 4.4.11 LID (Degradación inducida por la luz)

El LID es una pérdida de rendimiento que surge en las primeras horas de exposición al sol de los módulos cristalinos. Puede afectar al rendimiento real en relación con los datos finales de las pruebas de flash en las fábricas de módulos fotovoltaicos.

### 4.4.12 Pérdidas por mismatch

Estas pérdidas están relacionadas con el hecho de que las células y/o módulos que componen el sistema fotovoltaico no son idénticas, y sus parámetros eléctricos varían, de modo que no todos pueden trabajar simultáneamente en el punto de máxima potencia.

La tolerancia de potencia del módulo establecida por la hoja de datos está entre 0 a ± 5 Wp.

Los factores eléctricos directamente relacionados con la potencia, tensión e intensidad también tienen ciertas tolerancias. Esto significa que dos módulos con una misma potencia máxima medida pueden tener diferentes valores de voltaje y corriente. Sin embargo, el inversor sólo se puede ajustar a una tensión, lo que ya pone compromiso todos los módulos

conectados a él. En un string, el módulo con menor corriente limita la corriente total del string, limitando también la potencia de ese string, La diferencia entre la suma de las potencias de todos los módulos con respecto a la potencia individual de los módulos en el punto de máxima potencia es lo que se conoce como la pérdida de incompatibilidad o "mismatch".

Para este informe, las pérdidas "mismatch" son evaluadas por una distribución de Gauss. El resultado es considerar una pérdida por "mismatch" del 1,1%.

### 4.4.13 Estimación de la degradación

La garantía del fabricante del módulo fija una degradación lineal anual. Sobre la base de la distribución normal de los paneles instalados en la planta, la degradación anual media considerada en este informe fue de 0,0% por simularse el año natural cero. Para los respectivos años sucesivos de operación del parque la degradación será de 0.5% / año.

### 4.4.14 Pérdidas en el cableado CC

La pérdida de potencia en el cableado de CC debe calcularse teniendo en cuenta las secciones y la longitud del cable y la tensión considerada para la planta fotovoltaica en condiciones de prueba estándar.

Los criterios de selección de cable deben cumplir los siguientes criterios:

- Caída de tensión inferior al 1,5%;
- Potencia no mayor del 80% de la potencia nominal

Las pérdidas óhmicas promedio asumidas en los cables de CC son del 1,5% en STC. Esto conduce a una pérdida promedio en términos reales del 1,1%.

### 4.4.15 Pérdidas en el inversor

Las siguientes pérdidas tienen que ser consideradas en relación con el funcionamiento de los inversores de los paneles fotovoltaicos:

- Pérdidas asociadas con el punto de potencia máxima (MPPT) del generador fotovoltaico:
  - Pérdidas debidas a la superación de la potencia nominal del inversor;
  - Pérdidas debidas al umbral de potencia;
  - Pérdidas debidas a la superación de la tensión nominal del inversor;
  - Pérdidas debidas al umbral de tensión.
- Pérdidas por conversión eléctrica DC/AC

El inversor funciona directamente conectado al generador y cuenta con un dispositivo electrónico para el seguimiento del punto de máxima potencia (MPPT) del generador

fotovoltaico (que varía dependiendo de las condiciones ambientales, de irradiación y temperatura).

El inversor puede ser caracterizado por el punto de máxima potencia de la curva de rendimiento, que se define como la relación de la energía producida con respecto a la cantidad máxima que podría ocurrir en el caso de un seguimiento perfecto.

Las pérdidas debidas a la superación de la potencia y/o de la tensión nominal del inversor, o de alcance del umbral de potencia y/o de la tensión, dependerá de la irradiación efectiva global incidente, del dimensionamiento del generador fotovoltaico y del comportamiento del inversor en MPP, como se ha explicado anteriormente.

La eficiencia del inversor en ciertos niveles de potencias y tensiones de entrada es modelada de acuerdo con la información proporcionada por el fabricante. Para los inversores centrales utilizados (2935 kVA a 25ºC), la eficiencia es óptima a tensiones de entrada bajas. Los cálculos de eficiencia del inversor realizados en el software PVSYST tienen en cuenta el autoconsumo del propio dispositivo.

El modelo de simulación de PVSYST interpola la eficiencia para cada hora del año de acuerdo con el nivel real de potencia y la tensión. Para el análisis del rendimiento, se supone que el inversor es capaz de evitar desconectarse debido a los excesos de temperatura.

Las pérdidas asociadas con la potencia nominal del inversor están directamente relacionadas con la proporción de CC/AC consideradas. Al aumentar la relación CC/AC, la generación de energía se maximiza, pero algunas pérdidas deben ser consideradas. Las pérdidas medias debido a la sobrecarga del inversor obtenidas en la simulación alcanzaron un valor de 0,0%.

El umbral de potencia es la potencia mínima de entrada necesaria para operar. Las pérdidas asociadas con el límite de potencia del inversor serán del 0,0%.

### 4.4.16 Cableado BT CA y pérdidas en el transformador

Las pérdidas eléctricas por el cableado de BT en AC se han calculado teniendo en cuenta la caída de tensión debido a la sección del cable, la longitud condiciones de prueba estándares.

Los criterios de diseño para la selección de la sección del cable de CA deben cumplir con:

- Caída de tensión inferior al 1,5%
- La corriente no exceda del 80% de la capacidad máxima de corriente corregida del cable.

Las pérdidas de las conexiones en baja tensión entre el inversor y el transformador de media tensión dentro del centro de transformación, se considerarán despreciables.

Las pérdidas del transformador de media tensión son simuladas de acuerdo con la suposición de pérdidas constantes en el hierro y pérdidas resistivas e inductivas de corriente.

### 4.4.17 Pérdidas en los cableados de AC de MT

Los cables de MT comienzan en las celdas de media tensión de cada centro de transformación y van hasta el OCR que conecta la planta con la red de MT del distribuidor.

Los criterios de diseño para la selección de la sección del cable deben cumplir con lo siguiente:

- Caída de tensión menor de 1,5%
- La corriente no exceda del 80% de la capacidad máxima de corriente corregida del cable (en caso de funcionamiento más crítico del cable)

Las pérdidas medias anuales asumidas en la red de media tensión sobre las condiciones de la instalación son del 1,25% de acuerdo con las estimaciones de pérdidas de energía para líneas de MT de instalaciones solares similares.

### 4.4.18 Pérdidas por consumo interno de la planta

En los sistemas de seguridad, control, iluminación de salas técnicas o de personal de operación de la planta fotovoltaica, se consume una cierta cantidad de energía. Además, en las plantas fotovoltaicas que utilizan seguidores solares, estos necesitan de una alimentación para su accionamiento y control.

El consumo interno de la planta fotovoltaica normalmente corresponde al 0,3% en el caso de la generación de plantas con seguidor.

## 4.5 Resultados. Producción P50

Las siguientes tablas muestra los datos de irradiación recibida, las pérdidas generadas y la energía resultante anual P50 para el año cero calculada tras las simulaciones y los cálculos anteriormente descritos.

*Tabla 2. Resumen de datos irradiancia sobre la planta*

| | |
|---|---|
| **Irradiación Global Horizontal (GHI) (kWh/m2)** | **1424,9** |
| **Irradiación global sobre plano Inclinado (Ginc) (kWh/m2)** | **1609,4** |

*Tabla 3. Flujo de pérdidas (%) y generación (MWh)*

| | |
|---|---|
| **Sombreado externo (horizonte)** | -0,66% |
| **Sombreado interno y objetos próximos** | -6,30% |
| **Angulares (IAM)** | -0,41% |
| **Suciedad** | -1.50% |
| **Nivel de irradiación** | +0,15% |
| **Pérdidas Temperatura** | -1,88% |
| **Módulos - Calidad** | +0.75% |
| **Módulos - LID** | -2,00% |
| **Incompatibilidad eléctrica (mismatch)** | -1,00% |
| **Óhmicas en corriente continua** | -0,91% |
| **Pérdida inversor sobre potencia nominal** | -1,45% |
| **Consumo nocturno Inversor** | -0,03% |
| **Operación inversor** | -1,45% |
| **Producción Energía Inversor (MWh) - P50, Año cero** | **80.908** |
| **Cableado AC de BT** | -0,05% |
| **Transformadores** | -1,12% |
| **Cableado AC de MT/AT** | -0,81% |
| **Consumos auxiliares** | -0,40% |
| **Producción Energía hasta el punto de conexión (MWh/año)** | **77.526** |

# 5 SIMULACIÓN PVsyst

Version 7.4.8

## PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Solaria Zierbena Solar 17

Variant: 251017 Zierbena 17 - 56,819MWp | Trina_620Wp | Fija_2V14 | pitch6m | 17xPowerElectronics_FS2935K

Sheds, single array
System power: 56.82 MWp
Rivabellosa - España

**Author**
Solaria Energía y Medio Ambiente (Spain)

**PVsyst V7.4.8**
VC2, Simulation date:
20/10/25 10:09
with V7.4.8

## Project: Solaria Zierbena Solar 17

Variant: 251017 Zierbena 17 - 56,819MWp | Trina_620Wp | Fija_2V14 | pitch6m | 17xPowerElectronics_FS2935K

Solaria Energía y Medio Ambiente (Spain)

### Project summary

**Geographical Site**
**Rivabellosa**
España

**Situation**

| | |
|---|---|
| Latitude | 42.72 °N |
| Longitude | -2.90 °W |
| Altitude | 537 m |
| Time zone | UTC+1 |

**Project settings**
Albedo 0.20

**Weather data**
Rivabellosa
SolarGISv2.2.37 - TMY

### System summary

**Grid-Connected System**

**Sheds, single array**

**PV Field Orientation**
Fixed plane
Tilt/Azimuth 20 / 0 °

**Near Shadings**
Linear shadings : Fast (table)

**User's needs**
Unlimited load (grid)

**System information**

| PV Array | | Inverters | |
|---|---|---|---|
| Nb. of modules | 91644 units | Nb. of units | 17 units |
| Pnom total | 56.82 MWp | Pnom total | 49.90 MWac |
| | | Grid power limit | 50.00 MWac |
| | | Grid lim. Pnom ratio | 1.136 |

### Results summary

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Produced Energy | 77526225 kWh/year | Specific production | 1364 kWh/kWp/year | Perf. Ratio PR | 84.78 % |

### Table of contents

Project and results summary 2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses 3
Horizon definition 6
Near shading definition - Iso-shadings diagram 7
Main results 8
Loss diagram 9
Predef. graphs 10

**PVsyst V7.4.8**
VC2, Simulation date:
20/10/25 10:09
with V7.4.8

## Project: Solaria Zierbena Solar 17

Variant: 251017 Zierbena 17 - 56,819MWp | Trina_620Wp | Fija_2V14 | pitch6m | 17xPowerElectronics_FS2935K

Solaria Energía y Medio Ambiente (Spain)

### General parameters

**Grid-Connected System** — **Sheds, single array**

**PV Field Orientation**

| Orientation | | Sheds configuration | | Models used | |
|---|---|---|---|---|---|
| Fixed plane | | Nb. of sheds | 327 units | Transposition | Perez |
| Tilt/Azimuth | 20 / 0 ° | Single array | | Diffuse | Imported |
| | | **Sizes** | | Circumsolar | separate |
| | | Sheds spacing | 6.00 m | | |
| | | Collector width | 4.78 m | | |
| | | Ground Cov. Ratio (GCR) | 79.7 % | | |
| | | Top inactive band | 0.02 m | | |
| | | Bottom inactive band | 0.02 m | | |
| | | **Shading limit angle** | | | |
| | | Limit profile angle | 47.9 ° | | |

| Horizon | | Near Shadings | User's needs |
|---|---|---|---|
| Average Height | 3.8 ° | Linear shadings : Fast (table) | Unlimited load (grid) |

**Bifacial system**

Model: 2D Calculation unlimited sheds

| Bifacial model geometry | | Bifacial model definitions | |
|---|---|---|---|
| Sheds spacing | 6.00 m | Ground albedo | 0.30 |
| Sheds width | 4.82 m | Bifaciality factor | 80 % |
| Limit profile angle | 47.9 ° | Rear shading factor | 5.0 % |
| GCR | 80.4 % | Rear mismatch loss | 10.0 % |
| Height above ground | 1.50 m | Shed transparent fraction | 0.0 % |

**Grid power limitation**

| | |
|---|---|
| Active power | 50.00 MWac |
| Pnom ratio | 1.136 |

### PV Array Characteristics

**PV module**

| | |
|---|---|
| Manufacturer | Trina Solar |
| Model | TSM-620NEG19RC.20 |
| (Custom parameters definition) | |
| Unit Nom. Power | 620 Wp |
| Number of PV modules | 91644 units |
| Nominal (STC) | 56.82 MWp |
| Modules | 3273 string x 28 In series |
| **At operating cond. (50°C)** | |
| Pmpp | 52.78 MWp |
| U mpp | 1062 V |
| I mpp | 49721 A |

**Inverter**

| | |
|---|---|
| Manufacturer | Power Electronics |
| Model | FS2935K_615V_20210528_Preliminary |
| (Custom parameters definition) | |
| Unit Nom. Power | 2935 kWac |
| Number of inverters | 17 units |
| Total power | 49895 kWac |
| Operating voltage | 870-1500 V |
| Pnom ratio (DC:AC) | 1.14 |

**Total PV power**

| | |
|---|---|
| Nominal (STC) | 56819 kWp |
| Total | 91644 modules |
| Module area | 247548 m² |

**Total inverter power**

| | |
|---|---|
| Total power | 49895 kWac |
| Number of inverters | 17 units |
| Pnom ratio | 1.14 |

## Array losses

**Array Soiling Losses**
Loss Fraction 1.5 %

**Thermal Loss factor**
Module temperature according to irradiance
Uc (const) 29.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

**DC wiring losses**
Global array res. 0.35 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

**LID - Light Induced Degradation**
Loss Fraction 2.0 %

**Module Quality Loss**
Loss Fraction -0.8 %

**Module mismatch losses**
Loss Fraction 0.9 % at MPP

**Strings Mismatch loss**
Loss Fraction 0.1 %

**IAM loss factor**
Incidence effect (IAM): User defined profile

| 0° | 30° | 50° | 60° | 70° | 75° | 80° | 85° | 90° |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 0.987 | 0.963 | 0.891 | 0.672 | 0.000 |

## System losses

**Auxiliaries loss**
Proportional to Power 4.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.

## AC wiring losses

**Inv. output line up to MV transfo**
Inverter voltage 615 Vac tri
Loss Fraction 0.09 % at STC
**Inverter: FS2935K_615V_20210528_Preliminary**
Wire section (17 Inv.) Alu 17 x 3 x 3000 mm²
Average wires length 10 m

**MV line up to HV Transfo**
MV Voltage 30 kV
Average each inverter
Wires Alu 3 x 95 mm²
Length 2064 m
Loss Fraction 0.47 % at STC

**HV line up to Injection**
HV line voltage 400 kV
Wires Alu 3 x 95 mm²
Length 122405 m
Loss Fraction 1.42 % at STC

## AC losses in transformers

**MV transfo**
Medium voltage 30 kV
**One transfo parameters**
Nominal power at STC 6.23 MVA
Iron Loss (24/24 Connexion) 6.60 kVA
Iron loss fraction 0.11 % at STC
Copper loss 53.19 kVA
Copper loss fraction 0.85 % at STC
Coils equivalent resistance 3 x 0.52 mΩ

**Operating losses at STC (full system)**
Nb. identical MV transfos 9
Nominal power at STC 56.05 MVA
Iron loss (24/24 Connexion) 59.42 kVA
Copper loss 478.69 kVA

**AC losses in transformers**

| | |
|---|---|
| **HV transfo** | |
| Grid voltage | 400 kV |
| **Transformer from Datasheets** | |
| Nominal power | 50000 kVA |
| Iron Loss (24/24 Connexion) | 100.00 kVA |
| Iron loss fraction | 0.20 % of PNom |
| Copper loss | 400.00 kVA |
| Copper loss fraction | 0.80 % at PNom |
| Coils equivalent resistance | 3 x 144.00 mΩ |

## Horizon definition

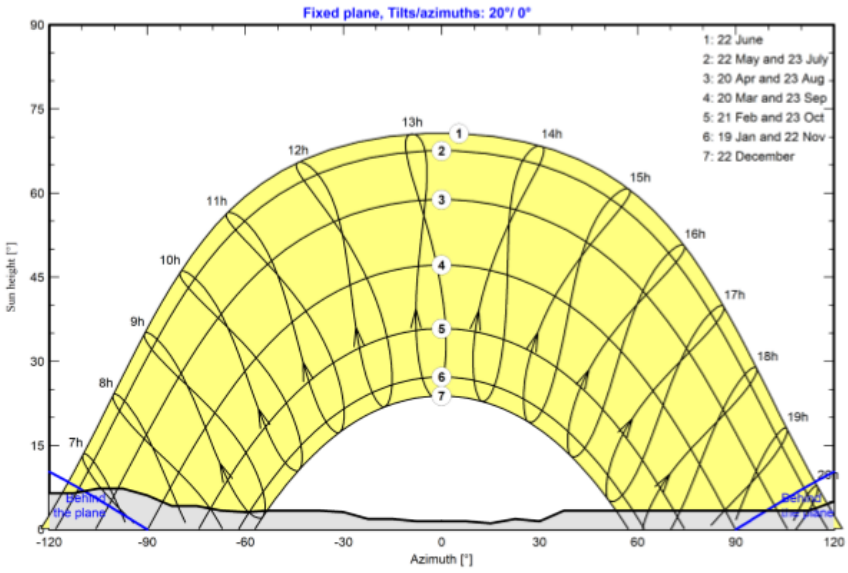
**Horizon from PVGIS website API, Lat=42°44'20", Long=-2°59'4", Alt=514m**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Average Height | 3.8 ° | Albedo Factor | 0.89 |
| Diffuse Factor | 0.99 | Albedo Fraction | 100 % |

### Horizon profile

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Azimuth [°] | -180 | -173 | -165 | -158 | -150 | -143 | -135 | -128 | -120 | -113 | -105 | -98 |
| Height [°] | 3.8 | 3.8 | 4.6 | 4.2 | 4.2 | 5.0 | 5.7 | 5.7 | 6.5 | 6.5 | 7.3 | 7.3 |
| Azimuth [°] | -90 | -83 | -75 | -68 | -60 | -53 | -38 | -30 | -23 | -15 | -8 | 8 |
| Height [°] | 6.1 | 4.2 | 4.2 | 3.4 | 3.1 | 3.4 | 3.4 | 3.1 | 1.9 | 1.9 | 1.5 | 1.5 |
| Azimuth [°] | 15 | 23 | 30 | 38 | 113 | 120 | 135 | 143 | 150 | 158 | 173 | 180 |
| Height [°] | 1.1 | 1.9 | 1.5 | 3.4 | 3.4 | 5.0 | 5.0 | 4.6 | 4.6 | 4.2 | 3.4 | 3.8 |

### Sun Paths (Height / Azimuth diagram)





**PVsyst V7.4.8**
VC2, Simulation date:
20/10/25 10:09
with V7.4.8

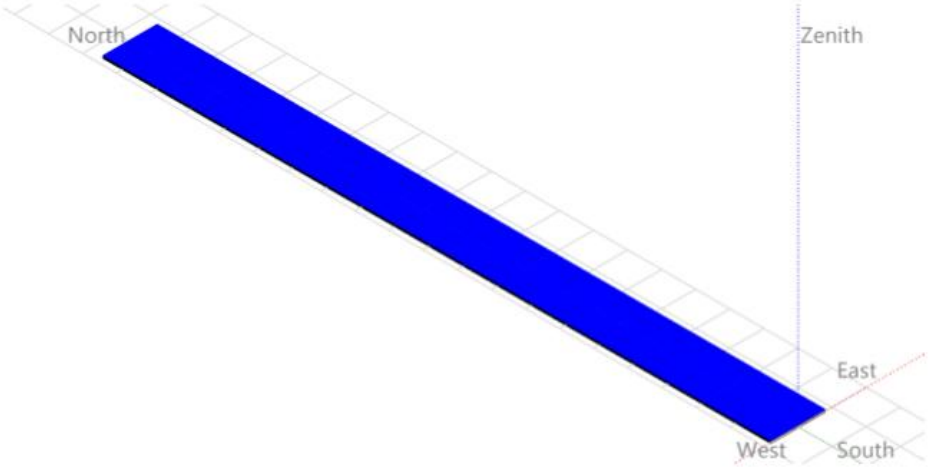
Project: Solaria Zierbena Solar 17

Variant: 251017 Zierbena 17 - 56,819MWp | Trina_620Wp | Fija_2V14 | pitch6m | 17xPowerElectronics_FS2935K

Solaria Energía y Medio Ambiente (Spain)

**Near shadings parameter**

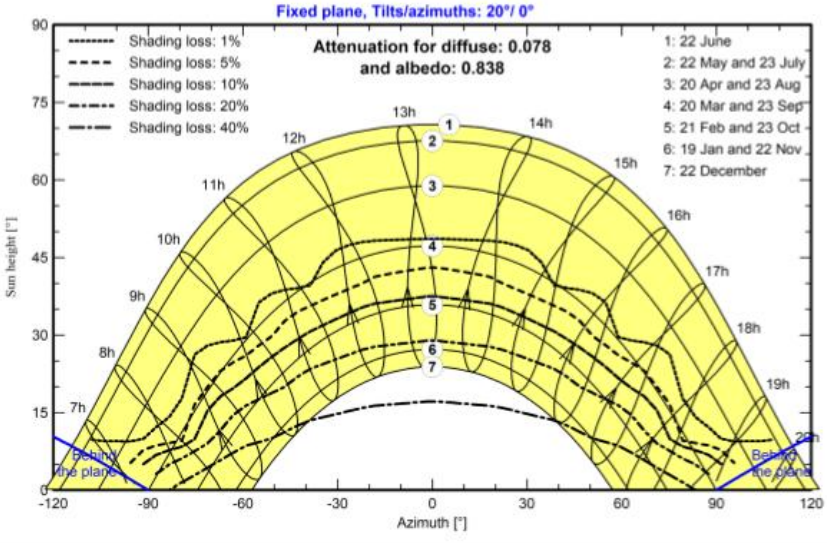
**Perspective of the PV-field and surrounding shading scene**




**Iso-shadings diagram**

**Orientation #1**

**Fixed plane, Tilts/azimuths: 20°/ 0°**



**PVsyst V7.4.8**
VC2, Simulation date:
20/10/25 10:09
with V7.4.8

Project: Solaria Zierbena Solar 17

Variant: 251017 Zierbena 17 - 56,819MWp | Trina_620Wp | Fija_2V14 | pitch6m | 17xPowerElectronics_FS2935K

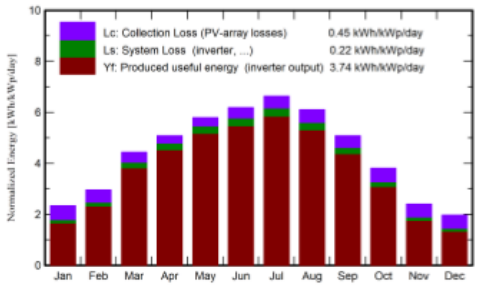
Solaria Energía y Medio Ambiente (Spain)

## Main results

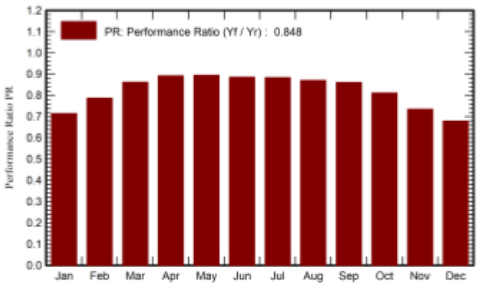
**System Production**

| | | | |
|---|---|---|---|
| Produced Energy | 77526225 kWh/year | Specific production | 1364 kWh/kWp/year |
| | | Perf. Ratio PR | 84.78 % |

**Normalized productions (per installed kWp)**




**Performance Ratio PR**




**Balances and main results**

| | GlobHor kWh/m² | DiffHor kWh/m² | T_Amb °C | GlobInc kWh/m² | GlobEff kWh/m² | EArray kWh | E_Grid kWh | PR ratio |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| January | 50.4 | 26.93 | 7.61 | 72.4 | 54.7 | 3162502 | 2938930 | 0.714 |
| February | 62.4 | 31.71 | 4.23 | 82.8 | 68.1 | 3949403 | 3701945 | 0.787 |
| March | 115.6 | 51.17 | 9.91 | 137.5 | 127.8 | 7134603 | 6732537 | 0.862 |
| April | 139.2 | 65.97 | 10.26 | 152.5 | 145.1 | 8175521 | 7733082 | 0.892 |
| May | 175.0 | 79.92 | 13.08 | 179.6 | 171.4 | 9629104 | 9126267 | 0.894 |
| June | 185.3 | 76.47 | 16.80 | 185.6 | 177.4 | 9858395 | 9340494 | 0.886 |
| July | 202.3 | 77.33 | 17.79 | 205.6 | 197.0 | 10879315 | 10312172 | 0.883 |
| August | 176.8 | 68.04 | 19.64 | 189.3 | 181.4 | 9891242 | 9368252 | 0.871 |
| September | 131.6 | 57.12 | 17.04 | 152.6 | 144.0 | 7881798 | 7463096 | 0.861 |
| October | 92.0 | 44.72 | 12.24 | 118.1 | 102.6 | 5767707 | 5442993 | 0.811 |
| November | 52.8 | 30.66 | 10.00 | 72.0 | 56.3 | 3231606 | 3007313 | 0.735 |
| December | 41.5 | 23.82 | 7.34 | 61.2 | 44.2 | 2563523 | 2359144 | 0.679 |
| Year | 1424.9 | 633.85 | 12.21 | 1609.4 | 1470.1 | 82124717 | 77526225 | 0.848 |

**Legends**

| | | | |
|---|---|---|---|
| GlobHor | Global horizontal irradiation | EArray | Effective energy at the output of the array |
| DiffHor | Horizontal diffuse irradiation | E_Grid | Energy injected into grid |
| T_Amb | Ambient Temperature | PR | Performance Ratio |
| GlobInc | Global incident in coll. plane | | |
| GlobEff | Effective Global, corr. for IAM and shadings | | |



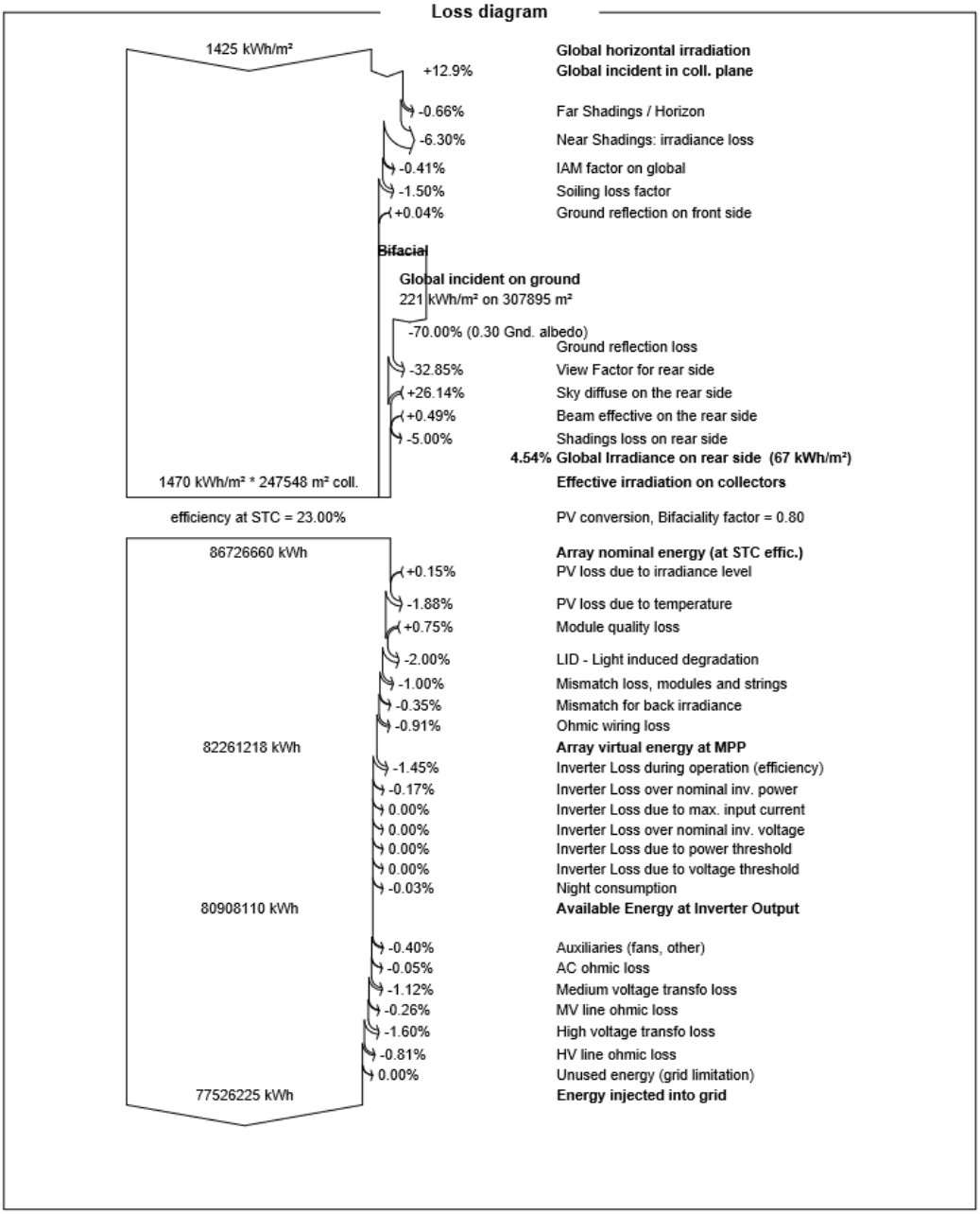
**PVsyst V7.4.8**
VC2, Simulation date:
20/10/25 10:09
with V7.4.8

Project: Solaria Zierbena Solar 17

Variant: 251017 Zierbena 17 - 56,819MWp | Trina_620Wp | Fija_2V14 | pitch6m | 17xPowerElectronics_FS2935K

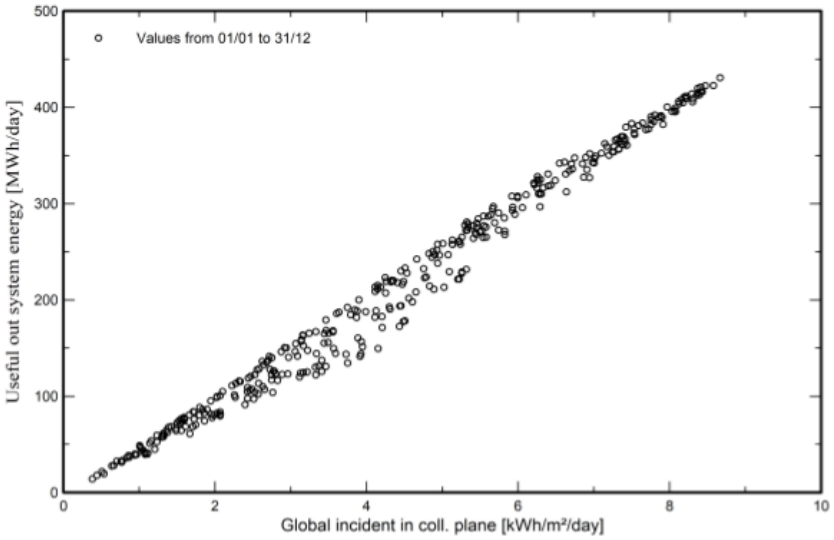
Solaria Energía y Medio Ambiente (Spain)

**Loss diagram**

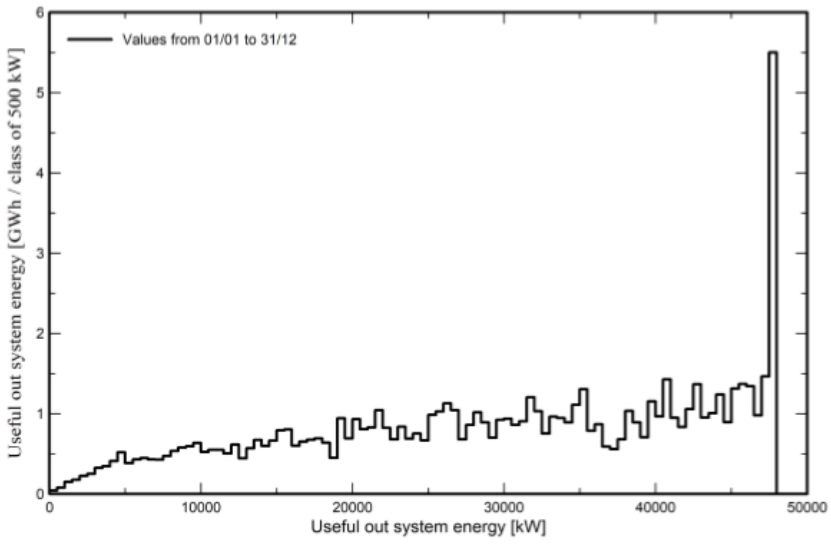


**Predef. graphs**

**Diagrama entrada/salida diaria**




**Distribución de potencia de salida del sistema**



# ANEXO II
# CÁLCULOS ELÉCTRICOS

# ÍNDICE

1 DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO ..... 4
1.1 CÁLCULO DEL NÚMERO DE MÓDULOS POR SERIE ..... 4
1.1.1 Número máximo de módulos por serie ..... 4
1.1.2 Número mínimo de módulos por serie ..... 5
1.1.3 Consideraciones finales ..... 5
2 CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN ..... 6
2.1 OBJETO ..... 6
2.2 NORMATIVA QUE APLICAR ..... 6
2.3 CONDICIONES DE INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN ..... 7
2.4 DESCRIPCIÓN DEL CABLEADO ..... 8
2.5 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE ..... 11
2.5.1 $I_Z$ INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE: ..... 12
2.5.2 FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA AMBIENTE: ..... 13
2.5.3 FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DEL TERRENO: ..... 13
2.5.4 FACTOR DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD TÉRMICA: ..... 14
2.5.5 FACTOR DE AGRUPAMIENTO: ..... 14
2.5.6 FACTOR DE PROFUNDIDAD: ..... 17
2.6 CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN ..... 17
2.7 RESUMEN RESULTADOS CÁLCULO BAJA TENSIÓN ..... 19
2.7.1 CALCULOS DEL BLOQUE TIPO POWER STATION (2 INVERSORES) ..... 20
3 CÁLCULOS MEDIA TENSIÓN ..... 31
3.1 OBJETO ..... 31
3.2 NORMATIVA QUE APLICAR ..... 31
3.3 DATOS TÉCNICOS DE PARTIDA MEDIA TENSIÓN ..... 32
3.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA RED ..... 32
3.3.2 DESCRIPCIÓN DEL CABLE SUBTERRÁNEO ..... 32
3.4 CRITERIOS DE DISEÑO MEDIA TENSIÓN ..... 33
3.4.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE O DE CALENTAMIENTO ..... 33
3.4.2 FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DEL TERRENO: ..... 35
3.4.3 FACTOR DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD TÉRMICA: ..... 35
3.4.4 FACTOR DE AGRUPAMIENTO: ..... 36

3.4.5 FACTOR DE PROFUNDIDAD: ....37
3.4.6 CAÍDAS DE TENSIÓN. ....38
3.4.7 CRITERIO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO ....38
3.5 RESULTADOS MEDIA TENSIÓN ....40
4 CÁLCULO RED DE TIERRAS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ....40
4.1 OBJETO ....40
4.2 NORMATIVA RELACIONADA RED DE TIERRAS ....40
4.3 DATOS DE ENTRADA ....41
4.4 CÁLCULOS DE DIMENSIONADO DE LA RED DE TIERRA DEL CT ....41
4.4.1 CÁLCULOS DE LAS MÁXIMAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO ADMISIBLES ....41
4.4.2 DIMENSIONADO DE LA MALLA DE TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN ....42
4.4.3 CÁLCULO DE LA MÁXIMA CORRIENTE MONOFÁSICA A TIERRA ....43
4.4.4 COMPROBACIÓN DE LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO ....44
5 ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS ....46
5.1 NORMATIVA ....46
5.2 LÍMITES MÁXIMOS ADMISIBLES ....46
5.3 NIVELES DE REFERENCIA ....47
5.4 DEFINICIONES ....47
5.5 MEDIDAS PARA LIMITAR LAS EMISIONES ....48
5.6 CÁLCULO DE CAMPOS MAGNÉTICOS ....49
5.6.1 CONSIDERACIONES DE CÁLCULO ....49
5.6.2 CABLEADO DE BAJA TENSIÓN ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES Y EL CUADRO DE BAJA TENSIÓN ....49
5.6.3 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE 30 KV ....52
5.7 CONCLUSIONES ....53

# 1 DIMENSIONADO DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

El generador fotovoltaico estará sobredimensionado aproximadamente un 10% respecto a la potencia nominal de los inversores a 50ºC con el fin de minimizar pérdidas y mejorar el punto de trabajo del inversor. La elección del factor de dimensionado viene determinada, principalmente, por las características de irradiancia y temperatura de la ubicación, la disposición de los módulos, las características de los equipos empleados y la retribución por la generación de energía.

Para seleccionar el factor de dimensionado que optimiza la captación de energía en relación a los metros cuadrados de captación instalados, se han considerado las características eléctricas de entrada del inversor seleccionado, así como las posibles pérdidas de energía que puedan aparecer en el tramo comprendido entre el generador fotovoltaico y el inversor (temperatura de operación, sombreados parciales, suciedad de los módulos, dispersión de parámetros, efecto Joule en el cableado de CC, etc.).

Se ha optado por una configuración centralizada a partir de un inversor trifásico de 2.935 kVA (a 35ºC). El rango de tensión de continua de trabajo del inversor seleccionado en máxima potencia es de 870-1.500 V, mientras que el máximo voltaje que permite son 1.500 V. El inversor carece de transformador de aislamiento galvánico, por lo que su eficiencia es muy alta. No obstante, se deberá considerar la variación de las características de tensión del generador fotovoltaico con la temperatura ambiente y la irradiancia incidente.

## 1.1 CÁLCULO DEL NÚMERO DE MÓDULOS POR SERIE

### 1.1.1 Número máximo de módulos por serie

El número máximo de módulos conectados en serie viene limitado por la tensión máxima en vacío de entrada al inversor. Ésta se corresponde con la tensión de circuito abierto del generador FV cuando la temperatura del módulo es mínima, esto es, en condiciones de relativamente baja irradiancia y temperatura ambiente muy baja (en el sitio considerado, analizando el TMY, la condición más desfavorable corresponde a -1,9ºC de temperatura ambiente y 532,34 W/m2 de radiación).

$$N = \frac{U_{max,inv}}{U_{ca}(-1{,}9^{\circ}\mathrm{C};\, 532{,}34\ \mathrm{W/m2})} = \frac{1.500V}{U_{ca}(-1{,}9^{\circ}\mathrm{C};\, 532{,}34\ \mathrm{W/m2})}$$

Donde Uca(-1,9ºC;532,34 W/m2) se calcula como la tensión del módulo cuando las condiciones ambientales son de -1,9ºC de temperatura ambiente, irradiancia de 532,34 W/m2, por lo que la temperatura de la célula en esas condiciones alcanza valores más elevados respecto a la temperatura ambiente, resultado ser de 10,6ºC en este caso.

Se ha estimado el valor de la tensión, utilizando la característica I-V del módulo fotovoltaico registrada en el PVSyst para esas condiciones:

$$U_{ca}(-1{,}9^{o}\mathrm{C};\ 532{,}34\ \mathrm{W/m2}) = 50{,}40\ V$$

$$N = \frac{U_{max,inv}}{U_{ca}(-1{,}9^{o}\mathrm{C};\ 532{,}34\ \mathrm{W/m2})} = \frac{1.500\ V}{50{,}40\ V}_{max} = 29{,}76\ módulos$$

Por lo tanto, en estas condiciones, es posible configurar en serie un máximo de 29 módulos, aunque se ha optado por 28 módulos en serie por string.

### 1.1.2 Número mínimo de módulos por serie

El número mínimo de módulos por serie está limitado por la tensión mínima de entrada al inversor en la que sigue la máxima potencia. El valor mínimo de la tensión de entrada al inversor debe ser menor o igual que la tensión de máxima potencia mínima del generador fotovoltaico; que corresponde cuando la temperatura ambiente es relativamente elevada y la irradiancia es baja. Analizando el TMY, la condición más desfavorable encontrada es a 23,6ºC y 51,93 W/m2:

$$N = \frac{U_{mp,inv}}{U_{mp}(23{,}6^{o}\mathrm{C};\ 51{,}93\ \mathrm{W/m2})} = \frac{87\ V}{U_{mp}(23{,}6^{o}\mathrm{C};\ 51{,}93\ \mathrm{W/m2})_{min}}$$

Donde $U_{mp}(23{,}6^{o}\mathrm{C};\ 51{,}93\ \mathrm{W/m2})$ se calcula como la tensión del módulo en condiciones ambientales de $23{,}6^{o}\mathrm{C}$e irradiancia de $51{,}93$ W/m2. la temperatura que alcanza la célula en esas condiciones de temperatura ambiente e irradiancia tendrá una temperatura más elevada con respecto a la temperatura ambiente, resultado ser de 10,6ºC en este caso.

La tensión, utilizando la característica I-V del módulo fotovoltaico registrada en el PVSyst, se ha estimado el valor de tensión:

$$U_{mp}(23{,}6^{o}\mathrm{C}^{o}\mathrm{C};\ 51{,}93\ W/m2) = 44{,}33\ V$$

$$N = \frac{U_{mp,inv}}{U_{mp}(23{,}6^{o}\mathrm{C}^{o}\mathrm{C};\ 51{,}93\ W/m2)} = \frac{87\ V}{44{,}33\ V}_{min} = 19{,}74\ módulos$$

De este modo, se obtiene que cada serie deba comprender un mínimo de 20 módulos.

### 1.1.3 Consideraciones finales

Así, la máxima tensión de trabajo del generador corresponde a un valor próximo a los 1.411,2 V que es menor a los 1.500 V permitidos por el inversor. De este modo, se garantiza un rendimiento óptimo y se asegura que el generador trabajará dentro de su zona de máxima potencia.

# 2 CÁLCULOS DE BAJA TENSIÓN

## 2.1 OBJETO

El presente apartado tiene por objeto verificar que la disposición de los cables de corriente continua de string hasta las cajas de nivel 1 y del tramo entre las cajas de nivel 1 y los inversores es adecuada para las condiciones nominales de funcionamiento a las que están sometidos. Los casos para verificar serán los más desfavorables de los bloques tipo de los que dispone la planta fotovoltaica de Solaria Zierbena Solar 17.

Los cálculos se realizarán de acuerdo con la norma ITC-BT-07.

También se indican los cálculos necesarios para las caídas de tensión y pérdidas de potencia de los cables de corriente continua.

## 2.2 NORMATIVA QUE APLICAR

La instalación se diseñará y construirá con arreglo a las diversas disposiciones legales, reglamentos y demás normativa general vigentes, así como las normas técnicas particulares de los ayuntamientos implicados y la compañía que explota la red general de distribución eléctrica de la zona.

Para los cálculos eléctricos se cumplirá lo requerido en la última edición vigente de los códigos y normas que sean de aplicación de la siguiente lista, sin que esto suponga una restricción o renuncia a cualquier otro código y norma aplicable no relacionada en la misma.

- International Standardization Organization (ISO)
- International Electrotechnical Commission (IEC)
- UNE-HD 60364-5-52
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, Aprueba del Reglamento Electrotécnico Baja Tensión. Ministerio de Ciencia y Tecnología (18-09-2002)
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- UNE 211435:2011: Guía para la elección de cables eléctricos de tensión asignada superior o igual a 0,6/1 kV para circuitos de distribución de energía eléctrica.
- UNE-HD 60364-5-52:2014: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE-HD 60364-7-712:2017: Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 7-712: Requisitos para instalaciones o emplazamientos especiales. Sistemas de alimentación solar fotovoltaica (FV).
- UNE 21089-1:2002: Identificación de los conductores aislados de los cables.

- UNE 21144:2012: Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible.
- UNE 21123-2:2017: Cables eléctricos de utilización industrial de tensión asignada 0,6/1 kV. Parte 2: Cables con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de policloruro de vinilo.
- UNE-EN 60228:2005: Conductores de cables aislados.
- UNE-EN 50525-2-51:2012: Cables eléctricos de baja tensión. Cables de tensión asignada inferior o igual a 450/750 V (Uo/U). Parte 2-51: Cables de utilización general. Cables de control resistentes al aceite con aislamiento termoplástico (PVC).
- UNE-EN 61439-1/2/3:2012: Conjuntos de aparamenta de baja tensión.
- UNE-EN 60947-1:2008: Aparamenta de baja tensión. Parte 1, Reglas generales.
- IEC 60364:2011: Instalaciones eléctricas de baja tensión.

## 2.3 CONDICIONES DE INSTALACIÓN BAJA TENSIÓN

Los datos de partida considerados para el cálculo de la capacidad de corriente se resumen en las siguientes tablas

Cableado de nivel 1: cable de string hasta conector de strings 2 a 1

| | |
|---|---|
| Temperatura ambiente de diseño | 35ºC |
| Tipo de conductor | Cobre |
| Secciones de cableado | 2x(1x4) $mm^2$ |
| Método de instalación | Al aire |
| Método de instalación según UNE HD 60364-5-52 | C |

Cableado de nivel 1: cable de string 2 a 1 hasta caja de nivel 1

| | |
|---|---|
| Temperatura ambiente de diseño | 35ºC |
| Temperatura del terreno | 25ºC |
| Resistividad térmica del terreno | 1,5 K·m/W |
| Tipo de conductor | Cobre |
| Secciones de cableado | 2x(1x10) $mm^2$ |
| Método de instalación | Enterrado bajo tubo |
| Método de instalación según UNE HD 60364-5-52 | D1 |

Cableado de nivel 2: circuitos desde caja de nivel 1 hasta inversor

| | |
|---|---|
| Temperatura ambiente de diseño | 35ºC |
| Temperatura del terreno | 25ºC |

| | |
|---|---|
| Resistividad térmica del terreno | 1,5 K·m/W |
| Tipo de conductor | Aluminio |
| Secciones de cableado | 2x(1x400/300/240) $mm^2$ |
| Método de instalación | Directamente enterrados |
| Método de instalación según UNE HD 60364-5-52 | D2 |

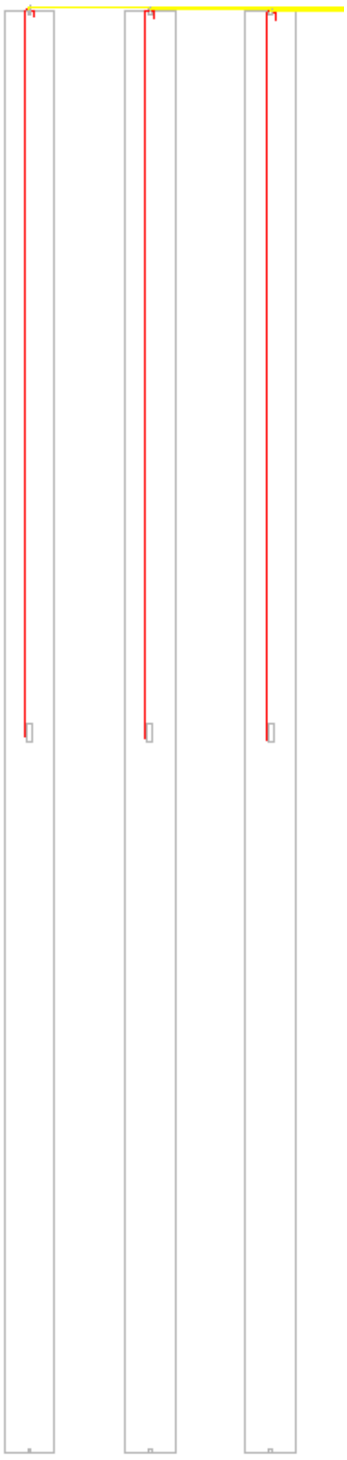
## 2.4 DESCRIPCIÓN DEL CABLEADO

En este proyecto se ha realizado una agrupación del cable de string mediante conectores 2 a 1, que permiten conectar los 2 strings de cada seguidor solar y salir con un único cable de sección superior, ahorrando de esta manera la cantidad de cable utilizado.

De esta forma las partes terminales de dos strings se encuentran en posición muy cercana al conector 2 a 1.

La energía eléctrica generada por los módulos fotovoltaicos será conducida hasta las cajas de strings mediante cables solares ZZ-F 1,8kV 1x6/10 $mm^2$ con conductor de cobre de alta resistencia a la luz ultravioleta.

A continuación, se muestra la modalidad de conexionado a utilizar.



*Conexionado cable de strings*

Los cables amarillos, de sección de 10 $mm^2$, son las salidas de los conectores 2 a 1, que recogen la corriente de 2 strings. Los cables rojos, de sección de 4 $mm^2$, son los cables de strings de entrada al conector 2 a 1, un string desde el centro del tracker y otro string desde el final del tracker.

Los cables de corriente continua, de 4 $mm^2$ desde el final de los módulos a los conectores 2 a 1 y de 10 $mm^2$ desde los conectores 2 a 1 hasta la cajas de nivel 1 utilizados tienen las siguientes características:

| Calibre | Diámetro sobre el aislamiento | Peso total aprox. | Radio de curvatura | *Ampacidad 40° | Caída de Tensión V↓ cosφ=1 |
|---|---|---|---|---|---|
| mm² | mm | kg/km | mm | A | V/A.km |
| 1x2.5 | 5,0 | 50 | 20 | 41 | 22.87 |
| 1x4 | 5,8 | 62 | 23 | 55 | 14.18 |
| 1x6 | 6,6 | 85 | 26 | 70 | 9.445 |
| 1x10 | 8,0 | 135 | 32 | 96 | 5.433 |
| 1x16 | 8,8 | 200 | 35 | 132 | 3.455 |
| 1x25 | 10,5 | 295 | 42 | 176 | 2.215 |
| 1x35 | 11,8 | 395 | 47 | 218 | 1.574 |

*Propiedades cable Exzhellent Solar 1.8 kV CC (General Cable)*

Por otro lado, el cable de corriente continua que conecta las cajas de nivel 1 con los inversores será de aluminio con aislante XLPE y las siguientes características eléctricas:

| Seção mm² | Diâmetro Condutor mm | Espessura da Isolação mm | Espessura da cobertura mm | Diâmetro Externo Máximo mm | Peso Líquido Nominal kg/km | Raio Mínimo de Curvatura kg/km |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 4,60 | 0,70 | 1,00 | 9,40 | 88 | 38 |
| 25 | 5,80 | 0,90 | 1,10 | 11,50 | 132 | 46 |
| 35 | 6,87 | 0,90 | 1,10 | 12,60 | 166 | 50 |
| 50 | 7,92 | 1,00 | 1,20 | 13,80 | 218 | 55 |
| 70 | 9,70 | 1,10 | 1,20 | 15,70 | 296 | 63 |
| 95 | 11,40 | 1,10 | 1,30 | 17,90 | 390 | 72 |
| 120 | 12,78 | 1,20 | 1,30 | 19,60 | 476 | 78 |
| 150 | 14,10 | 1,40 | 1,40 | 21,80 | 585 | 87 |
| 185 | 16,00 | 1,60 | 1,40 | 24,20 | 728 | 97 |
| 240 | 18,60 | 1,70 | 1,50 | 27,20 | 949 | 136 |
| 300 | 20,03 | 1,80 | 1,60 | 30,00 | 1.129 | 150 |
| 400 | 23,30 | 2,00 | 1,70 | 33,70 | 1.433 | 169 |
| 500 | 26,20 | 2,20 | 1,80 | 37,80 | 1.813 | 189 |

*Propiedades cable de caja de nivel 1 a inversor; circuitos de nivel 2*

## 2.5 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

La temperatura del conductor del cable, trabajando a plena carga y en régimen permanente, no deberá superar en ningún momento la temperatura máxima admisible asignada de los materiales que se utilizan para el aislamiento del cable. Esta temperatura se especifica en las normas particulares de los cables y suele ser de 70ºC para cables con aislamiento termoplásticos y de 90ºC para cables con aislamientos termoestables.

La intensidad máxima calculada para el diseño de cada línea viene dada por la expresión:

$$I_{cálculo}=1,25 \cdot I_{circulante}$$

donde:

- $I_{cálculo}$: Intensidad máxima absorbida o prevista en la línea (A) mayorada por 1,25 de acuerdo con la ITC-BT-40.
- 1,25: mayoración de intensidad según ITC-BT-40 instalaciones de generación
- $I_{circulante}$: Intensidad que circula por el cable.

La corriente máxima admisible por los cables depende de una serie de factores, de sus características constructivas, así como de las características del terreno. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$I_{max.adm}= Ft \cdot Fr \cdot Fnt \cdot Fp \cdot I_z$$

donde:

- Ft ≡ factor de corrección debido a la temperatura del terreno.
- Fr ≡ factor de corrección debido a la resistividad térmica del terreno.
- Fnt ≡ factor de corrección debido al número de ternas por circuito.
- Fp ≡ factor de corrección debido a la profundidad de enterramiento de los circuitos.
- Iz= Intensidad máxima admisible que puede transportar el conductor antes de aplicar los factores de corrección, o en condiciones estándar. Se aplicarán los valores de la tabla B.52.3 de la norma UNE 60634 HD -5-52.

Las secciones finales seleccionadas deben cumplir con el siguiente criterio:

$$I_{cálculo} < I_{máx.adm}$$

A continuación, se desglosa la manera de obtener cada uno de los valores de la ecuación descrita anteriormente:

### 2.5.1 $I_Z$ INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE:

En la siguiente tabla, según la normativa aplicada tanto para cables de aluminio como cables de cobre, vienen dadas las intensidades máximas admisibles para los cables en instalación enterrado bajo tubo (tipo D1-Nivel 1) y directamente enterrado (tipo D2-Nivel 2). Para el cableado enterrado, las características de las tablas son a temperatura ambiente del terreno 20ºC, enterrados a 0,7 metros de profundidad, en un terreno de resistividad térmica media de 2,5 Km/W según la normativa aplicada, tanto para cables de aluminio y de cobre:

**Tabla B.52.3 – Corrientes admisibles, en amperios, para los métodos de instalación de la tabla B.52.1 – Cables aislados con XLPE/EPR, dos conductores cargados, cobre o aluminio – Temperatura del conductor: 90 °C, temperatura ambiente: 30 °C en el aire, 20 °C en el terreno**

| Sección nominal del conductor mm² | Método de instalación de la tabla B.52.1 | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | A1 | A2 | B1 | B2 | C | D | D1 |
| |  |  |  |  |  |  |  |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Cobre | | | | | | | |
| 1,5 | 19 | 18,5 | 23 | 22 | 24 | 25 | 27 |
| 2,5 | 26 | 25 | 31 | 30 | 33 | 33 | 35 |
| 4 | 35 | 33 | 42 | 40 | 45 | 43 | 46 |
| 6 | 45 | 42 | 54 | 51 | 58 | 53 | 58 |
| 10 | 61 | 57 | 75 | 69 | 80 | 71 | 77 |
| 16 | 81 | 76 | 100 | 91 | 107 | 91 | 100 |
| 25 | 106 | 99 | 133 | 119 | 138 | 116 | 129 |
| 35 | 131 | 121 | 164 | 146 | 171 | 139 | 155 |
| 50 | 158 | 145 | 198 | 175 | 209 | 164 | 183 |
| 70 | 200 | 183 | 253 | 221 | 269 | 203 | 225 |
| 95 | 241 | 220 | 306 | 265 | 328 | 239 | 270 |
| 120 | 278 | 253 | 354 | 305 | 382 | 271 | 306 |
| 150 | 318 | 290 | 393 | 334 | 441 | 306 | 343 |
| 185 | 362 | 329 | 449 | 384 | 506 | 343 | 387 |
| 240 | 424 | 386 | 528 | 459 | 599 | 395 | 448 |
| 300 | 486 | 442 | 603 | 532 | 693 | 446 | 502 |
| Aluminio | | | | | | | |
| 2,5 | 20 | 19,5 | 25 | 23 | 26 | 26 | |
| 4 | 27 | 26 | 33 | 31 | 35 | 33 | |
| 6 | 35 | 33 | 43 | 40 | 45 | 42 | |
| 10 | 48 | 45 | 59 | 54 | 62 | 55 | |
| 16 | 64 | 60 | 79 | 72 | 84 | 71 | 76 |
| 25 | 84 | 78 | 105 | 94 | 101 | 90 | 98 |
| 35 | 103 | 96 | 130 | 115 | 126 | 108 | 117 |
| 50 | 125 | 115 | 157 | 138 | 154 | 128 | 139 |
| 70 | 158 | 145 | 200 | 175 | 198 | 158 | 170 |
| 95 | 191 | 175 | 242 | 210 | 241 | 186 | 204 |
| 120 | 220 | 201 | 281 | 242 | 280 | 211 | 233 |
| 150 | 253 | 230 | 307 | 261 | 324 | 238 | 261 |
| 185 | 288 | 262 | 351 | 300 | 371 | 267 | 296 |
| 240 | 338 | 307 | 412 | 358 | 439 | 307 | 343 |
| 300 | 387 | 352 | 471 | 415 | 508 | 346 | 386 |

NOTA En las columnas 3, 5, 6 ,7 y 8, se supone que los conductores son circulares para un tamaño de hasta 16 mm² inclusive. Los valores indicados para mayores tamaños se refieren a conductores perfilados y pueden ser aplicados con seguridad a los conductores circulares.

*Tabla 1: Intensidad máxima admisible, en amperios, para los métodos de instalación de la norma UNE-HD-60364-5-52*

Estas intensidades máximas admisibles son válidas para unos determinados valores de temperaturas, valor de resistividad térmica, profundidad… Como nuestra instalación se va a llevar a cabo en otras condiciones se debe corregir las intensidades de la tabla multiplicando el valor por unos factores de corrección que vienen dados en las siguientes tablas.

### 2.5.2 FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA AMBIENTE:

Dependerá de la temperatura ambiente considerada, cuando la temperatura ambiente de diseño del proyecto es distinta a 30ºC la corriente admisible del cable se debe corregir según los valores de la siguiente tabla:

| Temperatura ambiente [a] °C | Aislamiento | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | | Mineral[a] | |
| | PVC | XLPE y EPR | Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C | Cable desnudo e inaccesible 105 °C |
| 10 | 1,22 | 1,15 | 1,26 | 1,14 |
| 15 | 1,17 | 1,12 | 1,20 | 1,11 |
| 20 | 1,12 | 1,08 | 1,14 | 1,07 |
| 25 | 1,06 | 1,04 | 1,07 | 1,04 |
| 30 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 35 | 0,94 | 0,96 | 0,93 | 0,96 |
| 40 | 0,87 | 0,91 | 0,85 | 0,92 |
| 45 | 0,79 | 0,87 | 0,78 | 0,88 |
| 50 | 0,71 | 0,82 | 0,67 | 0,84 |
| 55 | 0,61 | 0,76 | 0,57 | 0,80 |
| 60 | 0,50 | 0,71 | 0,45 | 0,75 |
| 65 | – | 0,65 | – | 0,70 |
| 70 | – | 0,58 | – | 0,65 |
| 75 | – | 0,50 | – | 0,60 |
| 80 | – | 0,41 | – | 0,54 |
| 85 | – | – | – | 0,47 |
| 90 | – | – | – | 0,40 |
| 95 | – | – | – | 0,32 |

[a] Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

*Tabla 2: Factores de corrección para temperatura ambiente diferente de 30ºC a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables al aire (norma UNE-HD-60364-5-52)*

### 2.5.3 FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DEL TERRENO:

Dependerá de la temperatura del terreno considerada y de la naturaleza del aislamiento. Cuando la temperatura del terreno del proyecto de la planta solar es diferente a 20ºC, la corriente admisible del cable se debe corregir según los valores de la siguiente tabla:

| Temperatura del terreno °C | Aislamiento | |
|---|---|---|
| | PVC | XLPE y EPR |
| 10 | 1,10 | 1,07 |
| 15 | 1,05 | 1,04 |
| 20 | 1,00 | 1,00 |
| 25 | 0,95 | 0,96 |
| 30 | 0,89 | 0,93 |
| 35 | 0,84 | 0,89 |
| 40 | 0,77 | 0,85 |
| 45 | 0,71 | 0,80 |
| 50 | 0,63 | 0,76 |
| 55 | 0,55 | 0,71 |
| 60 | 0,45 | 0,65 |
| 65 | – | 0,60 |
| 70 | – | 0,53 |
| 75 | – | 0,46 |
| 80 | – | 0,38 |

*Tabla 3: Factores de corrección para temperatura ambiente del terreno diferente a 20ºC a aplicar a los conductores enterrados (norma UNE-HD-60364-5-52)*

### 2.5.4 FACTOR DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD TÉRMICA:

Depende de la capacidad del terreno para disipar calor. Si el valor de la resistividad térmica del terreno donde se va a instalar la planta es diferente a 2,5 Km/W entonces su el valor de la corriente admisible del cable se ha de corregir con los valores que se obtienen de la tabla B.52.16 de la UNE HD-60364-5-52 mostrada a continuación:

| Resistividad térmica K·m/W | 0,5 | 0,7 | 1 | 1,5 | 2 | 2,5 | 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Factor de corrección para cables en conductos enterrados | 1,28 | 1,20 | 1,18 | 1,1 | 1,05 | 1 | 0,96 |
| Factor de corrección para cables enterrados directamente | 1.88 | 1.62 | 1.5 | 1.28 | 1.12 | 1 | 0.90 |

*Tabla 4: Factores de corrección para cables directamente enterrados para terrenos con resistividad diferente a 2,5 K.m/W (norma UNE HD 60364-5-52)*

### 2.5.5 FACTOR DE AGRUPAMIENTO:

Es debido al calentamiento mutuo que se produce entre los cables que coinciden en la misma canalización ya que crea más dificultades para la disipación de calor. Dependerá de la tipología de la canalización, número y tipo de cables que discurren por ella.

**Tabla B.52.18 – Factores de reducción para más de un circuito, cables directamente enterrados – Método de instalación D2 de las tablas B.52.2 a B.52.5 – Cables unipolares o multipolares**

| Número de circuitos | Distancia entre cables [a] | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Nula (cables en contacto) | Un diámetro de cable | 0,125 m | 0,25 m | 0,5 m |
| 2 | 0,75 | 0,80 | 0,85 | 0,90 | 0,90 |
| 3 | 0,65 | 0,70 | 0,75 | 0,80 | 0,85 |
| 4 | 0,60 | 0,60 | 0,70 | 0,75 | 0,80 |
| 5 | 0,55 | 0,55 | 0,65 | 0,70 | 0,80 |
| 6 | 0,50 | 0,55 | 0,60 | 0,70 | 0,80 |
| 7 | 0,45 | 0,51 | 0,59 | 0,67 | 0,76 |
| 8 | 0,43 | 0,48 | 0,57 | 0,65 | 0,75 |
| 9 | 0,41 | 0,46 | 0,55 | 0,63 | 0,74 |
| 12 | 0,36 | 0,42 | 0,51 | 0,59 | 0,71 |
| 16 | 0,32 | 0,38 | 0,47 | 0,56 | 0,68 |
| 20 | 0,29 | 0,35 | 0,44 | 0,53 | 0,66 |

[a] Cables multipolares

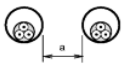



[a] Cables unipolares




| B) Cables unipolares en conductos individuales no magnéticos | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Número de circuitos unipolares de dos o tres cables | Distancia entre conductos [b] | | | |
| | Nula (conductos en contacto) | 0,25 m | 0,5 m | 1,0 m |
| 2 | 0,80 | 0,90 | 0,90 | 0,95 |
| 3 | 0,70 | 0,80 | 0,85 | 0,90 |
| 4 | 0,65 | 0,75 | 0,80 | 0,90 |
| 5 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 |
| 6 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 |
| 7 | 0,53 | 0,66 | 0,76 | 0,87 |
| 8 | 0,50 | 0,63 | 0,74 | 0,87 |
| 9 | 0,47 | 0,61 | 0,73 | 0,86 |
| 10 | 0,45 | 0,59 | 0,72 | 0,85 |
| 11 | 0,43 | 0,57 | 0,70 | 0,85 |
| 12 | 0,41 | 0,56 | 0,69 | 0,84 |
| 13 | 0,39 | 0,54 | 0,68 | 0,84 |
| 14 | 0,37 | 0,53 | 0,68 | 0,83 |
| 15 | 0,35 | 0,52 | 0,67 | 0,83 |
| 16 | 0,34 | 0,51 | 0,66 | 0,83 |
| 17 | 0,33 | 0,50 | 0,65 | 0,82 |
| 18 | 0,31 | 0,49 | 0,65 | 0,82 |
| 19 | 0,30 | 0,48 | 0,64 | 0,82 |
| 20 | 0,29 | 0,47 | 0,63 | 0,81 |

[a] Cables multipolares




[b] Cables unipolares

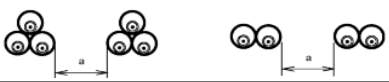



*Tabla 5: Factores de reducción por agrupamiento de más de un circuito directamente enterrado (norma UNE HD 60364-5-52)*

**Tabla B.52.19 – Factores de reducción para más de un circuito, cables en conductos enterrados en el suelo – Método de instalación D1 de las tablas B.52.2 a B.52.5**

| A) Cables multipolares en conductos individuales | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Número de cables | Distancia entre conductos [a] | | | |
| | Nula (conductos en contacto) | 0,25 m | 0,5 m | 1,0 m |
| 2 | 0,85 | 0,90 | 0,95 | 0,95 |
| 3 | 0,75 | 0,85 | 0,90 | 0,95 |
| 4 | 0,70 | 0,80 | 0,85 | 0,90 |
| 5 | 0,65 | 0,80 | 0,85 | 0,90 |
| 6 | 0,60 | 0,80 | 0,80 | 0,90 |
| 7 | 0,57 | 0,76 | 0,80 | 0,88 |
| 8 | 0,54 | 0,74 | 0,78 | 0,88 |
| 9 | 0,52 | 0,73 | 0,77 | 0,87 |
| 10 | 0,49 | 0,72 | 0,76 | 0,86 |
| 11 | 0,47 | 0,70 | 0,75 | 0,86 |
| 12 | 0,45 | 0,69 | 0,74 | 0,85 |
| 13 | 0,44 | 0,68 | 0,73 | 0,85 |
| 14 | 0,42 | 0,68 | 0,72 | 0,84 |
| 15 | 0,41 | 0,67 | 0,72 | 0,84 |
| 16 | 0,39 | 0,66 | 0,71 | 0,83 |
| 17 | 0,38 | 0,65 | 0,70 | 0,83 |
| 18 | 0,37 | 0,65 | 0,70 | 0,83 |
| 19 | 0,35 | 0,64 | 0,69 | 0,82 |
| 20 | 0,34 | 0,63 | 0,68 | 0,82 |

| B) Cables unipolares en conductos individuales no magnéticos | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Número de circuitos unipolares de dos o tres cables | Distancia entre conductos [b] | | | |
| | Nula (conductos en contacto) | 0,25 m | 0,5 m | 1,0 m |
| 2 | 0,80 | 0,90 | 0,90 | 0,95 |
| 3 | 0,70 | 0,80 | 0,85 | 0,90 |
| 4 | 0,65 | 0,75 | 0,80 | 0,90 |
| 5 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 |
| 6 | 0,60 | 0,70 | 0,80 | 0,90 |
| 7 | 0,53 | 0,66 | 0,76 | 0,87 |
| 8 | 0,50 | 0,63 | 0,74 | 0,87 |
| 9 | 0,47 | 0,61 | 0,73 | 0,86 |
| 10 | 0,45 | 0,59 | 0,72 | 0,85 |
| 11 | 0,43 | 0,57 | 0,70 | 0,85 |
| 12 | 0,41 | 0,56 | 0,69 | 0,84 |
| 13 | 0,39 | 0,54 | 0,68 | 0,84 |
| 14 | 0,37 | 0,53 | 0,68 | 0,83 |
| 15 | 0,35 | 0,52 | 0,67 | 0,83 |
| 16 | 0,34 | 0,51 | 0,66 | 0,83 |
| 17 | 0,33 | 0,50 | 0,65 | 0,82 |
| 18 | 0,31 | 0,49 | 0,65 | 0,82 |
| 19 | 0,30 | 0,48 | 0,64 | 0,82 |
| 20 | 0,29 | 0,47 | 0,63 | 0,81 |

[a] Cables multipolares




[b] Cables unipolares

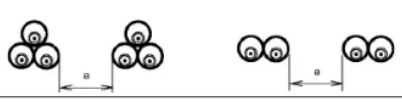



*Tabla 6: Factores de reducción por agrupamiento de más de un circuito en conductos enterrados (norma UNE HD 60364-5-52)*

### 2.5.6 FACTOR DE PROFUNDIDAD:

Cuando la profundidad de instalación es diferente a 0,7 metros, la intensidad máxima admisible se debe corregir con los siguientes valores:

| Cables de 0,6/1 kV. Profundidad tipo 0,7 m | | |
|---|---|---|
| **Profundidad, m** | **Soterrados** | **En tubular** |
| 0,50 | 1,04 | 1,03 |
| 0,60 | 1,02 | 1,01 |
| 0,70 | 1,00 | 1,00 |
| 0,80 | 0,99 | 0,99 |
| 1,00 | 0,97 | 0,97 |
| 1,25 | 0,95 | 0,96 |
| 1,50 | 0,93 | 0,95 |
| 1,75 | 0,92 | 0,94 |
| 2,00 | 0,91 | 0,93 |
| 2,50 | 0,89 | 0,91 |
| 3,00 | 0,88 | 0,90 |

*Tabla 7: Factores de corrección para distintas profundidades de soterramiento (UNE 211435)*

## 2.6 CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN

El criterio de caída de tensión establece que la sección del cable sea tal que la caída de tensión en él sea menor que la máxima admisible. La caída de tensión de un cable es proporcional a su longitud y resistividad e inversamente proporcional a su sección.

Se establece una caída de tensión máxima de 1,5% total entre cualquier módulo fotovoltaico y el punto de conexión con el inversor, es decir:

$$\Delta V = MAX(\Delta V_{(string\text{-}caja)}) + \Delta V_{((caja\text{-}inversor))} \leq 1{,}5\ \%$$

La caída de tensión a lo largo de un conductor en corriente continua se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$\Delta V = \frac{2 \cdot \rho_{T^a} \cdot L \cdot P}{U_{string} \cdot S}$$

Siendo:

- ΔV: caída de tensión en voltios
- $\rho_{T^a servicio}$ : resistividad del material del conductor en ohm*mm2/m a la temperatura de funcionamiento del cable
- L: longitud del tramo.
- P: potencia del tramo en W
- S: sección por calentamiento en mm²

Viene dada por la expresión:

$$P = Pnp \cdot np$$

Donde:

- Pnp: potencia de pico de cada módulo fotovoltaico.
- np: número de módulos correspondiente a cada tramo.

$$Ustring = nps \cdot Upmp$$

Siendo:

- nps: número de módulos en serie del string
- Upmp: tensión en el punto de máxima potencia del módulo

La temperatura de servicio del cable se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Tservicio = Tamb + fcarga^2 \cdot (Tmax - Tamb)$$

Donde:

- Tamb: temperatura ambiente (20°C terreno y 40°C al aire)
- Fcarga: factor de carga del cable:

$$fcarga = \frac{I_{calculo}}{I_{admisible} \cdot fct}$$

- Tmax: temperatura máxima soportada por el aislamiento (en nuestro caso XLPE, 90°C).

Con la resistividad para el aluminio y el cobre a 20°C y el coeficiente de variación de resistencia para ambos, según se muestra en la siguiente tabla:

| | |
|---|---|
| ρ(Cu) a 20ºC | 0,017241379 |
| ρ(Al) a 20ºC | 0,028571429 |
| αCu | 0,00393 |
| αAl | 0,00407 |

Obtenemos la resistividad a la temperatura de servicio:

$$\boldsymbol{\rho_{T^a servicio} = \rho_{20^\circ C} \cdot (1 + \alpha \cdot (T_{servicio} - 20))}$$

Posteriormente calculamos la caída de tensión en %, comprobando que no supera 1,5% desde el string hasta el inversor según especificaciones técnicas del promotor, es decir:

$$\boldsymbol{\Delta V \cdot \frac{100}{Ustring} < 1,5}$$

En las tablas de cálculo se muestran los cálculos de caída de tensión para los tramos de nivel 1 y 2, comprobándose que la caída de tensión de los strings más desfavorables de cada caja hasta el inversor, estén por debajo de 1,5%

## 2.7 RESUMEN RESULTADOS CÁLCULO BAJA TENSIÓN

Las secciones de cable calculadas para cada tramo y las caídas de tensión en los cables de nivel 1 y nivel 2 del bloque tipo se muestran en las siguientes tablas.

La caída de tensión promedio en el centro de transformación representativo es del 0,76 % la mínima y la máxima es del 1,26 %.

## 2.7.1 CALCULOS DEL BLOQUE TIPO POWER STATION (2 INVERSORES)

| | | | | :DICION | CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN | | | | | | | | | CÁLCULO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | INVERSOR | CAJA DE STRING | TRAMO DE CABLE | Longitud total (m) | Ump (V) | Impp (A) | Sección Cable (mm2) | Tª de servicio del cable (ºC) | Resistividad del cable a Tª de servicio (mm2/m) | Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km) | Caída de tensión del tramo (V) | Caída de tensión del tramo (%) | Caída de tensión acumulada (%) | COMPROBACIÓN CRITERIO CDT MAX. < 1,5% | Intensidad de diseño Isc*1,25*Np | Sección Cable (mm2) | Iz: Intensidad admisible (A) | Ft: Factor de corrección por Tª | Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno | Nº de circuitos agrupados | Distancia entre cables (m) | Fag: Factor de correción por agrupamiento | Profundidad de instalación (m) | Fp: Factor de correción por Profundidad | Imax. adm corregida (A) | Comprobación Criterio (Isc*1,25*Np < Imax.adm corregida) |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.01 | ST01.01.01.1<br>ST01.01.01.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.01.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.01.3<br>ST01.01.01.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.01.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,56% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.01.5<br>ST01.01.01.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.01.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | 1,07% | CUMPLE | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.01.7<br>ST01.01.01.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.01.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.01.9<br>ST01.01.01.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 42,99 | 0,0196 | 0,0149 | 0,90 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 2 | Nula | 0,80 | 1,5 | 0,95 | 56,98 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.01.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 36,55 | 0,0192 | 0,1605 | 4,81 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 2 | Nula | 0,80 | 1,5 | 0,95 | 35,57 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.01** | 224,32 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0181 | 5,42 | 0,47% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.02 | ST01.01.02.1<br>ST01.01.02.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.02.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.02.3<br>ST01.01.02.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.02.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,56% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.02.5<br>ST01.01.02.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.02.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | 1,00% | CUMPLE | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.02.7<br>ST01.01.02.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.02.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.02.9<br>ST01.01.02.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.02.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.02** | 191,33 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0154 | 4,62 | 0,40% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.03 | ST01.01.03.1<br>ST01.01.03.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.03.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.03.3<br>ST01.01.03.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.03.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,56% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.03.5<br>ST01.01.03.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.03.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | 0,92% | CUMPLE | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.03.7<br>ST01.01.03.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.03.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.03.9<br>ST01.01.03.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.03.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.03** | 152,76 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0123 | 3,69 | 0,32% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |

| | | | | DICION | CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN | | | | | | | | | CÁLCULO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | INVERSOR | CAJA DE STRING | TRAMO DE CABLE | Longitud total (m) | Ump (V) | Impp (A) | Sección Cable (mm2) | Tª de servicio del cable (ºC) | Resistividad del cable a Tª de servicio (mm2/m) | Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km) | Caída de tensión del tramo (V) | Caída de tensión del tramo (%) | Caída de tensión acumulada (%) | COMPROBACIÓN CRITERIO CDT MAX. < 1,5% | Intensidad de diseño Isc*1,25*Np | Sección Cable (mm2) | Iz: Intensidad admisible (A) | Ft: Factor de corrección por Tª | Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno | Nº de circuitos agrupados | Distancia entre cables (m) | Fag: Factor de corrección por agrupamiento | Profundidad de instalación (m) | Fp: Factor de correción por Profundidad | Imax. adm corregida (A) | Comprobación Criterio (Isc*1,25*Np < Imax.adm corregida) |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.04 | ST01.01.04.1 ST01.01.04.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 0,84% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.3 ST01.01.04.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,56% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.5 ST01.01.04.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.7 ST01.01.04.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.9 ST01.01.04.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.04** | 114,19 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0092 | 2,76 | 0,24% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.05 | ST01.01.05.1 ST01.01.05.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 0,76% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.05.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.05.3 ST01.01.05.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.05.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,56% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.05.5 ST01.01.05.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.05.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.05.7 ST01.01.05.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.9 ST01.01.04.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.05** | 75,62 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0061 | 1,83 | 0,16% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.06 | ST01.01.04.1 ST01.01.04.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,14% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.3 ST01.01.04.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,56% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.5 ST01.01.04.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.7 ST01.01.04.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.9 ST01.01.04.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.06** | 258,32 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0208 | 6,24 | 0,54% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |

| | | | DICION | CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN | | | | | | | | | | CÁLCULO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | INVERSOR | CAJA DE STRING | TRAMO DE CABLE | Longitud total (m) | Ump (V) | Impp (A) | Sección Cable (mm2) | Tª de servicio del cable (ºC) | Resistividad del cable a Tª de servicio (mm2/m) | Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km) | Caída de tensión del tramo (V) | Caída de tensión del tramo (%) | Caída de tensión acumulada (%) | COMPROBACIÓN CRITERIO CDT MAX. < 1,5% | Intensidad de diseño Isc*1,25*Np | Sección Cable (mm2) | Iz: Intensidad admisible (A) | Ft: Factor de corrección por Tª | Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno | Nº de circuitos agrupados | Distancia entre cables (m) | Fag: Factor de correción por agrupamiento | Profundidad de instalación (m) | Fp: Factor de correción por Profundidad | Imax. adm corregida (A) | Comprobación Criterio (Isc*1,25*Np < Imax.adm corregida) |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.07 | ST01.01.04.1 ST01.01.04.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | **1,06%** | CUMPLE | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.3 ST01.01.04.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,56% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.5 ST01.01.04.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.7 ST01.01.04.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | **10** | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.9 ST01.01.04.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.07** | 219,75 | 1159 | 149,9 | **400** | 47,76 | 0,0322 | 0,0177 | 5,31 | 0,46% | | | 198,875 | **400** | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | **253,32** | CUMPLE |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.08 | ST01.01.04.1 ST01.01.04.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | **0,98%** | CUMPLE | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.3 ST01.01.04.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,56% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.5 ST01.01.04.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.7 ST01.01.04.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | **10** | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.9 ST01.01.04.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.08** | 181,18 | 1159 | 149,9 | **400** | 47,76 | 0,0322 | 0,0146 | 4,38 | 0,38% | | | 198,875 | **400** | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | **253,32** | CUMPLE |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.09 | ST01.01.04.1 ST01.01.04.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | **0,90%** | CUMPLE | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.3 ST01.01.04.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,56% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.5 ST01.01.04.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.7 ST01.01.04.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | **10** | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.9 ST01.01.04.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.09** | 142,10 | 1159 | 149,9 | **400** | 47,76 | 0,0322 | 0,0115 | 3,43 | 0,30% | | | 198,875 | **400** | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | **253,32** | CUMPLE |

| | | | DICION | | | | CÁLCULO POR CAIDA DE TENSION | | | | | | | CÁLCULO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | INVERSOR | CAJA DE STRING | TRAMO DE CABLE | Longitud total (m) | Ump p (V) | Impp (A) | Sección Cable (mm2) | Tª de servicio del cable (ºC) | Resistividad del cable a Tª de servicio (mm2/m) | Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km) | Caida de tensión del tramo (V) | Caida de tensión del tramo (%) | Caida de tensión acumulada (%) | COMPROBACIÓN CRITERIO CDT MAX. < 1,5% | Intensidad de diseño Isc*1,25*Np | Sección Cable (mm2) | Iz: Intensidad admisible (A) | Ft: Factor de correción por Tª | Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno | Nº de circuitos agrupados | Distancia entre cables (m) | Fag: Factor de correción por agrupamiento | Profundidad de instalación (m) | Fp: Factor de correción por Profundidad | Imax. adm corregida (A) | Comprobación Criterio (Isc*1,25*Np < Imax.adm corregida) |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.10 | ST01.01.04.1 ST01.01.04.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,28% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.3 ST01.01.04.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,56% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.5 ST01.01.04.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.7 ST01.01.04.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.9 ST01.01.04.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.04.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.10** | 325,41 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0262 | 7,86 | 0,68% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.11 | ST01.01.11.1 ST01.01.11.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,20% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.11.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.11.3 ST01.01.11.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.11.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,56% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.11.5 ST01.01.11.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.11.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.11.7 ST01.01.11.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.11.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.11.9 ST01.01.11.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.11.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.11** | 286,74 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0231 | 6,93 | 0,60% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.12 | ST01.01.12.1 ST01.01.12.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,12% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.12.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.12.3 ST01.01.12.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.12.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,56% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.12.5 ST01.01.12.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.12.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.12.7 ST01.01.12.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.12.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.12.9 ST01.01.12.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.12.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.12** | 248,17 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0200 | 6,00 | 0,52% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |

| | | | DICION | CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN | | | | | | | | | CÁLCULO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | INVERSOR | CAJA DE STRING | TRAMO DE CABLE | Longitud total (m) | Ump (V) | Impp (A) | Sección Cable (mm2) | Tª de servicio del cable (ºC) | Resistividad del cable a Tª de servicio (mm2/m) | Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km) | Caída de tensión del tramo (V) | Caída de tensión del tramo (%) | Caída de tensión acumulada (%) | COMPROBACIÓN CRITERIO CDT MAX. <1,5% | Intensidad de diseño Isc*1,25*Np | Sección Cable (mm2) | Iz: Intensidad admisible (A) | Ft: Factor de corrección por Tª | Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno | Nº de circuitos agrupados | Distancia entre cables (m) | Fag: Factor de corrección por agrupamiento | Profundidad de instalación (m) | Fp: Factor de corrección por Profundidad | Imax. adm corregida (A) | Comprobación Criterio (Isc*1,25*Np < Imax.adm corregida) |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.13 | ST01.01.13.1<br>ST01.01.13.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,04% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.13.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.13.3<br>ST01.01.13.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.13.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,56% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.13.5<br>ST01.01.13.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.13.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.13.7<br>ST01.01.13.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.13.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.13.9<br>ST01.01.13.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.13.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 40,08 | 0,0194 | 0,1626 | 4,87 | 0,50% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 31,12 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.13** | 209,60 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0169 | 5,07 | 0,44% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.14 | ST01.01.14.1<br>ST01.01.14.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,02% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.14.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.14.3<br>ST01.01.14.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.14.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.14.5<br>ST01.01.14.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.14.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.14.7<br>ST01.01.14.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.14.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.14.9<br>ST01.01.14.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.14.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.14** | 197,93 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0160 | 4,78 | 0,41% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.15 | ST01.01.15.1<br>ST01.01.15.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,10% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.15.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.15.3<br>ST01.01.15.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.15.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.15.5<br>ST01.01.15.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.15.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.15.7<br>ST01.01.15.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.15.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.15.9<br>ST01.01.15.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.15.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.15** | 235,99 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0190 | 5,70 | 0,49% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |

| | | | DICION | CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN | | | | | | | | | CÁLCULO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | INVERSOR | CAJA DE STRING | TRAMO DE CABLE | Longitud total (m) | Ump (V) | Impp (A) | Sección Cable (mm2) | Tª de servicio del cable (ºC) | Resistividad del cable a Tª de servicio (mm2/m) | Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km) | Caída de tensión del tramo (V) | Caída de tensión del tramo (%) | Caída de tensión acumulada (%) | COMPROBACIÓN CRITERIO CDT MAX. <1,5% | Intensidad de diseño Isc*1,25*Np | Sección Cable (mm2) | Iz: Intensidad admisible (A) | Ft: Factor de corrección por Tª | Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno | Nº de circuitos agrupados | Distancia entre cables (m) | Fag: Factor de corrección por agrupamiento | Profundidad de instalación (m) | Fp: Factor de corrección por Profundidad | Imax. adm corregida (A) | Comprobación Criterio (Isc*1,25*Np < Imax.adm corregida) |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.16 | ST01.01.16.1<br>ST01.01.16.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,17% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.16.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.16.3<br>ST01.01.16.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.16.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.16.5<br>ST01.01.16.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.16.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.16.7<br>ST01.01.16.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.16.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.16.9<br>ST01.01.16.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.16.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.16** | 274,05 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0221 | 6,62 | 0,57% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.01 | CS01.01.17 | ST01.01.17.1<br>ST01.01.17.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,25% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.17.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.17.3<br>ST01.01.17.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.17.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.17.5<br>ST01.01.17.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.17.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.17.7<br>ST01.01.17.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.17.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.17.9<br>ST01.01.17.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.01.17.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.01-CS01.01.17** | 312,62 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0252 | 7,56 | 0,65% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.01 | ST01.02.01.1<br>ST01.02.01.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,00% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.01.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.01.3<br>ST01.02.01.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.01.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.01.5<br>ST01.02.01.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.01.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.01.7<br>ST01.02.01.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.01.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.01.9<br>ST01.02.01.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.01.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.01** | 194,88 | 1159 | 149,9 | 400 | 38,47 | 0,0312 | 0,0152 | 4,55 | 0,39% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 4 | 0,07m | 0,65 | 1,25 | 0,95 | 329,31 | CUMPLE |

| | | | DICION | CALCULO POR CAIDA DE TENSION | | | | | | | | | | CALCULO POR INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | INVERSOR | CAJA DE STRING | TRAMO DE CABLE | Longitud total (m) | Ump (V) | Impp (A) | Sección Cable (mm2) | Tª de servicio del cable (ºC) | Resistividad del cable a Tª de servicio (mm2/m) | Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km) | Caída de tensión del tramo (V) | Caída de tensión del tramo (%) | Caída de tensión acumulada (%) | COMPROBACIÓN CRITERIO CDT MAX. < 1,5% | Intensidad de diseño Isc*1,25*Np | Sección Cable (mm2) | Iz: Intensidad admisible (A) | Ft: Factor de correción por Tª | Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno | Nº de circuitos agrupados | Distancia entre cables (m) | Fag: Factor de correción por agrupamiento | Profundidad de instalación (m) | Fp: Factor de correción por Profundidad | Imax. adm corregida (A) | Comprobación Criterio (Isc*1,25*Np < Imax.adm corregida) |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.02 | ST01.02.02.1<br>ST01.02.02.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | **0,92%** | CUMPLE | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.02.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.02.3<br>ST01.02.02.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.02.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.02.5<br>ST01.02.02.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.02.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.02.7<br>ST01.02.02.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | **10** | 34,35 | 0,0190 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | **10** | 80 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 79,04 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.02.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.02.9<br>ST01.02.02.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.02.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.02** | 156,31 | 1159 | 149,9 | **400** | 38,47 | 0,0312 | 0,0122 | 3,65 | 0,31% | | | 198,875 | **400** | 434 | 0,96 | 1,28 | 4 | 0,07m | 0,65 | 1,25 | 0,95 | **329,31** | CUMPLE |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.03 | ST01.02.03.1<br>ST01.02.03.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | **0,84%** | CUMPLE | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.03.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.03.3<br>ST01.02.03.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.03.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.03.5<br>ST01.02.03.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.03.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.03.7<br>ST01.02.03.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | **10** | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.03.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.03.9<br>ST01.02.03.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.03.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.03** | 116,73 | 1159 | 149,9 | **400** | 38,47 | 0,0312 | 0,0091 | 2,73 | 0,24% | | | 198,875 | **400** | 434 | 0,96 | 1,28 | 4 | 0,07m | 0,65 | 1,25 | 0,95 | **329,31** | CUMPLE |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.04 | ST01.02.04.1<br>ST01.02.04.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | **0,76%** | CUMPLE | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.04.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.04.3<br>ST01.02.04.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.04.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.04.5<br>ST01.02.04.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.04.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.04.7<br>ST01.02.04.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | **10** | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.04.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.04.9<br>ST01.02.04.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.04.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.04** | 77,65 | 1159 | 149,9 | **400** | 38,47 | 0,0312 | 0,0060 | 1,81 | 0,16% | | | 198,875 | **400** | 434 | 0,96 | 1,28 | 4 | 0,07m | 0,65 | 1,25 | 0,95 | **329,31** | CUMPLE |

| | | | DICION | CÁLCULO POR CAÍDA DE TENSIÓN | | | | | | | | | | CÁLCULO POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | INVERSOR | CAJA DE STRING | TRAMO DE CABLE | Longitud total (m) | Ump (V) | Impp (A) | Sección Cable (mm2) | Tª de servicio del cable (ºC) | Resistividad del cable a Tª de servicio (mm2/m) | Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km) | Caída de tensión del tramo (V) | Caída de tensión del tramo (%) | Caída de tensión acumulada (%) | COMPROBACIÓN CRITERIO CDT MAX. < 1,5% | Intensidad de diseño Isc*1,25*Np | Sección Cable (mm2) | Iz: Intensidad admisible (A) | Ft: Factor de corrección por Tª | Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno | Nº de circuitos agrupados | Distancia entre cables (m) | Fag: Factor de corrección por agrupamiento | Profundidad de instalación (m) | Fp: Factor de corrección por Profundidad | Imax. adm corregida (A) | Comprobación Criterio (Isc*1,25*Np < Imax.adm corregida) |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.05 | ST01.02.05.1 ST01.02.05.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 0,71% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.05.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.05.3 ST01.02.05.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.05.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.05.5 ST01.02.05.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.05.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.05.7 ST01.02.05.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.05.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.05.9 ST01.02.05.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.05.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.05** | 50,75 | 1159 | 149,9 | 400 | 40,81 | 0,0314 | 0,0040 | 1,20 | 0,10% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 5 | 0,07m | 0,60 | 1,25 | 0,95 | 303,98 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.06 | ST01.02.06.1 ST01.02.06.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 0,79% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.06.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.06.3 ST01.02.06.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.06.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.06.5 ST01.02.06.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.06.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.06.7 ST01.02.06.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.06.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.06.9 ST01.02.06.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.06.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.06** | 89,83 | 1159 | 149,9 | 400 | 40,81 | 0,0314 | 0,0071 | 2,12 | 0,18% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 5 | 0,07m | 0,60 | 1,25 | 0,95 | 303,98 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.07 | ST01.02.07.1 ST01.02.07.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 0,87% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.07.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.07.3 ST01.02.07.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.07.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.07.5 ST01.02.07.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.07.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.07.7 ST01.02.07.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.07.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.07.9 ST01.02.07.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.07.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.07** | 128,91 | 1159 | 149,9 | 400 | 40,81 | 0,0314 | 0,0101 | 3,04 | 0,26% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 5 | 0,07m | 0,60 | 1,25 | 0,95 | 303,98 | CUMPLE |

| | | | DICION | CALCULO POR CAIDA DE TENSION | | | | | | | | | | CALCULO POR INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | INVERSOR | CAJA DE STRING | TRAMO DE CABLE | Longitud total (m) | Ump (V) | Impp (A) | Sección Cable (mm2) | Tª de servicio del cable (ºC) | Resistividad del cable a Tª de servicio (mm2/m) | Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km) | Caída de tensión del tramo (V) | Caída de tensión del tramo (%) | Caída de tensión acumulada (%) | COMPROBACIÓN CRITERIO CDT MAX. < 1,5% | Intensidad de diseño Isc*1,25*Np | Sección Cable (mm2) | Iz: Intensidad admisible (A) | Ft: Factor de corrección por Tª | Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno | Nº de circuitos agrupados | Distancia entre cables (m) | Fag: Factor de correción por agrupamiento | Profundidad de instalación (m) | Fp: Factor de correción por Profundidad | Imax. adm corregida (A) | Comprobación Criterio (Isc*1,25*Np < Imax.adm corregida) |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.08 | ST01.02.08.1<br>ST01.02.08.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | **0,94%** | CUMPLE | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.08.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.08.3<br>ST01.02.08.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.08.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.08.5<br>ST01.02.08.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.08.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.08.7<br>ST01.02.08.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | **10** | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.08.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.08.9<br>ST01.02.08.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.08.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.08** | 167,98 | 1159 | 149,9 | **400** | 40,81 | 0,0314 | 0,0132 | 3,96 | 0,34% | | | 198,875 | **400** | 434 | 0,96 | 1,28 | 5 | 0,07m | 0,60 | 1,25 | 0,95 | **303,98** | CUMPLE |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.09 | ST01.02.09.1<br>ST01.02.09.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | **1,02%** | CUMPLE | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.09.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.09.3<br>ST01.02.09.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.09.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.09.5<br>ST01.02.09.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.09.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.09.7<br>ST01.02.09.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | **10** | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.09.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.09.9<br>ST01.02.09.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.09.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.09** | 207,06 | 1159 | 149,9 | **400** | 40,81 | 0,0314 | 0,0163 | 4,88 | 0,42% | | | 198,875 | **400** | 434 | 0,96 | 1,28 | 5 | 0,07m | 0,60 | 1,25 | 0,95 | **303,98** | CUMPLE |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.10 | ST01.02.10.1<br>ST01.02.10.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | **0,78%** | CUMPLE | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.10.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.10.3<br>ST01.02.10.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.10.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.10.5<br>ST01.02.10.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.10.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.10.7<br>ST01.02.10.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | **10** | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.10.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.10.9<br>ST01.02.10.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.10.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.10** | 84,25 | 1159 | 149,9 | **400** | 47,76 | 0,0322 | 0,0068 | 2,04 | 0,18% | | | 198,875 | **400** | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | **253,32** | CUMPLE |

| | | | DICION | CALCULO POR CAIDA DE TENSION | | | | | | | | | | CALCULO POR INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | INVERSOR | CAJA DE STRING | TRAMO DE CABLE | Longitud total (m) | Ump (V) | Impp (A) | Sección Cable (mm2) | Tª de servicio del cable (ºC) | Resistividad del cable a Tª de servicio (mm2/m) | Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km) | Caída de tensión del tramo (V) | Caída de tensión del tramo (%) | Caída de tensión acumulada (%) | COMPROBACIÓN CRITERIO CDT MAX. < 1,5% | Intensidad de diseño Isc*1,25*Np | Sección Cable (mm2) | Iz: Intensidad admisible (A) | Ft: Factor de correción por Tª | Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno | Nº de circuitos agrupados | Distancia entre cables (m) | Fag: Factor de correción por agrupamiento | Profundidad de instalación (m) | Fp: Factor de correción por Profundidad | Imax. adm corregida (A) | Comprobación Criterio (Isc*1,25*Np < Imax.adm corregida) |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.11 | ST01.02.11.1 ST01.02.11.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | **0,86%** | CUMPLE | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.11.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.11.3 ST01.02.11.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.11.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.11.5 ST01.02.11.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.11.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.11.7 ST01.02.11.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | **10** | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.11.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.11.9 ST01.02.11.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.11.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.11** | 123,83 | 1159 | 149,9 | **400** | 47,76 | 0,0322 | 0,0100 | 2,99 | 0,26% | | | 198,875 | **400** | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | **253,32** | CUMPLE |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.12 | ST01.02.12.1 ST01.02.12.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | **0,94%** | CUMPLE | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.12.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.12.3 ST01.02.12.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.12.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.12.5 ST01.02.12.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.12.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.12.7 ST01.02.12.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | **10** | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.12.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.12.9 ST01.02.12.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.12.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.12** | 162,40 | 1159 | 149,9 | **400** | 47,76 | 0,0322 | 0,0131 | 3,92 | 0,34% | | | 198,875 | **400** | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | **253,32** | CUMPLE |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.13 | ST01.02.13.1 ST01.02.13.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | **1,02%** | CUMPLE | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.13.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.13.3 ST01.02.13.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.13.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.13.5 ST01.02.13.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.13.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.13.7 ST01.02.13.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | **10** | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.13.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.13.9 ST01.02.13.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | **10** | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | **10** | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.13.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | **4** | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | **4** | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.13** | 201,99 | 1159 | 149,9 | **400** | 47,76 | 0,0322 | 0,0163 | 4,88 | 0,42% | | | 198,875 | **400** | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | **253,32** | CUMPLE |

| | | | DICION | CALCULO POR CAIDA DE TENSION | | | | | | | | | | CALCULO POR INTENSIDAD MAXIMA ADMISIBLE | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | INVERSOR | CAJA DE STRING | TRAMO DE CABLE | Longitud total (m) | Ump (V) | Impp (A) | Sección Cable (mm2) | Tª de servicio del cable (ºC) | Resistividad del cable a Tª de servicio (mm2/m) | Resistencia cable a Tª servicio (ohm/km) | Caída de tensión del tramo (V) | Caída de tensión del tramo (%) | Caída de tensión acumulada (%) | COMPROBACIÓN CRITERIO CDT MAX. < 1,5% | Intensidad de diseño Isc*1,25*Np | Sección Cable (mm2) | Iz: Intensidad admisible (A) | Ft: Factor de correción por Tª | Fr: Factor de corrección por resistividad del terreno | Nº de circuitos agrupados | Distancia entre cables (m) | Fag: Factor de correción por agrupamiento | Profundidad de instalación (m) | Fp: Factor de correción por Profundidad | Imax. adm corregida (A) | Comprobación Criterio (Isc*1,25*Np < Imax.adm corregida) |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.14 | ST01.02.14.1 ST01.02.14.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,04% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.14.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.14.3 ST01.02.14.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.14.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.14.5 ST01.02.14.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.14.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.14.7 ST01.02.14.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.14.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.14.9 ST01.02.14.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.14.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.14** | 209,25 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0169 | 5,06 | 0,44% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.15 | ST01.02.15.1 ST01.02.15.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,12% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.15.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.15.3 ST01.02.15.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.15.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.15.5 ST01.02.15.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.15.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.15.7 ST01.02.15.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.15.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.15.9 ST01.02.15.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.15.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.15** | 248,68 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0200 | 6,01 | 0,52% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.16 | ST01.02.16.1 ST01.02.16.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,20% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.16.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.16.3 ST01.02.16.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.16.4 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.16.5 ST01.02.16.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.16.6 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.16.7 ST01.02.16.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.16.8 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.16.9 ST01.02.16.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.16.10 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.16** | 287,66 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0232 | 6,95 | 0,60% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |
| CT01 | INV01.02 | CS01.02.17 | ST01.02.17.1 ST01.02.17.2 | 18,7775 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0376 | 2,25 | 0,19% | 1,28% | CUMPLE | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.17.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,60% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.17.3 ST01.02.17.4 | 13,195 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0264 | 1,58 | 0,14% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.17.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,55% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.17.5 ST01.02.17.6 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.17.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.17.7 ST01.02.17.8 | 2,03 | 1159 | 29,98 | 10 | 36,52 | 0,0192 | 0,0039 | 0,23 | 0,02% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 71,23 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.17.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,43% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.17.9 ST01.02.17.10 | 7,6125 | 1159 | 29,98 | 10 | 48,50 | 0,0200 | 0,0152 | 0,91 | 0,08% | | | 39,775 | 10 | 71 | 0,96 | 1,1 | 3 | Nula | 0,70 | 1,5 | 0,95 | 49,86 | CUMPLE |
| | | | ST01.02.17.2 | 33,495 | 1159 | 14,99 | 4 | 32,39 | 0,0189 | 0,1580 | 4,74 | 0,49% | | | 19,8875 | 4 | 45 | 1,04 | N.A | 1 | Nula | 1,00 | 1,5 | 0,95 | 44,46 | CUMPLE |
| | | | **INV01.02-CS01.02.17** | 326,83 | 1159 | 149,9 | 400 | 47,76 | 0,0322 | 0,0263 | 7,90 | 0,68% | | | 198,875 | 400 | 434 | 0,96 | 1,28 | 8 | 0,07m | 0,50 | 1,25 | 0,95 | 253,32 | CUMPLE |

# 3 CÁLCULOS MEDIA TENSIÓN

## 3.1 OBJETO

El presente apartado se realiza con el objeto de mostrar los cálculos eléctricos correspondientes a los circuitos de media tensión subterráneos que interconectarán los centros de transformación de la planta fotovoltaica con la subestación ubicada dentro de la planta.

Para la elección final de los cables se realizan los cálculos correspondientes a la intensidad máxima admisible, caída de tensión, pérdida de potencia y nivel de cortocircuito soportado por el cable seleccionado.

## 3.2 NORMATIVA QUE APLICAR

La instalación se diseñará y construirá con arreglo a las diversas disposiciones legales, reglamentos y demás normativa general vigentes, así como las normas técnicas particulares de los ayuntamientos implicados y la compañía que explota la red general de distribución eléctrica de la zona.

Para los cálculos eléctricos se cumplirá lo requerido en la última edición vigente de los códigos y normas que sean de aplicación de la siguiente lista, sin que esto suponga una restricción o renuncia a cualquier otro código y norma aplicable no relacionada en la misma.

- International Standardization Organization (ISO)
- International Electrotechnical Commission (IEC)
- UNE-HD 60364-5-52
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- UNE 211003-1:2001: Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada de 1 kV (Um= 1,2 kV) a 3 kV (Um=3,6 kV).
- UNE-EN 60228:2005: Conductores de cables aislados.
- IEC 60949 - Calculation of thermally permissible short-circuit currents, taking into account non-adiabatic heating effects.

## 3.3 DATOS TÉCNICOS DE PARTIDA MEDIA TENSIÓN

### 3.3.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA RED

La red de media tensión conecta los centros de transformación con la subestación ubicada dentro de la planta. Las características principales de la red de media tensión en 30 kV de la planta fotovoltaica Solaria Zierbena Solar 17 son las siguientes:

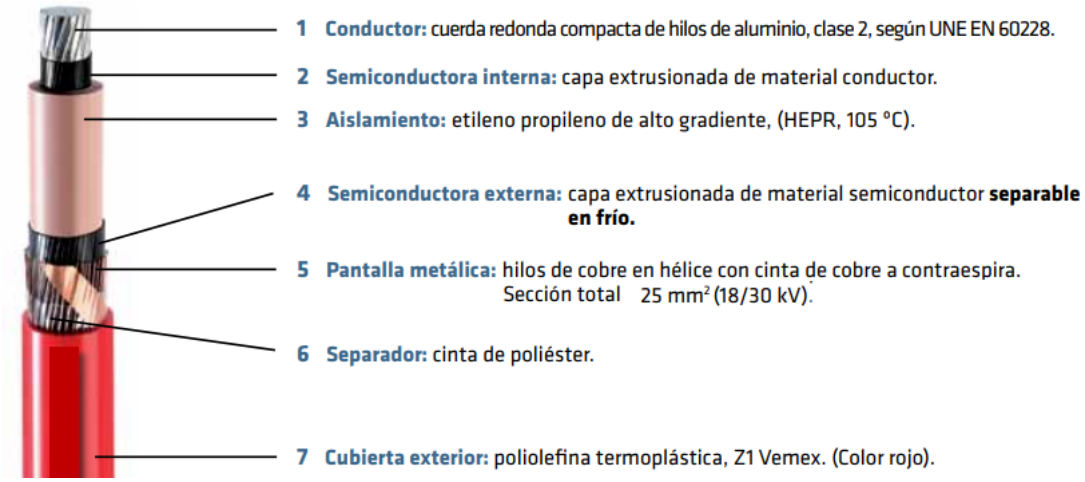
| | |
|---|---|
| Tensión nominal | 30 kV |
| Frecuencia | 50 Hz |
| Disposición de la instalación | Directamente enterrado |
| Configuración | Triángulo |

*Características de la red de media tensión*

### 3.3.2 DESCRIPCIÓN DEL CABLE SUBTERRÁNEO

Los cables empleados serán AL 18/30 kV del tipo unipolar, conductor de aluminio de secciones 240mm$^2$, 400 mm$^2$ y 630 mm$^2$ aislamiento XLPE, con pantalla metálica a base de hilos de cobre de 25 mm$^2$ y cubierta exterior de poliolefina termoplástica.

*Cable tipo red de media tensión.*



| | |
|---|---|
| Tensión nominal | 18/30 kV |
| Conductor | Cuerda compacta de aluminio |
| Secciones de conductores | 240/400/630 $mm^2$ |
| Aislamiento | XLPE |
| Tipo de canalización | Directamente enterrado |

*Datos generales del cable.*

Los valores de las resistencias de los conductores a su temperatura máxima de operación (90°C) y de las reactancias inductivas son:

| Sección ($mm^2$) | 240 | 400 | 630 |
|---|---|---|---|
| Resistencia corriente alterna (Ω/km) | 0,161 | 0,102 | 0,063 |
| Reactancia inductiva (Ω/km) | 0,109 | 0,102 | 0,095 |

*Parámetros eléctricos cables media tensión*

## 3.4 CRITERIOS DE DISEÑO MEDIA TENSIÓN

Para la selección de las secciones más adecuadas, se ha tenido en consideración el cumplimiento de la normativa, así como las características eléctricas que deben cumplir.

El dimensionamiento del cable de Media Tensión consiste en calcular la sección mínima normalizada que cumpla simultáneamente las siguientes condiciones:

- Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento
- Criterio de la caída de tensión
- Criterio de la Intensidad máxima de cortocircuito

El método de instalación de los circuitos será directamente enterrado, con una resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W, temperatura del terreno de 25°C y enterrado a una profundidad de 0,8 m. En el caso de existir más de una terna por zanja, la separación entre ellas será de 20 cm. El número máximo de ternas por zanja será de tres.

### 3.4.1 INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE O DE CALENTAMIENTO

La intensidad máxima calculada para el diseño de la línea viene dada por la expresión:

$$I_{cálculo} = S / (\sqrt{3} \times U)$$

Siendo:

S = potencia máxima a transportar en kVA
U = tensión en kV

La corriente máxima admisible por los cables depende de una serie de factores, de sus características constructivas, así como de las características del terreno. Para su cálculo se utiliza la siguiente fórmula:

$$I_{max.adm} = Ft \cdot Fr \cdot Fnt \cdot Fp \cdot I_z$$

donde:

- Ft ≡ factor de corrección debido a la temperatura del terreno.
- Fr ≡ factor de corrección debido a la resistividad térmica del terreno.
- Fnt ≡ factor de corrección debido al número de ternas por circuito.
- Fp ≡ factor de corrección debido a la profundidad de enterramiento de los circuitos.
- Iz= Intensidad máxima admisible que puede transportar el conductor antes de aplicar los factores de corrección, o en condiciones estándar.

Las secciones finales seleccionadas deben cumplir con el siguiente criterio:

$$I_{cálculo} < I_{máx.adm}$$

Las condiciones para este cálculo son las siguientes:

| | |
|---|---|
| Temperatura del terreno | 25 ºC |
| Resistividad térmica del terreno | 1,5 K·m/W |
| Distancia entre ternas | 20 cm |
| Método de instalación | Directamente enterrado |
| Profundidad | 0,80 m |

En las siguientes tablas que se muestran la intensidad admisible en condiciones estándar de los conductores atendiendo a su material de aislamiento y, posteriormente, los correspondientes factores de corrección a aplicar para las condiciones reales de la instalación objeto de este documento.

| Sección (mm²) | EPR | | XLPE | | HEPR | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Cu | Al | Cu | Al | Cu | Al |
| 25 | 125 | 96 | 130 | 100 | 135 | 105 |
| 35 | 145 | 115 | 155 | 120 | 160 | 125 |
| 50 | 175 | 135 | 180 | 140 | 190 | 145 |
| 70 | 215 | 165 | 225 | 170 | 235 | 180 |
| 95 | 255 | 200 | 265 | 205 | 280 | 215 |
| 120 | 290 | 225 | 300 | 235 | 320 | 245 |
| 150 | 325 | 255 | 340 | 260 | 360 | 275 |
| 185 | 370 | 285 | 380 | 295 | 405 | 315 |
| 240 | 425 | 335 | 440 | 345 | 470 | 365 |
| 300 | 480 | 375 | 490 | 390 | 530 | 410 |
| 400 | 540 | 430 | 560 | 445 | 600 | 470 |

*Tabla 8: Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados.*

### 3.4.2 FACTOR DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA DEL TERRENO:

Dependerá de la temperatura del terreno considerada y de la naturaleza del aislamiento. Cuando la temperatura del terreno del proyecto de la planta solar es diferente a 25ºC, la corriente admisible del cable se debe corregir según los valores de la siguiente tabla:

| Temperatura ºC Servicio Permanente θs | Temperatura del terreno, $\theta_r$, en ºC | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 10 | 15 | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 |
| 105 | 1,09 | 1,06 | 1,03 | 1,00 | 0,97 | 0,94 | 0,90 | 0,87 | 0,83 |
| 90 | 1,11 | 1,07 | 1,04 | 1,00 | 0,96 | 0,92 | 0,88 | 0,83 | 0,78 |
| 70 | 1,15 | 1,11 | 1,05 | 1,00 | 0,94 | 0,88 | 0,82 | 0,75 | 0,67 |
| 65 | 1,17 | 1,12 | 1,06 | 1,00 | 0,94 | 0,87 | 0,79 | 0,71 | 0,61 |

*Tabla 9: Factores de corrección para temperaturas de terreno diferentes de 25ºC*

### 3.4.3 FACTOR DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD TÉRMICA:

Depende de la capacidad del terreno para disipar calor. Si el valor de la resistividad térmica del terreno donde se va a instalar la planta es diferente a 1,5 Km/W entonces su el valor de la corriente admisible del cable se ha de corregir con los valores que se obtienen de la tabla mostrada a continuación:

| Tipo de instalación | Sección del conductor mm² | Resistividad térmica del terreno, K.m/W | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0,8 | 0,9 | 1,0 | 1,5 | 2,0 | 2,5 | 3 |
| Cables directamente enterrados | 25 | 1,25 | 1,20 | 1,16 | 1,00 | 0,89 | 0,81 | 0,75 |
| | 35 | 1,25 | 1,21 | 1,16 | 1,00 | 0,89 | 0,81 | 0,75 |
| | 50 | 1,26 | 1,21 | 1,16 | 1,00 | 0,89 | 0,81 | 0,74 |
| | 70 | 1,27 | 1,22 | 1,17 | 1,00 | 0,89 | 0,81 | 0,74 |
| | 95 | 1,28 | 1,22 | 1,18 | 1,00 | 0,89 | 0,80 | 0,74 |
| | 120 | 1,28 | 1,22 | 1,18 | 1,00 | 0,88 | 0,80 | 0,74 |
| | 150 | 1,28 | 1,23 | 1,18 | 1,00 | 0,88 | 0,80 | 0,74 |
| | 185 | 1,29 | 1,23 | 1,18 | 1,00 | 0,88 | 0,80 | 0,74 |
| | 240 | 1,29 | 1,23 | 1,18 | 1,00 | 0,88 | 0,80 | 0,73 |
| | 300 | 1,30 | 1,24 | 1,19 | 1,00 | 0,88 | 0,80 | 0,73 |
| | 400 | 1,30 | 1,24 | 1,19 | 1,00 | 0,88 | 0,79 | 0,73 |
| Cables en interior de tubos enterrados | 25 | 1,12 | 1,10 | 1,08 | 1,00 | 0,93 | 0,88 | 0,83 |
| | 35 | 1,13 | 1,11 | 1,09 | 1,00 | 0,93 | 0,88 | 0,83 |
| | 50 | 1,13 | 1,11 | 1,09 | 1,00 | 0,93 | 0,87 | 0,83 |
| | 70 | 1,13 | 1,11 | 1,09 | 1,00 | 0,93 | 0,87 | 0,82 |
| | 95 | 1,14 | 1,12 | 1,09 | 1,00 | 0,93 | 0,87 | 0,82 |
| | 120 | 1,14 | 1,12 | 1,10 | 1,00 | 0,93 | 0,87 | 0,82 |
| | 150 | 1,14 | 1,12 | 1,10 | 1,00 | 0,93 | 0,87 | 0,82 |
| | 185 | 1,14 | 1,12 | 1,10 | 1,00 | 0,93 | 0,87 | 0,82 |
| | 240 | 1,15 | 1,12 | 1,10 | 1,00 | 0,92 | 0,86 | 0,81 |
| | 300 | 1,15 | 1,13 | 1,10 | 1,00 | 0,92 | 0,86 | 0,81 |
| | 400 | 1,16 | 1,13 | 1,10 | 1,00 | 0,92 | 0,86 | 0,81 |

*Tabla 10: Factores de corrección para valores de resistividad térmica del terreno diferentes de 1,5 K·m/W*

### 3.4.4 FACTOR DE AGRUPAMIENTO:

Es debido al calentamiento mutuo que se produce entre los cables que coinciden en la misma canalización ya que crea más dificultades para la disipación de calor. Dependerá de la tipología de la canalización, número y tipo de cables que discurren por ella.

| Factor de corrección | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Tipo de instalación | Separación de los ternos | Número de ternos de la zanja | | | | | | | | |
| | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| Cables directamente enterrados | En contacto (d=0 cm) | 0,76 | 0,65 | 0,58 | 0,53 | 0,50 | 0,47 | 0,45 | 0,43 | 0,42 |
| | d = 0,2 m | 0,82 | 0,73 | 0,68 | 0,64 | 0,61 | 0,59 | 0,57 | 0,56 | 0,55 |
| | d = 0,4 m | 0,86 | 0,78 | 0,75 | 0,72 | 0,70 | 0,68 | 0,67 | 0,66 | 0,65 |
| | d = 0,6 m | 0,88 | 0,82 | 0,79 | 0,77 | 0,76 | 0,74 | 0,74 | 0,73 | - |
| | d = 0,8 m | 0,90 | 0,85 | 0,83 | 0,81 | 0,80 | 0,79 | - | - | - |
| Cables bajo tubo | En contacto (d=0 cm) | 0,80 | 0,70 | 0,64 | 0,60 | 0,57 | 0,54 | 0,52 | 0,50 | 0,49 |
| | d = 0,2 m | 0,83 | 0,75 | 0,70 | 0,67 | 0,64 | 0,62 | 0,60 | 0,59 | 0,58 |
| | d = 0,4 m | 0,87 | 0,80 | 0,77 | 0,74 | 0,72 | 0,71 | 0,70 | 0,69 | 0,68 |
| | d = 0,6 m | 0,89 | 0,83 | 0,81 | 0,79 | 0,78 | 0,77 | 0,76 | 0,75 | - |
| | d = 0,8 m | 0,90 | 0,86 | 0,84 | 0,82 | 0,81 | - | - | - | - |

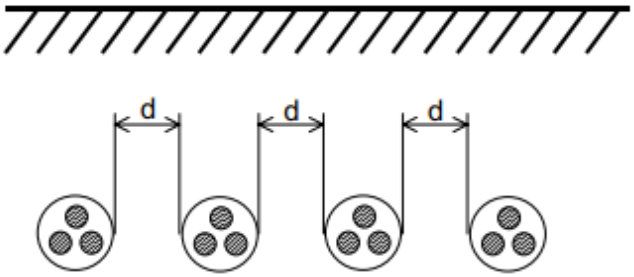



*Tabla 11: Factores de corrección para más de una terna de cables por zanja*

### 3.4.5 FACTOR DE PROFUNDIDAD:

Cuando la profundidad de instalación es diferente a 1 metro, la intensidad máxima admisible se debe corregir con los siguientes valores dependiendo del método de instalación y de la sección del cable:

| Profundidad (m) | Cables enterrados de sección | | Cables bajo tubo de sección | |
|---|---|---|---|---|
| | ≤185 mm² | >185 mm² | ≤185 mm² | >185 mm² |
| 0,50 | 1,06 | 1,09 | 1,06 | 1,08 |
| 0,60 | 1,04 | 1,07 | 1,04 | 1,06 |
| 0,80 | 1,02 | 1,03 | 1,02 | 1,03 |
| 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| 1,25 | 0,98 | 0,98 | 0,98 | 0,98 |
| 1,50 | 0,97 | 0,96 | 0,97 | 0,96 |
| 1,75 | 0,96 | 0,94 | 0,96 | 0,95 |
| 2,00 | 0,95 | 0,93 | 0,95 | 0,94 |
| 2,50 | 0,93 | 0,91 | 0,93 | 0,92 |
| 3,00 | 0,92 | 0,89 | 0,92 | 0,91 |

*Tabla 12: Factores de corrección para profundidades de instalación diferentes de 1 metro*

### 3.4.6 CAÍDAS DE TENSIÓN.

Se establece una caída de tensión máxima de 1% entre cualquier Centro de Transformación y la celda de MT de la subestación.

El cálculo de la caída de tensión se realiza mediante la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)}$$

donde:

- I ≡ corriente nominal (A)
- R ≡ resistencia del conductor en corriente alterna (Ω/km)
- X ≡ reactancia media para el circuito (Ω/km)
- L ≡ longitud de la línea (km)
- cos φ ≡ factor de potencia

La caída de tensión porcentual será:

$$\boldsymbol{\Delta U\ (\%) = \Delta U\ /\ Unominal}$$

### 3.4.7 CRITERIO DE LA INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO

La capacidad de corriente en condiciones de cortocircuito para los conductores seleccionados deberá ser superior al nivel de cortocircuito máximo acontecido en la planta. Esto deberá cumplirse para cada una de las secciones seleccionadas.

Las líneas subterráneas tendrán una tensión de funcionamiento de 30 kV, así que tanto el aislamiento del cable y accesorios como las restantes características eléctricas corresponderán a esta tensión para la red de distribución interna de la planta fotovoltaica en media tensión.

Con la sección del conductor se determinará la máxima intensidad de cortocircuito mediante las fórmulas pertenecientes a la norma IEC 60949:

$$\mathbf{I = Icc \cdot \varepsilon}$$

Con:

- I ≡ corriente de cortocircuito máxima admisible (A)
- Icc ≡ corriente de cortocircuito adiabática (A)

- ε ≡ factor que contempla las pérdidas de calor en los componentes adyacentes.

La corriente de cortocircuito adiabática se determina mediante la siguiente expresión:

$$I^2_{cc} = \frac{1}{t}\left[S^2 \cdot K^2 \cdot In\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)\right]$$

Con:

- S ≡ sección del conductor ($mm^2$)
- t ≡ tiempo de duración del cortocircuito (s)
- K ≡ constante dependiente del material conductor. Al = 148 A·s1/2/$mm^2$ y Cu = 226 A·s1/2/$mm^2$
- Θf ≡ temperatura límite de cortocircuito.
- Θi ≡ temperatura límite para servicio continuo.
- β ≡ inverso del coeficiente de variación de la resistencia con la temperatura del conductor. Al=228 K y Cu = 234,5 K.

El conductor es de aluminio, por lo que se tomarán las constantes propias de este material y un tiempo de cortocircuito de 0,5 segundos.

$$\boldsymbol{I_{cc} = \sqrt{\frac{1}{t} \cdot \left[S^2 \cdot K^2 \cdot \ln\left(\frac{\theta_f + \beta}{\theta_i + \beta}\right)\right]}}$$

- Factor debido a las pérdidas de calor en el conductor.

$$\varepsilon = \sqrt{1 + X \cdot \sqrt{\frac{t}{S}} + Y \cdot \left(\frac{t}{S}\right)}$$

Con:

- ε ≡ factor que considera las pérdidas térmicas en el conductor
- X e Y ≡ factores dependientes de los materiales adyacentes. X = 0,44 ($mm^2$/s)1/2 e Y = 0,1 $mm^2$/s para el aluminio.
- t ≡ tiempo de duración de cortocircuito (s)
- S ≡ sección del conductor ($mm^2$)

## 3.5 RESULTADOS MEDIA TENSIÓN

Los resultados obtenidos se muestran en las siguientes tablas:

| Identificador unívoco del cable | Sección del cable | Longitud | Tipo de instalación | Conductor | Aislante | Potencia nominal | Tensión | Caída de tensión | Caída de tensión | Máxima caída de tensión permitida | Corriente de operació | Máxima corriente permitida | Temperatura del cable | Máxima temperatura permitida |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Área - Cable MT | [mm2] | [m] | | | | [kVA] | [V] | [V] | [V %] | [V %] | [A] | [A] | [°C] | [°C] |
| AA1-1 | 300 | 254,11 | Directamente enterrado en zanja | Al | XLPE | 2935 | 30000 | 4,6 | 0,023 | 0,5 | 84,7 | 250 | 32,47 | 90 |
| AA5-1 | 300 | 1111,38 | Directamente enterrado en zanja | Al | XLPE | 5870 | 30000 | 39,8 | 0,199 | 0,5 | 169,5 | 250 | 54,87 | 90 |
| AA6-1 | 400 | 2260,07 | Directamente enterrado en zanja | Al | XLPE | 8805 | 30000 | 91,1 | 0,456 | 0,5 | 254,2 | 283,8 | 77,15 | 90 |
| AA6-2 | 300 | 2440,86 | Directamente enterrado en zanja | Al | XLPE | 11740 | 30000 | 87,5 | 0,437 | 0,5 | 338,9 | 499,9 | 54,87 | 90 |
| AA6-3 | 300 | 280,63 | Directamente enterrado en zanja | Al | XLPE | 5870 | 30000 | 10,1 | 0,05 | 0,5 | 169,5 | 462,9 | 33,71 | 90 |
| AA6-4 | 300 | 39,5 | Directamente enterrado en zanja | Al | XLPE | 2935 | 30000 | 0,7 | 0,004 | 0,5 | 84,7 | 337,9 | 29,09 | 90 |
| AA7-1 | 300 | 773,36 | Directamente enterrado en zanja | Al | XLPE | 5870 | 30000 | 27,7 | 0,139 | 0,5 | 169,5 | 250 | 54,87 | 90 |
| AA10-1 | 400 | 2865,4 | Directamente enterrado en zanja | Al | XLPE | 5870 | 30000 | 77 | 0,385 | 0,5 | 169,5 | 283,8 | 48,18 | 90 |
| AA9-1 | 300 | 3499,95 | Directamente enterrado en zanja | Al | XLPE | 2935 | 30000 | 62,7 | 0,314 | 0,5 | 84,7 | 250 | 32,47 | 90 |
| AA3-1 | 300 | 2597,72 | Directamente enterrado en zanja | Al | XLPE | 2935 | 30000 | 46,5 | 0,233 | 0,5 | 84,7 | 250 | 32,47 | 90 |
| AA11-1 | 300 | 3172,53 | Directamente enterrado en zanja | Al | XLPE | 2935 | 30000 | 56,8 | 0,284 | 0,5 | 84,7 | 250 | 32,47 | 90 |

# 4 CÁLCULO RED DE TIERRAS CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

## 4.1 OBJETO

El presente anexo se realiza con el objeto de mostrar los cálculos eléctricos correspondientes al dimensionado de la red de tierra de los centros de transformación de la planta fotovoltaica que después se conectará con la subestación de nueva construcción.

Para la elección final de la malla de tierra se realizar los cálculos indicados en el procedimiento ITC RAT.

## 4.2 NORMATIVA RELACIONADA RED DE TIERRAS

- ITC RAT: Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento de alta Tensión
- UNE-EN 60228:2005: Conductores de cables aislados.
- IEC 60364:2011: Instalaciones eléctricas de baja tensión.
- IEC 61643-11:2013: Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias de baja tensión. Parte 11: Dispositivos de protección contra sobretensiones transitorias conectados a sistemas eléctricos de baja tensión. Requisitos y métodos de ensayo.
- IEC 61140:2016: Protección contra los choques eléctricos. Aspectos comunes a las instalaciones y a los equipos.
- RBT - Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión

- ITC-BT 21: Instalaciones interiores o receptoras. Tubos y canales protectoras
- ITC-BT 18: Instalaciones de puesta a tierra.
- UNE 36092:2014: Mallas electrosoldadas de acero para uso estructural en armaduras de hormigón armado. Mallas electrosoldadas fabricadas con alambres de acero B 500 T.

## 4.3 DATOS DE ENTRADA

*Características del terreno*

| | |
|---|---|
| ρs: Resistividad del terreno | 200 Ω·m |

*Características eléctricas del CT*

| | |
|---|---|
| Tipo de instalaciones del neutro | Neutro aislado |
| U: Tensión de servicio | 30 kV |
| Unbt: Tensión de aislamiento BT | 8 kV |
| t: Tiempo de despeje de la falta de las protecciones | 0,5 s |
| Dimensiones del centro de transformación | 10,7 m x 6 m |

## 4.4 CÁLCULOS DE DIMENSIONADO DE LA RED DE TIERRA DEL CT

A continuación, se reportan los cálculos de dimensionado de la red tierra de un centro de trasformación aislado según el procedimiento ITC RAT.

### 4.4.1 CÁLCULOS DE LAS MÁXIMAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO ADMISIBLES

En función del tiempo de despeje de la falta el Reglamento proporciona los valores de máxima tensión de paso y de contacto admisible por el cuerpo humano.

$$0{,}1 < t \leq 0{,}9\ s \ \rightarrow\ k = 72\ ;\ n = 1$$

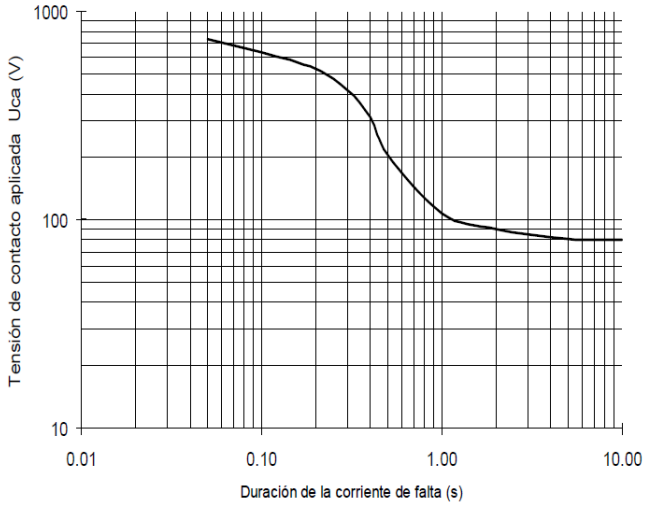
$$0{,}9 < t \leq 3\ s \ \rightarrow\ k = 78{,}5\ ;\ n = 0{,}18$$

$$3 < t \leq 5\ s \ \rightarrow\ Vca = 64\ V\ ;\ Vpa = 640\ V$$

$$t > 5\,s \;\rightarrow\; Vca = 50\,V\;;\; Vpa = 500\,V$$

$$Máxima\ tensión\ de\ paso\ admisible: Vp\ máx = \frac{10k}{t^n}\left(1+\frac{6\rho_s}{1000}\right) = \frac{10\cdot 72}{t^1}\left(1+\frac{1200}{1000}\right) = 3168\,V$$

$$Máxima\ tensión\ de\ contacto\ admisible: Vc\ máx = \frac{k}{t^n}\left(1+\frac{1{,}5\rho_s}{1000}\right) = \frac{72}{t^1}\left(1+\frac{300}{1000}\right) = 187\,V$$




Máxima tensión de contacto admisible en función de la duración de la falta

En los próximos apartados se comprobará que con el sistema de puesta a tierra elegido los valores de Vp y Vc sean inferiores a Vpmáx y Vcmáx.

### 4.4.2 DIMENSIONADO DE LA MALLA DE TIERRA DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

Se elige una malla de tierra rectangular de dimensiones 8x4 metros, con las siguientes características:

*Características de la malla de tierra del centro de trasformación*

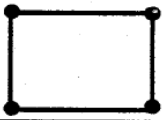
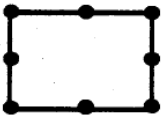
| | |
|---|---|
| Dimensiones malla de tierra | 8 m x 4 m |
| Profundidad de instalación | 0,8 m |
| Número de picas | 8 |
| Longitud de las picas | 3 m |

Las dimensiones supuestas para la malla de tierra es la máxima propuesta por el procedimiento ITC RAT, pero cabe destacar que la cimentación del centro de transformación tiene dimensiones superiores (10,7 m x 6 m) a la malla de tierra propuesta. Por lo tanto, al considerar una malla de dimensiones inferiores, se calculará una resistencia de puesta a tierra que será superior a la real, realizando cálculos conservadores.

La siguiente tabla proporciona los valores de Kr, Kp y Kc para la malla elegida:

*Parámetros característicos de electrodos de puesta a tierra*

PROFUNDIDAD = 0'8 m

| CONFIGURACION | $L_p$ (m) | RESISTENCIA $K_r$ | TENSION DE PASO $K_p$ | TENSION DE CONTACTO EXT $K_c = K_{p(acc)}$ | CODIGO DE LA CONFIGURACION |
|---|---|---|---|---|---|
| Sin picas | - | 0.084 | 0.0119 | 0.0485 | 80-40/8/00 |
| 4 picas  | 2 | 0.069 | 0.0105 | 0.0329 | 80-40/8/42 |
| | 4 | 0.059 | 0.0088 | 0.0251 | 80-40/8/44 |
| | 6 | 0.052 | 0.0074 | 0.0202 | 80-40/8/46 |
| | 8 | 0.046 | 0.0065 | 0.0168 | 80-40/8/48 |
| 8 picas  | 2 | 0.063 | 0.0095 | 0.0277 | 80-40/8/82 |
| | 4 | 0.051 | 0.0073 | 0.0189 | 80-40/8/84 |
| | 6 | 0.043 | 0.0060 | 0.0141 | 80-40/8/86 |
| | 8 | 0.038 | 0.0050 | 0.0111 | 80-40/8/88 |

*Coeficientes de resistencia de tierra, de tensión de contacto y de paso de la malla propuesta*

| | |
|---|---|
| Dimensiones malla de tierra | 8 m x 4 m |
| Kr | 0,038 $m^{-1}$ |
| Kp | 0,005 $m^{-1}$ |
| Kc | 0,0111 $m^{-1}$ |

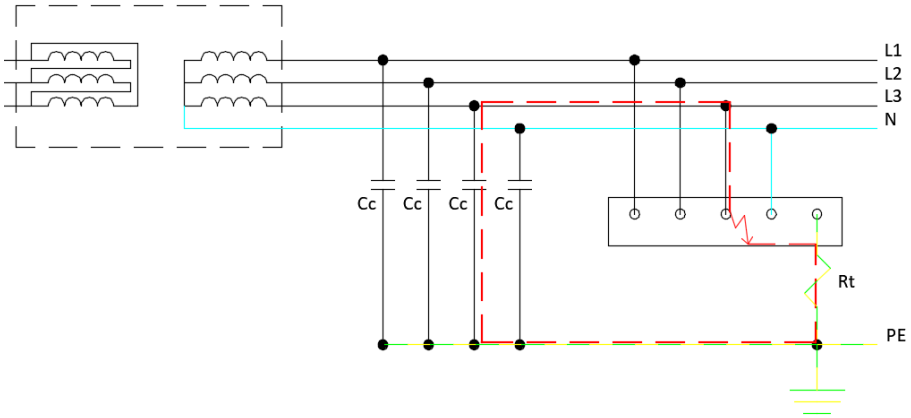
Se procede con el cálculo de la resistencia de puesta a tierra:

$$Rt = Kr \cdot \rho_s = 0{,}038 \cdot 200 = 7{,}60\ \Omega$$

En los próximos apartados se verificará si las características de esta malla permiten cumplir con los requisitos de tensión de paso y de contacto.

### 4.4.3 CÁLCULO DE LA MÁXIMA CORRIENTE MONOFÁSICA A TIERRA

El sistema presenta un neutro aislado, por lo tanto, la corriente monofásica a tierra es determinada por la capacidad de la red.




Bucle de falta a tierra en sistema con nuestro aislado

En este caso, para ponerse en el caso más conservador, se efectúa el cálculo para el centro de transformación más alejado de la subestación de la planta (el CT-01) hasta la subestación de la planta.

A continuación, se reportan las características del sistema a considerar:

*Características del sistema eléctrico*

| | |
|---|---|
| Lc. Longitud línea MT enterrada entre CT-1 – subestación de la planta | 2,711 km |
| Cc: Capacidad de líneas subterráneas | 0,25 µF/km |
| Rt: Resistencia de la puesta a tierra del centro de transformación | 7,6 Ω |

Se calcula la máxima corriente monofásica a tierra del sistema a neutro aislado:

$$Id = \frac{\sqrt{3}U(\omega C_C L_C)}{\sqrt{1+(\omega C_C L_C)^2(3Rt)^2}} = 11{,}06\ A$$

### 4.4.4 COMPROBACIÓN DE LAS TENSIONES DE PASO Y DE CONTACTO

En este apartado se comprueba si con la malla elegida las tensiones de paso y contacto son inferiores a las máximas admisibles calculadas anteriormente.

$$Vp = Kp \cdot \rho_s \cdot Id\ = 0{,}005 \cdot 200 \cdot 11{,}06 = 11{,}06\ V < Vp\ máx = 3168\ V$$

$$Vc = Kc \cdot \rho_s \cdot Id\ = 0{,}0111 \cdot 200 \cdot 11{,}06 = 24{,}56\ V < Vc\ máx = 187\ V$$

El sistema de puesta a tierra elegido permite cumplir con el criterio del procedimiento ITC RAT.

Cabe destacar que se ha realizado el cálculo de dimensionado de la red de tierra de un centro de trasformación aislado. En la realidad, los centros de transformación de la planta solar fotovoltaica de Solaria Zierbena Solar 17 se interconectarán con la red de tierra general de la planta, por lo tanto, la resistencia de la puesta a tierra será aún menor con respecto a la calculada en esta memoria, habiendo tenido en cuenta el caso más desfavorable posible.

# 5 ESTUDIO DE CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS

Se realiza a continuación el análisis de las emisiones magnéticas en el entorno exterior inmediato de los centros de transformación, para dar cumplimiento al RD 337/2014 (Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión), donde se indica que se deberán realizar cálculos para comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001.

El alcance comprende el cálculo de los niveles máximos del campo magnético que puedan alcanzarse en dicho entorno haciendo una evaluación comparativa con los límites establecidos en la normativa vigente, para asegurar las condiciones de protección a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria establecidas en dicha normativa.

## 5.1 NORMATIVA

RD 1066/2001, de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

RD 337/2014 de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC - RAT 01 a 23.

## 5.2 LÍMITES MÁXIMOS ADMISIBLES

Los límites establecidos se cumplirán en las zonas en las que puedan permanecer habitualmente las personas y en la exposición a las emisiones de los equipos terminales.

Restricciones básicas. Dependiendo de la frecuencia, se emplearán las siguientes cantidades físicas:

Entre 0 y 1 Hz se proporcionan restricciones básicas de la inducción magnética para campos magnéticos estáticos (0 Hz) y de la densidad de corriente para campos variables en el tiempo de 1 Hz, con el fin de prevenir los efectos sobre el sistema cardiovascular y el sistema nervioso.

Entre 1 Hz y 10 MHz se proporciona restricciones básicas de la densidad de corriente para prevenir los efectos sobre las funciones del sistema nervioso. Este es el ámbito de aplicación de nuestro estudio ya que la frecuencia de la corriente generada son 50 Hz.

Las restricciones básicas para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos dentro del ámbito de la instalación estudiada es el siguiente:

| Gama de frecuencia | Inducción magnética (mT) | Densidad de corriente (mA/m2) rms | SAR medio de cuerpo entero (W/kg) | SAR localizado (cabeza y tronco W/kg) | SAR localizado (miembros) (W/kg) | Densidad de potencia S (W/m2) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4-1.000 Hz | - | 2 | - | - | - | - |

## 5.3 NIVELES DE REFERENCIA

Los niveles de referencia para limitar la exposición se obtienen a partir de las restricciones básicas, presuponiendo un acoplamiento máximo del campo con el individuo expuesto, con lo que se obtiene un máximo de protección.

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos:

| Gama de frecuencia | Intensidad de campo E (V/m) | Intensidad de campo H (A/m) | Campo B (µT) | Densidad de potencia equivalente de onda plana (W/m2) |
|---|---|---|---|---|
| 0,025-0.8 kHz | 250/f | 4/f | 5/f | - |

La densidad de flujo magnético o inducción magnética es una magnitud vectorial (**B**) que da lugar a una fuerza que actúa sobre cargas en movimiento, y se expresa en (T).

En espacios libres y en materiales biológicos, la densidad de flujo o inducción magnética y la intensidad de campo magnético se pueden intercambiar utilizando la equivalencia de 1 T = $4\pi 10^{-7}$ A/m.

Para el caso que nos ocupa y considerando que la frecuencia de red es de 0,05 kHz, los límites máximos de referencia son los siguientes:

- Intensidad de campo E = 5000 V/m
- Intensidad de campo H = 80 A/m
- Campo Magnético B = 100 µT

## 5.4 DEFINICIONES

Los campos eléctricos tienen su origen en diferencias de voltaje: cuanto más elevado sea el voltaje, más fuerte será el campo resultante. Un campo eléctrico existe, aunque no haya corriente.

El campo eléctrico **E** se expresa en voltios por metro (V/m), o su múltiplo en kV/m.

Los campos magnéticos tienen su origen en las corrientes eléctricas: una corriente más fuerte da como resultado un campo magnético más fuerte. También se pueden producir campos magnéticos con imanes permanentes. La intensidad de campo magnético **H** en un punto dado del espacio se define como la fuerza que se ejerce sobre un elemento de corriente situado en dicho punto, y se expresa en amperios por metro (A/m).

Así pues, el campo eléctrico existe siempre que haya cargas eléctricas, mientras que sólo hay campo magnético cuando esas cargas están en movimiento, es decir, cuando hay un flujo de corriente eléctrica. Es más habitual representar el campo magnético mediante la inducción magnética o densidad de flujo magnético **B**.

Este término se relaciona con H mediante la permeabilidad magnética μ:

$$\boldsymbol{B} = \mu \boldsymbol{H}$$

La unidad de medida del campo magnético en el Sistema Internacional de unidades es el Tesla (T) o sus fracciones, en particular el microtesla (μT). En algunos países se utiliza también el Gauss (G). Las equivalencias son las siguientes:

1 T = 10.000 G

Una de las propiedades del campo electromagnético es transmitir energía a grandes distancias por medio de ondas, en ausencia de cualquier medio material. Esta energía se asocia con el producto vectorial del campo eléctrico y del magnético. Dicho producto se denomina vector de Poynting (S) y representa la densidad de flujo de energía de una onda electromagnética por unidad de tiempo.

La longitud de onda y la frecuencia determinan otra característica importante de los campos electromagnéticos. Las ondas electromagnéticas son transportadas por partículas llamadas cuantos de luz. Los cuantos de luz de ondas con frecuencias más altas (longitudes de onda más cortas) transportan más energía que los de las ondas de menor frecuencia (longitudes de onda más largas).

El sistema eléctrico funciona a una frecuencia extremadamente baja 50 Hz, lo que se denomina 'frecuencia industrial', dentro de la región de las radiaciones no ionizantes del espectro, por lo que transmiten muy poca energía. Además, a frecuencias tan bajas el campo electromagnético no puede desplazarse, lo que implica que desaparece a corta distancia de la fuente que lo genera.

## 5.5 MEDIDAS PARA LIMITAR LAS EMISIONES

En el diseño de la instalación se consideran los siguientes aspectos que producen una reducción en las emisiones con respecto a no tenerlos en cuenta. Son los siguientes:

- Transformadores intemperie separados del cerramiento exterior para evitar emisiones al exterior.
- En la medida de lo posible se distribuirán las acometidas de los cables en diferentes puntos para evitar concentraciones de campo.
- Los cables subterráneos salientes cuentan con una pantalla metálica que atenúa su campo eléctrico, y se agruparán por ternas de forma que el campo magnético generado se compense.

## 5.6 CÁLCULO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

### 5.6.1 CONSIDERACIONES DE CÁLCULO

Para la obtención de los resultados se han tenido en cuenta las siguientes consideraciones:

- El estudio se realiza para la zona interior y exterior de los centros de transformación.
- Se consideran como fuentes principales de campo magnético los equipos y cables eléctricos existentes dentro del cerramiento de los centros de transformación, no considerándose los equipos eléctricos o instalaciones ajenas o exteriores al recinto de los centros de transformación, salvo las correspondientes a la propia instalación.
- Se considera un grado de carga del 100% de la instalación en el nivel de 30 kV, de forma que se analice el caso más desfavorable de emisión de campos.
- Se aplica el principio de superposición, para conocer el campo magnético generado por dos o más elementos, es decir para obtener el campo magnético en un punto, se sumará vectorialmente la aportación de cada uno de los elementos calculados individualmente.
- En el nivel de 30 kV se modelan únicamente las líneas que entran y salen a los centros de transformación

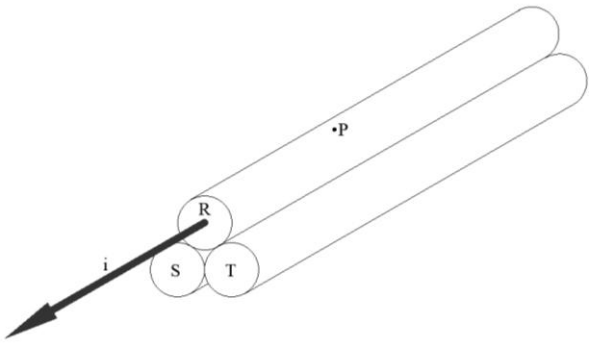
### 5.6.2 CABLEADO DE BAJA TENSIÓN ENTRE EL TRANSFORMADOR DE SERVICIOS AUXILIARES Y EL CUADRO DE BAJA TENSIÓN

En este apartado, se justifica el campo magnético creado por un conjunto de 3 cables unipolares trenzados para una línea trifásica de Baja Tensión, en un punto P situado en la parte exterior de la envolvente de uno de los circuitos.

Para simplificar el cálculo, se considerará el caso desfavorable de conductores rectilíneos indefinidos en el cableado de Baja Tensión discurriendo la intensidad máxima admitida en régimen permanente,

considerando un transformador de Servicios Auxiliares de 15 kVA a una tensión de salida del inversor de 600 V por lo tanto la intensidad que recorre el cable es de 14,434 A.

Se considera que la envolvente del cable unipolar tiene un diámetro de 18,2 mm:




El campo magnético generado en el Punto P, será consecuencia del sumatorio de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:

$$\boldsymbol{B_P} = \sum \boldsymbol{B_{P,i}} = \boldsymbol{B_{P,R}} + \boldsymbol{B_{P,S}} + \boldsymbol{B_{P,T}}$$

Suponiendo que la corriente está concentrada en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$\boldsymbol{B_{P,R}} = \mu \frac{i_R}{2\pi r}$$

$$\boldsymbol{B_{P,S}} = \mu \frac{i_S}{2\pi d}$$

$$\boldsymbol{B_{P,T}} = \mu \frac{i_T}{2\pi d}$$

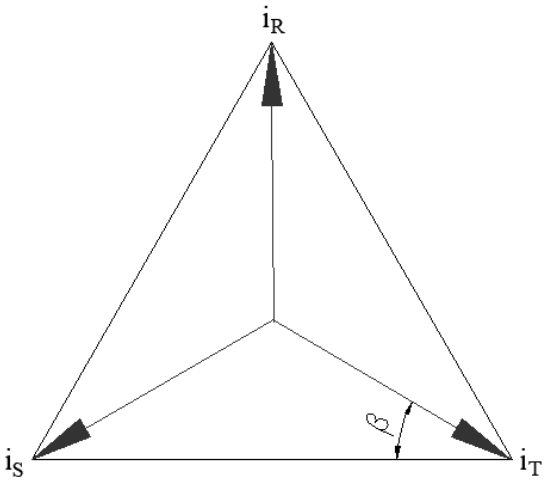
Donde:

$i_R, i_S, i_T$ = Intensidades circulantes por las fases R, S, T.

$\mu$ = Permeabilidad electromagnética del vacío (se aproxima al valor de la del aire)

$$4\pi \cdot 10^{-7}\ N \cdot A^{-2}\ .$$

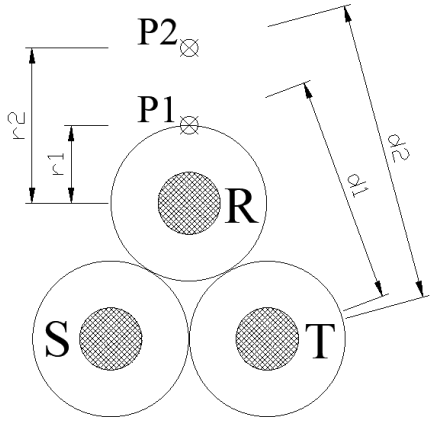
$r, d$ = Distancias del conductor al punto de medida.




Teniendo en cuenta que $\beta = 30º$:

$$i_S = i_T = -i_R \times \sin 30 = -\frac{i_R}{2}$$

Según el diagrama mostrado a continuación, el campo resultante sobre el punto P se puede expresar de la siguiente manera:




Siendo el radio r1= 9,1 mm y la distancia d1= 26,5 mm.

$$\boldsymbol{B_{P,R}} = \mu \frac{i_R}{2\pi r} = 317\ \mu T$$

$$\boldsymbol{B_{P,S}} = \mu \frac{-0{,}5 \cdot i_R}{2\pi d} = -54\ \mu T$$

$$\boldsymbol{B_{P,T}} = \mu \frac{-0{,}5 \cdot i_R}{2\pi d} = -54\ \mu T$$

Realizando la suma de los tres campos, se obtiene un valor de 208,29 µT>100 µT exigidos por el RD 1066/2001.

De manera similar, para un punto P2 situado a 10 cm en la vertical de la fase R, siendo r2= 109,1 mm y d2 = 125 mm.

$$\boldsymbol{B_{P,R}} = \mu \frac{i_R}{2\pi r} = 26{,}5\ \mu T$$

$$\boldsymbol{B_{P,S}} = \mu \frac{-0{,}5 \cdot i_R}{2\pi d} = -11{,}54\ \mu T$$

$$\boldsymbol{B_{P,T}} = \mu \frac{-0{,}5 \cdot i_R}{2\pi d} = -11{,}54\ \mu T$$

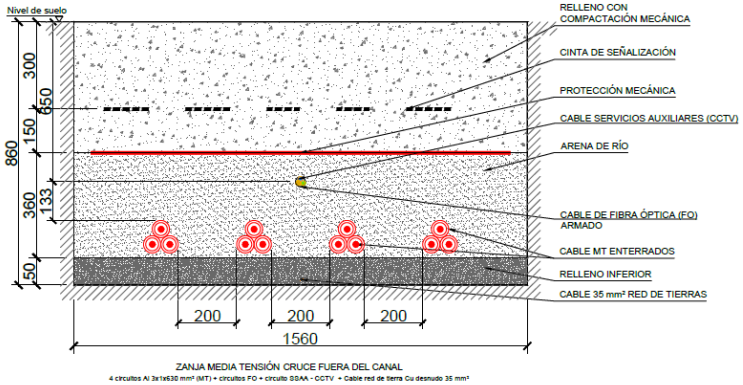
Resultando un campo de 3,37 µT<100 µT exigidos por el RD 1066/2001.

Por lo que, a una distancia de 10 cm de los cables, el campo magnético ya es menor que el exigido por la normativa.

### 5.6.3 LÍNEAS SUBTERRÁNEAS DE 30 KV

Con el fin de simplificar el cálculo, se tomará como referencia el escenario más crítico, es decir, aquel en el que los circuitos eléctricos transportan la mayor intensidad de corriente y, en consecuencia, producen los niveles más elevados de campo magnético. Dichas condiciones se dan en los tramos finales de los circuitos de media tensión (MT) que enlazan directamente con la subestación, donde las corrientes alcanzan sus valores máximos y, por tanto, se obtienen las situaciones más representativas para el análisis.

Cuando una persona se encuentre situada sobre este tramo, la distancia entre la cota del terreno y el cableado será la mínima posible. Esta separación está determinada por el propio diseño de la canalización y se fija en 0,86 metros.




| FASE | DISTANCIA (m) | Intensidad (A) | Campo B (T) |
|---|---|---|---|
| R | 0,735 | 346,41 | 9,43E-05 |
| S | 0,682 | 346,41 | -5,08E-05 |
| T | 0,735 | 346,41 | -4,71E-05 |
| | | | -3,66E-06 |

## 5.7 CONCLUSIONES

Habiendo realizado los análisis pertinentes en cuanto a la actividad de los centros de transformación en las condiciones más desfavorables de funcionamiento, se ha llegado a la conclusión de que los valores de radiación emitidos están por debajo de los límites técnicos admisibles, cumpliendo por tanto las normativas nacional e internacional en lo relativo a emisiones magnéticas en el exterior de las instalaciones.

Tras la ejecución de la subestación y durante las pruebas de puesta en marcha, se realizarán mediciones de campo electromagnético en el cerramiento exterior de los centros de transformación para comprobar los niveles según RD 1066/2001.

# MOVIMIENTO DE TIERRAS

**INDICE**

1 OBJETO ..... 3
2 CRITERIOS DE DISEÑO ..... 4
3 METODOLOGÍA DE CÁLCULO ..... 5
4 RESULTADOS ..... 6

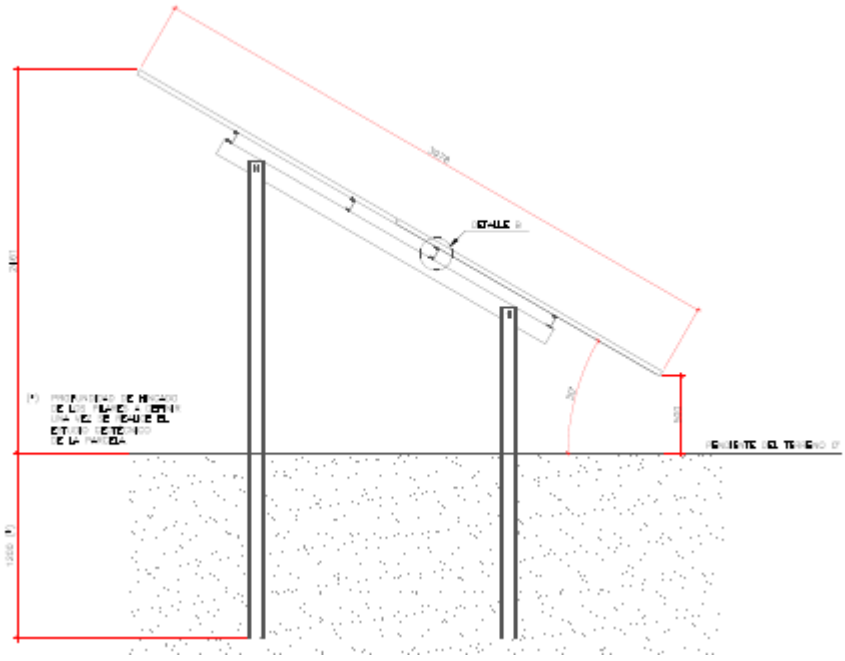
# 1 OBJETO

El objeto de esta sección es presentar el balance de movimiento de tierras, obtenido a partir de los volúmenes de excavación y relleno necesarios para la instalación de las estructuras fotovoltaicas, de acuerdo con las limitaciones de instalación de la estructura fija.

## 2 CRITERIOS DE DISEÑO

Para el presente estudio se han tenido en consideración las limitaciones de instalación definidas por el proveedor de la estructura fija:

- Inclinación máxima de plataformas Norte – Sur: 15 %. Una única alineación.



*Cimentación estructura fija 2V*

En aquellas estructuras ubicadas en zonas donde el terreno no cumpla con las limitaciones especificadas, se realizará movimiento de tierras para conseguir la regularización y nivelación requerida.
Éste se llevará a cabo por medios mecánicos mediante operaciones de desmonte y terraplén, con el objetivo de asegurar que el terreno modificado cumpla para la instalación de las estructuras dentro de las tolerancias.

## 3 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

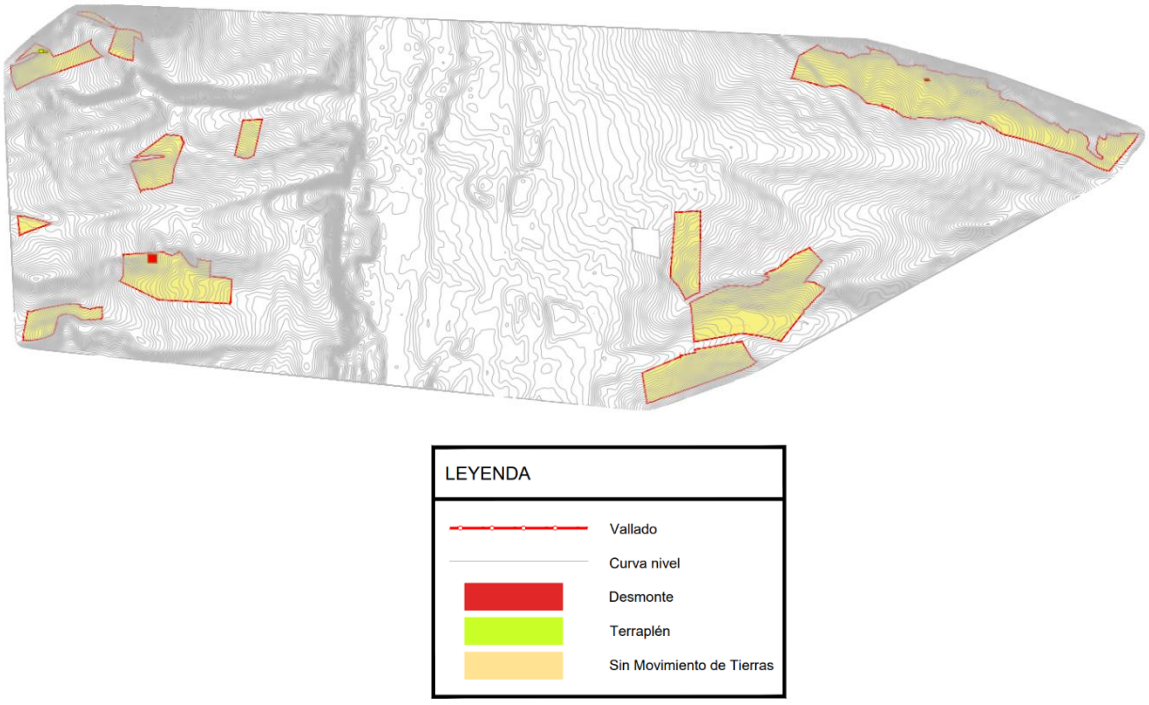
Una vez obtenidos los datos topográficos de campo, se crea un modelo digital sobre el que se estudia la implantación.

Las pendientes del terreno se comprueban para cada estructura, de forma que no se sobrepase la tolerancia indicada por el fabricante. En caso de que la pendiente del terreno sea superior a la admisible por la estructura fija, se realizará movimiento de tierras para que el terreno modificado cumpla con las tolerancias.

Seguidamente, se evalúa la rasante del terreno para cada estructura, comprobando así las irregularidades del terreno, con el objetivo de verificar si cumplen con las tolerancias de alturas marcadas por el fabricante de la estructura.

## 4 RESULTADOS

En la figura adjunta se enseñan las zonas dónde ha sido necesario realizar movimiento de tierras




*Plano de Movimiento de tierras*

Obteniendo las cubicaciones siguientes:

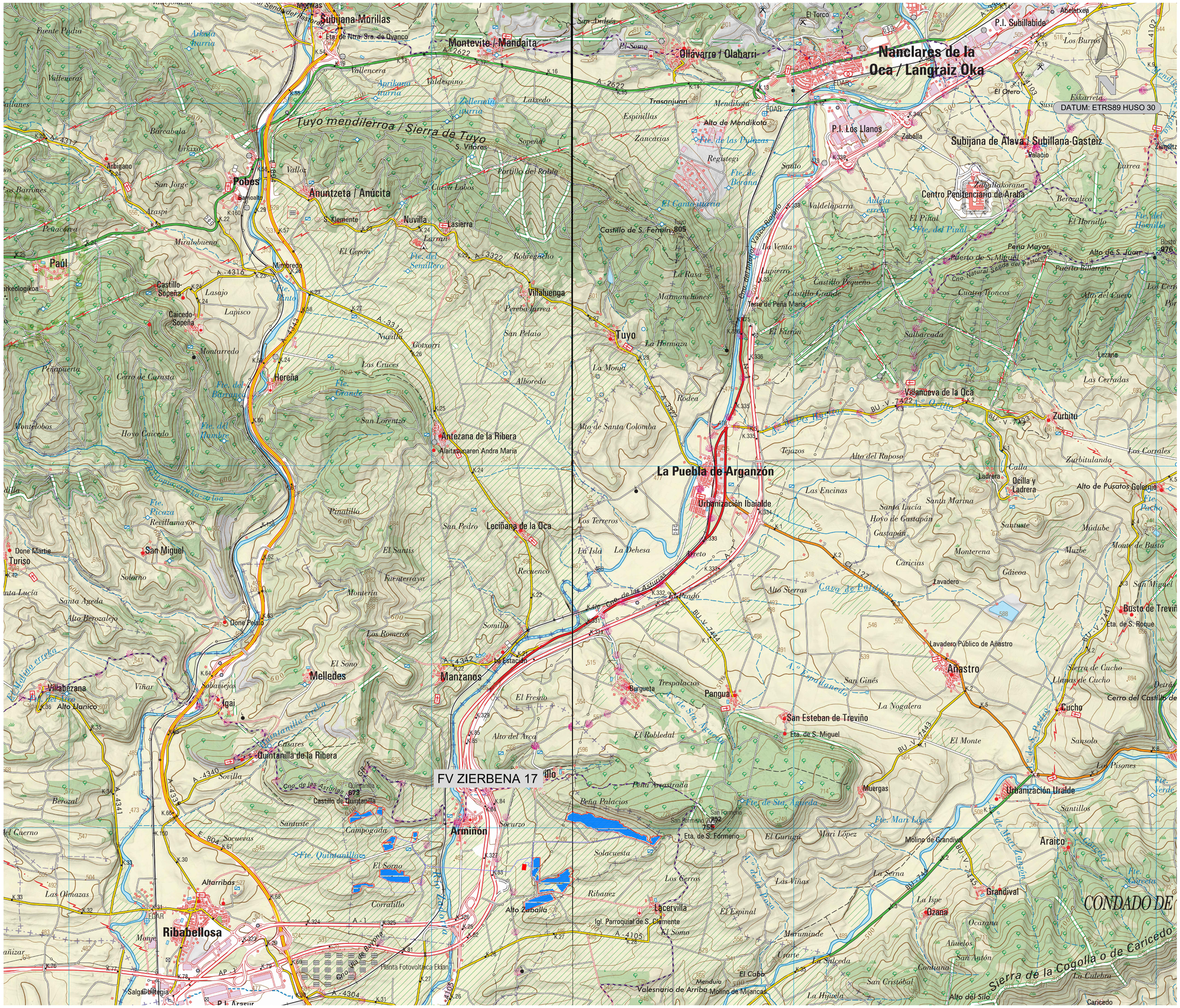
| | DESMONTE ($m^3$) | TERRAPLÉN($m^3$) | VERTEDERO($m^3$) |
|---|---|---|---|
| **TOTAL** | 153,89 | 192,21 | -38,32 |

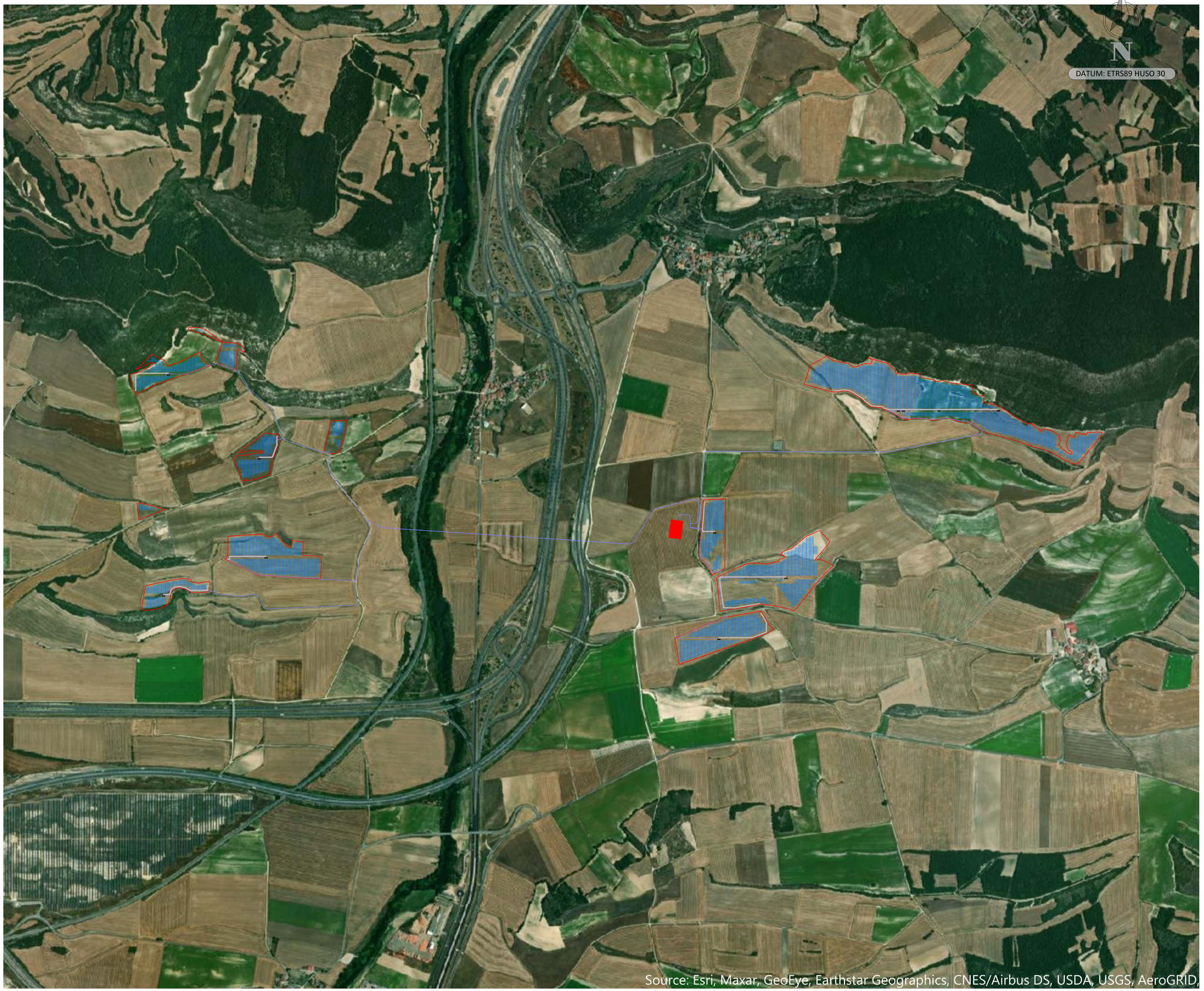
Una vez se disponga de la ingeniería de detalle de las estructuras y la topografía catastral de la parcela se deberá volver a realizar el estudio de movimiento de tierras en detalle.

# DOCUMENTO Nº3
# PLANOS

## ÍNDICE PLANOS


| | | |
|---|---|---|
| 1. | SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO | [ZB17-SOL-FV-GN-DWG-0001] |
| 2. | PLANTA GENERAL | [ZB17-SOL-FV-GN-DWG-0002] |
| 3. | URBANIZACIÓN Y PARCELARIO | [ZB17-SOL-FV-GN-DWG-0003] |
| 4. | AFECCIONES Y SERVIDUMBRE | [ZB17-SOL-FV-GN-DWG-0004] |
| 5. | VALLADO | [ZB17-SOL-FV-GN-DWG-0006] |
| 6. | VIALES Y DETALLES | [ZB17-SOL-FV-CI-DWG-0002] |
| 7. | MOVIMIENTO DE TIERRAS | [ZB17-SOL-FV-CI-DWG-0003] |
| 8. | DETALLE ESTRUCTURA | [ZB17-SOL-FV-CI-DWG-0004] |
| 9. | DETALLE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN | [ZB17-SOL-FV-CI-DWG-0005] |
| 10. | CONEXIÓN DE MÓDULOS | [ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0001] |
| 11. | TRAZADO DE BAJA TENSIÓN | [ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0002] |
| 12. | TRAZADO MT Y DETALLES | [ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0003] |
| 13. | UNIFILAR DE BAJA TENSIÓN | [ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0004] |
| 14. | UNIFILAR MEDIA TENSIÓN | [ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0005] |
| 15. | CONTROL Y MONITORIZACIÓN | [ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0006] |
| 16. | PLANO DE GESTIÓN DE RESIDUOS | [ZB17-SOL-FV-GR-DWG-0001] |


Subijana-Morillas
Montevite / Mandaita
Olávarre / Olaharri
Nanclares de la Oca / Langraiz Oka
P.I. Subillabide
Tuyo mendilerroa / Sierra de Tuyo
Pobes
Anuntzeta / Anúcita
Arbigano
Nuvilla
Lasierra
Paúl
Castillo-Sopeña
Caicedo-Sopeña
Numbredo
Herreña
Villaluenga
Tuyo
Antezana de la Ribera
Aiaitasunaren Andra Maria
La Puebla de Arganzón
Urbanización Ibaialde
Trasanjuan
Espinillas
Zancarias
Alto de Mendikota
Mendikota
Fte. de las Dulzuras
Registegi
Fte. de Berana
Saldo
P.I. Los Llanos
Zabalia
Subijana de Álava / Subillana-Gasteiz
Palacio
Centro Penitenciario de Araba
Zaballakorana
Castillo de S. Fermín
Valdelaparra
Augia erreka
El Pinal
Fte. del Pinal
La Venta
Lapuerro
Castillo Pequeño
Castillo Grande
Matmanchones
La Rasa
Tierra de Peña María
Puerto de S. Miguel
Cno. Natural Senda del Pastor
Peña Mayor
Alto de S. Juan
Puerto Billarrate
Cuesta Troncos
Alto del Cuervo
El Hornillo
Fte. del Hornillo
Berozalico
Larrea
Zumeltzu
Bosto
976
Salbarcada
El Karrán
La Horma
La Monja
Rodea
Alto de Santa Colomba
Tejazos
Alto del Raposo
Villanueva de la Oca
Zurbitu
Zurbitulanda
Los Cerrales
Las Cerradas
Lezana
Calla
Ladrera
Ocilla y Ladrera
Alto de Pusatos Golernio
Los Burros
El Otero
Eskarreta
Susi
Los Pisones
Sansolo
Cucho
Cerro del Castillo de
Sierra de Cucho
Llanas de Cucho
Detrás
Busto de Treviño
Eta. de S. Roque
San Miguel
Lavadero Público de Añastro
Añastro
Lavadero
Caricias
Monterena
Gáiceo
Alto Sierras
Cno. de las Asturias
Cno. de Peñacerrada
Cno. de Miranda de Ebro a Tarazona y Ruidera
Cno. de Santiago
Cno. de Bayona
Cno. de Mari Luzun
Cno. de Sta. Agueda
Cno. de Sta. Prudencia
Cno. de S. Pedro
Cno. de Sta. Apolonia
Cno. de Sta. Teresa
Cno. de Sta. Lucía
Cno. de Sta. Marina
Cno. de Sta. Cristina
Cno. de Sta. Elena
Cno. de Sta. Inés
Cno. de Sta. Rosa
Cno. de Sta. Clara
Cno. de Sta. Isabel
Cno. de Sta. Ana
Cno. de Sta. Maria
Cno. de Sta. Magdalena
Cno. de Sta. Catalina
Cno. de Sta. Barbara
Cno. de Sta. Cecilia
Cno. de Sta. Eulalia
Cno. de Sta. Gertrudis
Cno. de Sta. Genoveva
Cno. de Sta. Isabel de Hungria
Cno. de Sta. Isabel de Portugal
Cno. de Sta. Isabel de Aragon
Cno. de Sta. Isabel de Castilla
Cno. de Sta. Isabel de Navarra
Cno. de Sta. Isabel de Leon
Cno. de Sta. Isabel de Asturias
Cno. de Sta. Isabel de Galicia
Cno. de Sta. Isabel de Vizcaya
Cno. de Sta. Isabel de Guipuzcoa
Cno. de Sta. Isabel de Alava
Cno. de Sta. Isabel de Rioja
Cno. de Sta. Isabel de Cantabria
Cno. de Sta. Isabel de Murcia
Cno. de Sta. Isabel de Valencia
Cno. de Sta. Isabel de Andalucia
Cno. de Sta. Isabel de Extremadura
Cno. de Sta. Isabel de Castilla-La Mancha
Cno. de Sta. Isabel de Castilla y Leon
Cno. de Sta. Isabel de Madrid
Cno. de Sta. Isabel de Canarias
Cno. de Sta. Isabel de Baleares
Cno. de Sta. Isabel de Ceuta
Cno. de Sta. Isabel de Melilla
Cno. de Sta. Isabel de Andorra
Cno. de Sta. Isabel de Portugal
Cno. de Sta. Isabel de Francia
Cno. de Sta. Isabel de Italia
Cno. de Sta. Isabel de Alemania
Cno. de Sta. Isabel de Inglaterra
Cno. de Sta. Isabel de Irlanda
Cno. de Sta. Isabel de Escocia
Cno. de Sta. Isabel de Gales
Cno. de Sta. Isabel de Suiza
Cno. de Sta. Isabel de Austria
Cno. de Sta. Isabel de Hungria
Cno. de Sta. Isabel de Polonia
Cno. de Sta. Isabel de Rusia
Cno. de Sta. Isabel de Ucrania
Cno. de Sta. Isabel de Bielorrusia
Cno. de Sta. Isabel de Moldavia
Cno. de Sta. Isabel de Rumania
Cno. de Sta. Isabel de Bulgaria
Cno. de Sta. Isabel de Grecia
Cno. de Sta. Isabel de Turquia
Cno. de Sta. Isabel de Chipre
Cno. de Sta. Isabel de Malta
Cno. de Sta. Isabel de Libia
Cno. de Sta. Isabel de Egipto
Cno. de Sta. Isabel de Sudan
Cno. de Sta. Isabel de Etiopia
Cno. de Sta. Isabel de Somalia
Cno. de Sta. Isabel de Kenia
Cno. de Sta. Isabel de Uganda
Cno. de Sta. Isabel de Tanzania
Cno. de Sta. Isabel de Ruanda
Cno. de Sta. Isabel de Burundi
Cno. de Sta. Isabel de Congo
Cno. de Sta. Isabel de Zaire
Cno. de Sta. Isabel de Angola
Cno. de Sta. Isabel de Zambia
Cno. de Sta. Isabel de Zimbabue
Cno. de Sta. Isabel de Mozambique
Cno. de Sta. Isabel de Madagascar
Cno. de Sta. Isabel de Mauricio
Cno. de Sta. Isabel de Reunion
Cno. de Sta. Isabel de Comoras
Cno. de Sta. Isabel de Seychelles
Cno. de Sta. Isabel de Maldivas
Cno. de Sta. Isabel de Sri Lanka
Cno. de Sta. Isabel de India
Cno. de Sta. Isabel de Pakistan
Cno. de Sta. Isabel de Afganistan
Cno. de Sta. Isabel de Iran
Cno. de Sta. Isabel de Irak
Cno. de Sta. Isabel de Siria
Cno. de Sta. Isabel de Libano
Cno. de Sta. Isabel de Israel
Cno. de Sta. Isabel de Jordania
Cno. de Sta. Isabel de Arabia Saudi
Cno. de Sta. Isabel de Yemen
Cno. de Sta. Isabel de Oman
Cno. de Sta. Isabel de Emiratos Arabes Unidos
Cno. de Sta. Isabel de Qatar
Cno. de Sta. Isabel de Bahrein
Cno. de Sta. Isabel de Kuwait




| CARACTERÍSTICAS DE LA PLANTA | |
|---|---|
| Potencia DC (MWdc): | 56,819 |
| Potencia AC @35º (MW): | 49,895 |
| Potencia Módulo FV (Wp): | 620 |
| N° Módulos (Uds.): | 91644 |
| Modelo Módulo: | VERTEX N-TSM-NEG19RC.20 |
| N° Módulos por String (Uds.): | 28 |
| N° total de Strings (Uds.): | 3273 |
| Modelo Inversor: | Power Electronics FS2935K |
| Potencia Inversor @35º kVA | 2935 |
| N° Inversores (Uds.): | 17 |
| Tipo de Estructura: | 2V14 |
| Nº Estructura: | 3273 |
| GCR (%): | 48 |
| Pitch (m.): | 7 |
| Bloque Potencia Tipo 1 : 5870 kVA | 6 Uds |
| Bloque Potencia Tipo 2 : 2935 kVA | 5 Uds |

**LEYENDA**

- Vallado perimetral.
- Puerta de acceso.
- Vial interno 4m.
- Estructura 2V14
- Centro Transformación

| Coordenada Planta Fotovoltaica | | |
|---|---|---|
| FV | ESTE | NORTE |
| 1 | 511016 | 4729614 |

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

Solaria

TÍTULO PLANO:

PLANTA GENERAL

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:5.000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO: ZB17-SOL-FV-GN-DWG-0002




**LEYENDA**

- Vallado perimetral.
- Puerta de acceso.
- Vial interno 4m.
- Estructura 2V14
- Centro Transformación Tipo

COORDENADAS ACCESO PLANTA FV

| NUMBER | Posición X | Posición Y |
|---|---|---|
| 1 | 508872.480 | 4730081.166 |
| 2 | 509251.158 | 4730198.810 |
| 3 | 509512.756 | 4729881.213 |
| 4 | 509747.669 | 4729802.428 |
| 5 | 508996.417 | 4729547.982 |
| 6 | 509208.371 | 4729214.092 |
| 7 | 509285.424 | 4729328.064 |
| 8 | 511402.753 | 4729585.766 |
| 9 | 511654.114 | 4729131.440 |
| 10 | 511663.252 | 4729094.140 |
| 11 | 511988.464 | 4730076.419 |

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

Solaria

TÍTULO PLANO:

PLANTA GENERAL

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:5.000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-GN-DWG-0002




**LEYENDA**

- ZONA VALLADO FV
- ZANJA MT
- ZANJA BT
- VALLADO

**PARCELAS AFECTADAS POR FV**

| Nº | MUNICIPIO | POLIGONO | PARCELA | REF.CAT. | TIPO SUELO |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | ARMIÑÓN | 001 | 1261 | 060011261 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 2 | ARMIÑÓN | 001 | 1501 | 060011501 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 3 | ARMIÑÓN | 001 | 1502 | 060011502 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 4 | ARMIÑÓN | 001 | 1517 | 060011517 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 5 | ARMIÑÓN | 001 | 1523 | 060011523 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 6 | ARMIÑÓN | 001 | 1045 | 060011045 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 7 | ARMIÑÓN | 001 | 1539 | 060011539 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 8 | ARMIÑÓN | 001 | 1543 | 060011543 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 9 | ARMIÑÓN | 001 | 1544 | 060011544 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 10 | ARMIÑÓN | 001 | 1550 | 060011550 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 11 | ARMIÑÓN | 001 | 1568 | 060011568 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 12 | ARMIÑÓN | 001 | 1637 | 060011637 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 13 | ARMIÑÓN | 001 | 1643 | 060011643 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 14 | ARMIÑÓN | 001 | 1664 | 060011664 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 15 | ARMIÑÓN | 001 | 1670 | 060011670 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 16 | ARMIÑÓN | 001 | 1683 | 060011683 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 17 | ARMIÑÓN | 001 | 1695 | 060011695 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 18 | ARMIÑÓN | 001 | 1641 | 060011641 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 19 | ARMIÑÓN | 001 | 1728 | 060011728 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 20 | ARMIÑÓN | 001 | 1729 | 060011729 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 21 | ARMIÑÓN | 001 | 1822 | 060011822 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 22 | ARMIÑÓN | 001 | 1820 | 060011820 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 23 | ARMIÑÓN | 001 | 1823 | 060011823 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 24 | ARMIÑÓN | 001 | 1534 | 060011534 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 25 | ARMIÑÓN | 001 | 1533 | 060011533 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 26 | ARMIÑÓN | 001 | 1549 | 060011549 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 27 | ARMIÑÓN | 001 | 1821 | 060011821 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 28 | ARMIÑÓN | 001 | 1698 | 060011698 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 29 | ARMIÑÓN | 001 | 1819 | 060011819 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 30 | ARMIÑÓN | 001 | 1818 | 060011818 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 31 | ARMIÑÓN | 001 | 1817 | 060011817 | PARCELAS SUELO AGRARIO |
| 32 | ARMIÑÓN | 001 | 1548 | 060011548 | PARCELAS SUELO AGRARIO |

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

Solaria

TÍTULO PLANO:

URBANIZACION PARCELARIO

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:5.000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-GN-DWG-0003

DATUM: ETRS89 HUSO 30

LEYENDA

- VIALES INTERNOS
- VALLADO
- ESTRUCTURA 2Vx14
- SERVIDUMBRE LINDEROS (5m a Vallado)
- CAMINO
- SERVIDUMBRE A CAMINO (1.5m a Vallado)
- SERVIDUMBRE A CAMINO (8m. a Seguidor)
- CAUCES
- SERVIDUMBRE A CAUCE (5m)
- SERVIDUMBRE A CAUCE (15m)
- CAUCE - ZONA POLICIA (100m)
- CAUCE - ZONA INUNDABILIDAD
- CAMINO DE SANTIAGO
- CAMINO DE SANTIAGO - SERVIDUMBRE 30m
- GASODUCTO
- GASODUCTO SERVIDUMBRE (10m)
- HABITAT PRIORITARIO
- ZONAS ALTO VALOR ESTRATÉGICO
- HABITAT NO PRIORITARIO
- MUP
- NUCLEO URBANO (500m)
- LMT - SERVIDUMBRE (15m)
- LAT - SERVIDUMBRE (40m)

© 2025 Microsoft Corporation © 2025 Maxar ©CNES (2025) Distribution Airbus DS © 2025 TMAP MOBILITY Earthstar Geographics SIO

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | DIC-2023 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

AFECCIONES SERVIDUMBRE

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

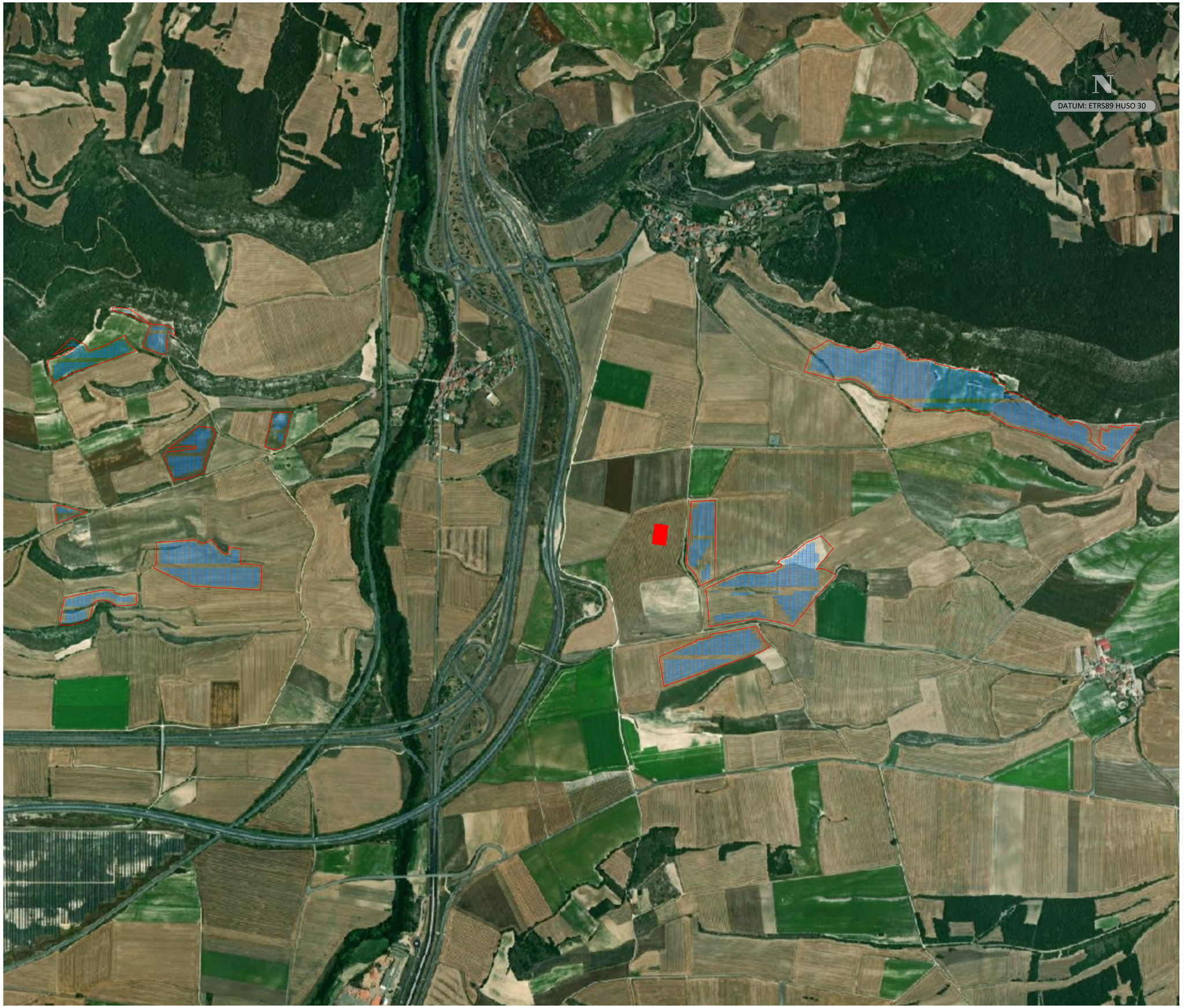
ESCALA 1:6.000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-GN-DWG-0004

HOJA 01 DE 01




**LEYENDA**

- Vallado perimetral.
- Puerta de acceso.
- Estructura 2V14

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

Solaria

TÍTULO PLANO:

VALLADO

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:7000

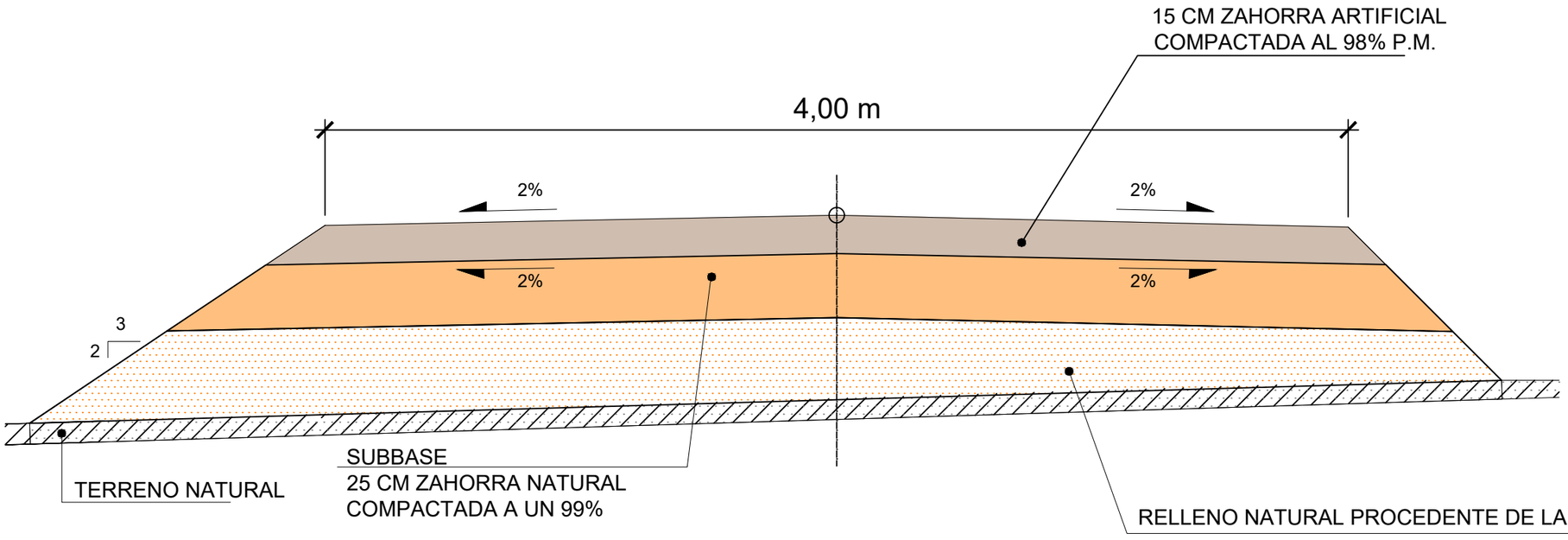
A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-GN-DWG-0006

HOJA 01 DE 01

# SECCIÓN TIPO
# VIAL INTERNO Y
# CAMINO EXTERIOR 4m




| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | NOV-2023 | PRIMERA EDICION | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

VIALES

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

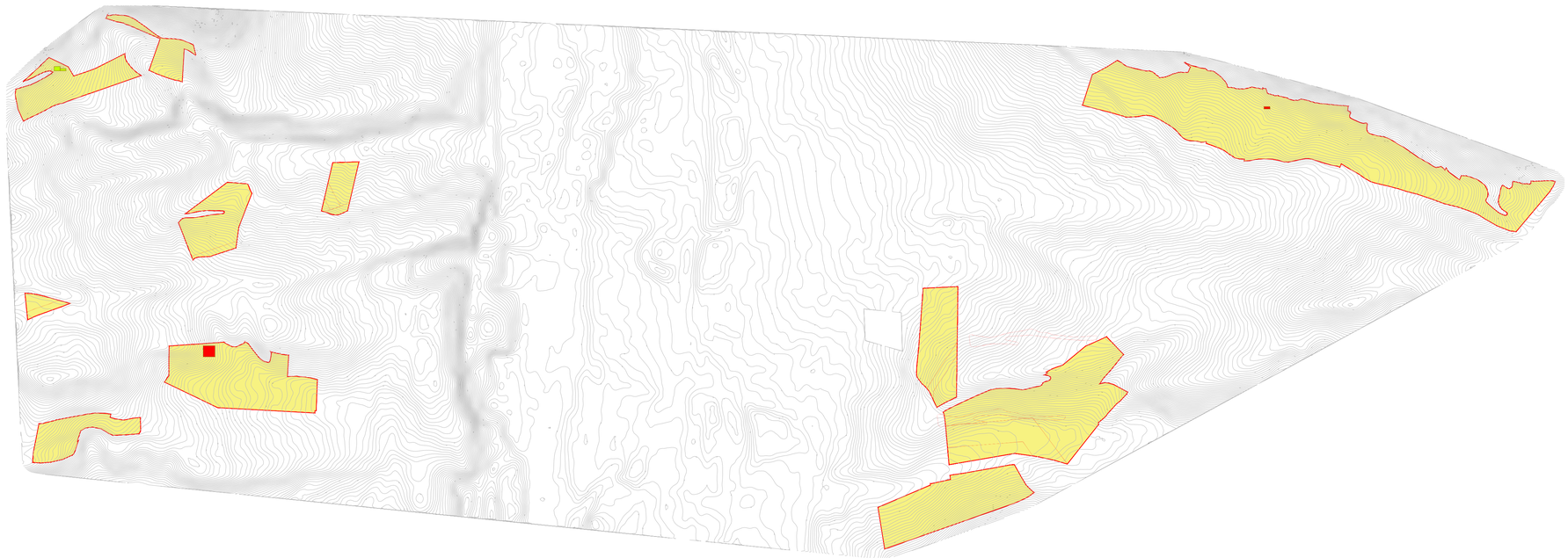
ZB17-SOL-FV-CI-DWG-0002

DATUM: ETRS89 HUSO 30

| DESMONTE (m3) | TERRAPLEN (m3) | EXCEDENTE DE TIERRAS (m3) |
|---|---|---|
| 153,89 | 192,21 | -38,32 |

LEYENDA

- Vallado
- Curva nivel
- Desmonte
- Terraplén
- Sin Movimiento de Tierras



| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | NOV-2023 | PRIMERA EDICIÓN | VBF | JCC | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

MOVIMIENTO DE TIERRAS

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

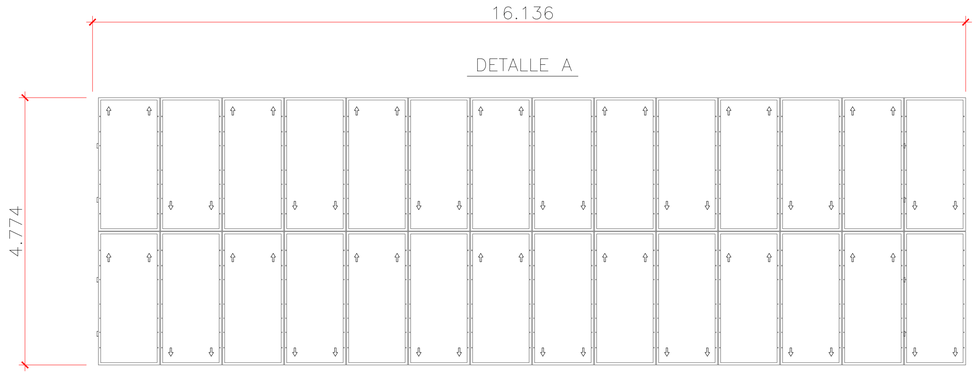
ESCALA 1:6.000

A1 841 x 594 mm

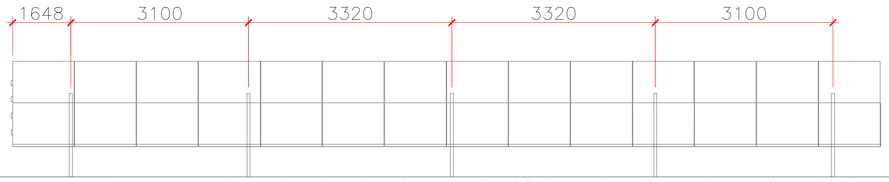
CÓDIGO PLANO:

309-ZB17-SOL-FV-IC-DWG-003

HOJA 01 DE 01



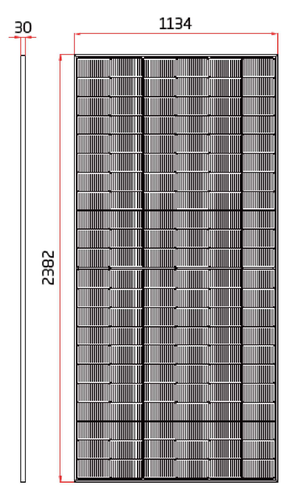

VISTA PLANTA
S/E



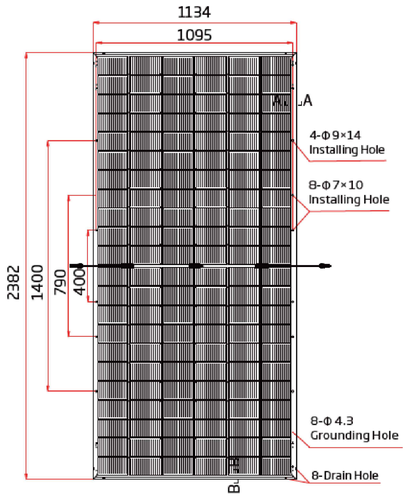

ALZADO
S/E

PERFILES POR MESA

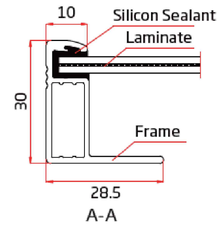
| | |
|---|---|
| 5 POSTES C S355JR | 4 CORREAS C MAGNELIS S350GD |
| 9 DINTELES C MAGNELIS S350GD | 2 TIRANTES U MAGNELIS S350GD |
| | KIT DE TORNILLERÍA CON CALIDAD 8.8 Y ALTA RESISTENCIA A LA CORROSIÓN |



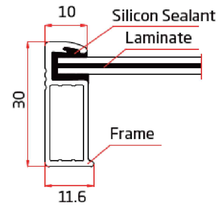

Front View



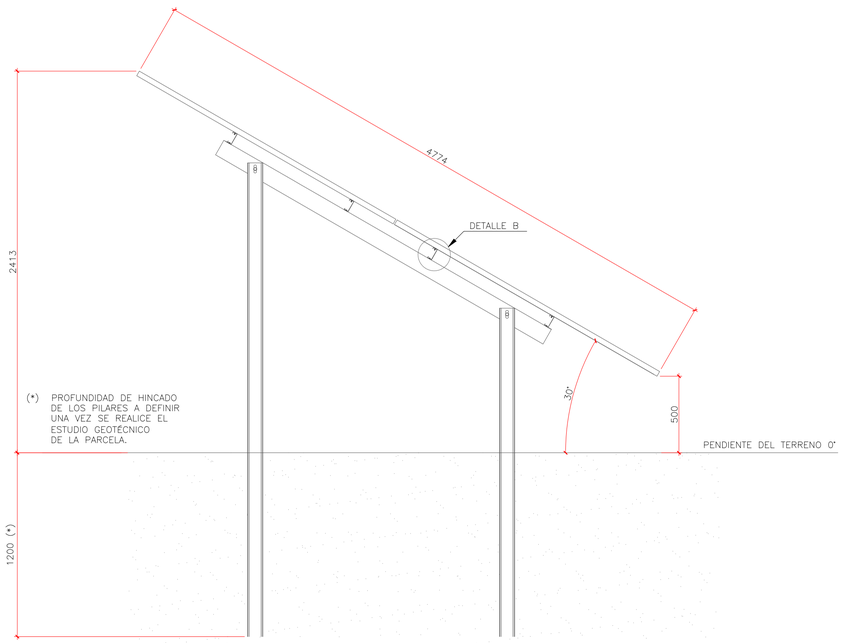

Back View



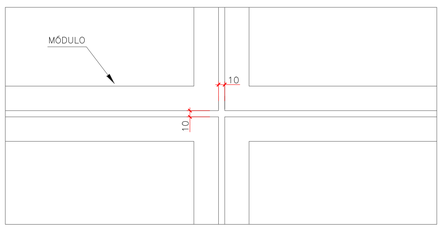

A-A



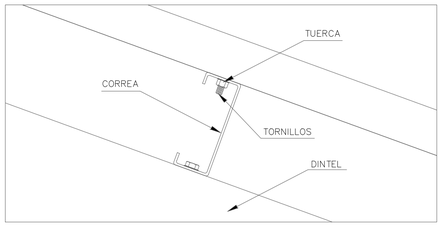

B-B




PERFIL
S/E




DETALLE A
S/E




DETALLE B
CORREAS
S/E

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | ABR - 2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

DETALLE ESTRUCTURA

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

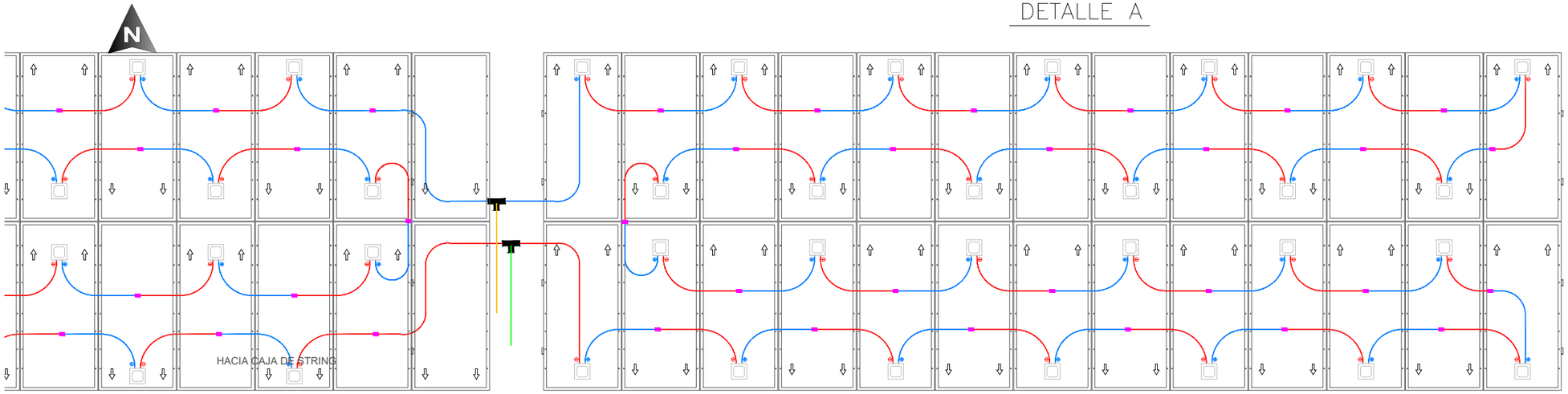
ESCALA S/E

A1 841 x 594 mm

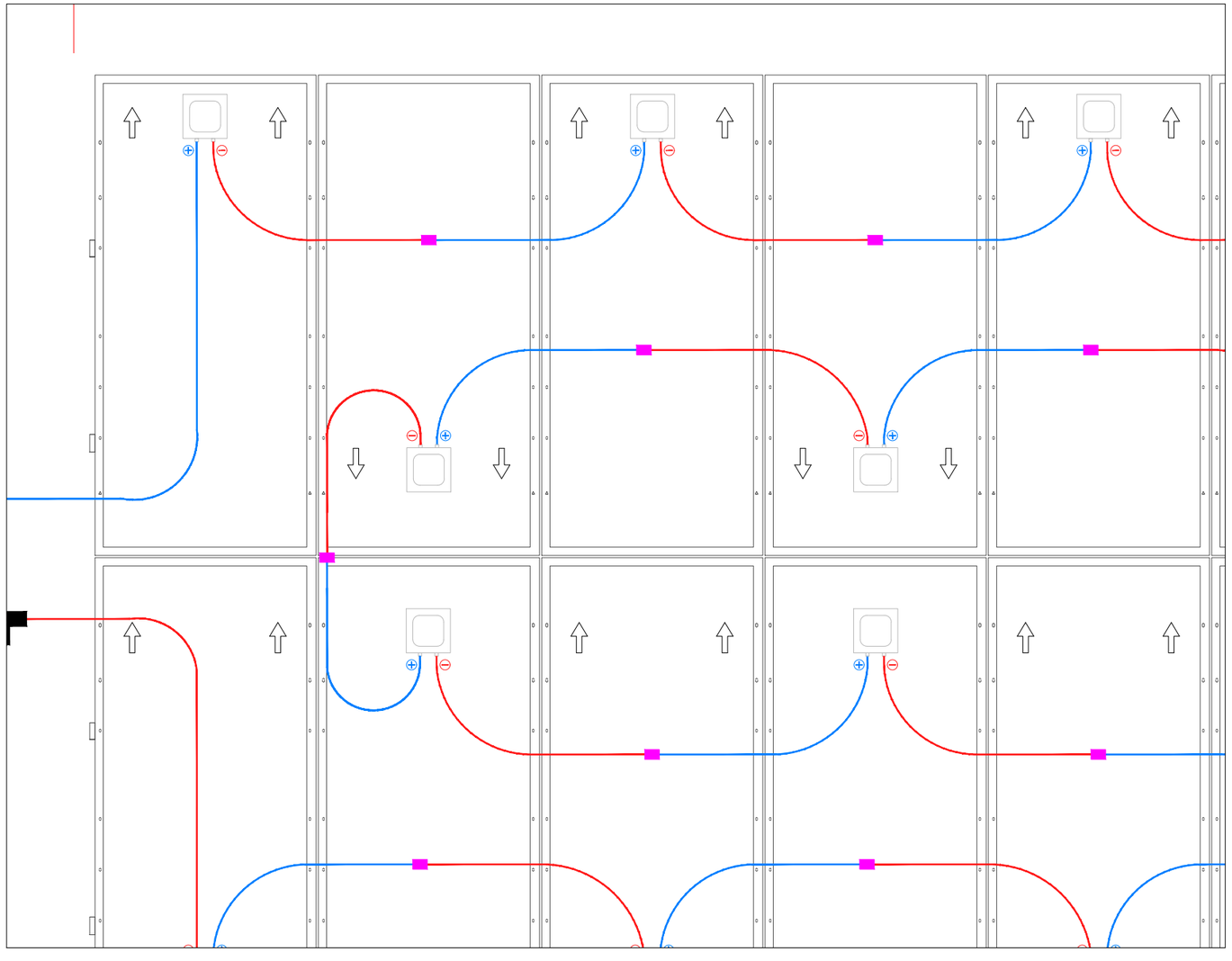
CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-CI-DWG-0004

## DETALLE A




LOS MÓDULOS SE INSTALARÁN DE TAL MANERA QUE UN MÓDULO TENGA SU "CABEZA" EN LA PARTE MÁS NORTE DE LA ESTRUCTURA, Y SU INMEDIATAMENTE SIGUIENTE, LA TENGA EN LA PARTE MAS SUR. VÉASE FLECHAS ORIENTATIVAS EN EL DETALLE '1'.
ESTE MÉTODO DE INSTALACIÓN PERMITE UNA MENOR DISTANCIA DE CABLEADO A LA HORA DE REALIZAR UNA CONEXIÓN "AL TRESBOLLILLO". ESTE MÉTODO PERMITE UN AHORRO CONSIDERABLE EN CABLE Y POR TANTO, UNA DISMINUCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSION DEL STRING.



REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL CONEXIONADO DE MÓDULOS EN UNA MESA FIJA

LEYENDA

- CONECTOR DE 2 A 1
- CONECTOR MC4
- CABLE Cu ZZ-F 10 mm² POSITIVO
- CABLE Cu ZZ-F 10 mm² NEGATIVO
- CABLE MÓDULO POSITIVO
- CABLE MÓDULO NEGATIVO

ESCALA S/E

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | ABR - 2025 | PRIMERA EDICION | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 14

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

DETALLE ESTRUCTURA

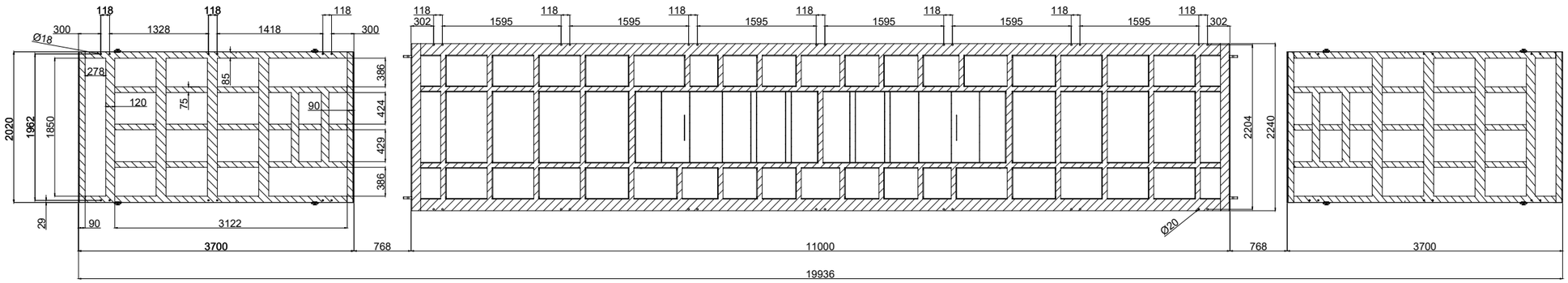
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

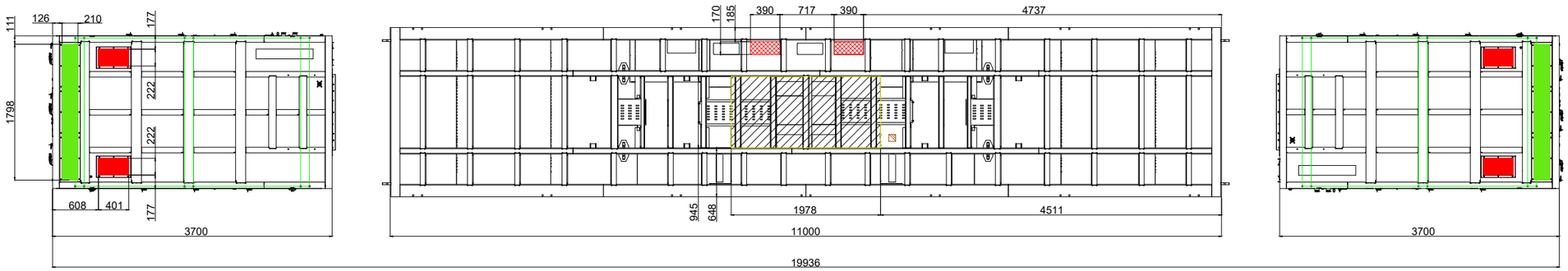
A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-CI-DWG-0004




FOOTPRINT




BOTTOM VIEW
CABLE INPUT DETAIL

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | NOV-2023 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

DETALLE CT

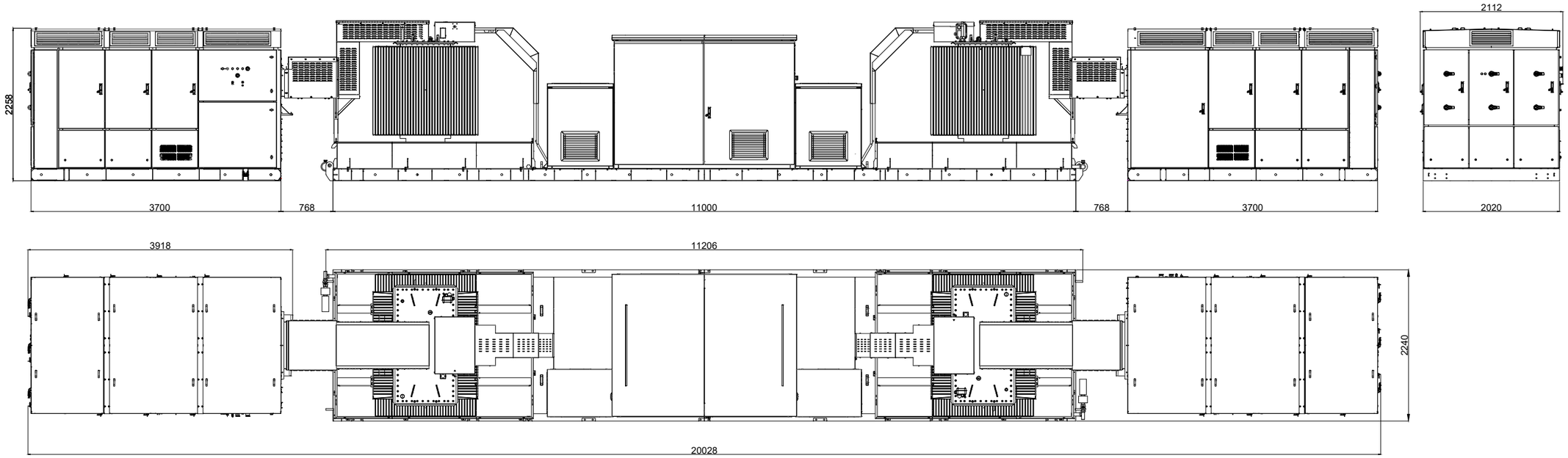
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA: S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-CI-DWG-0005




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 00 | NOV-2023 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |
| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

DETALLE CT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

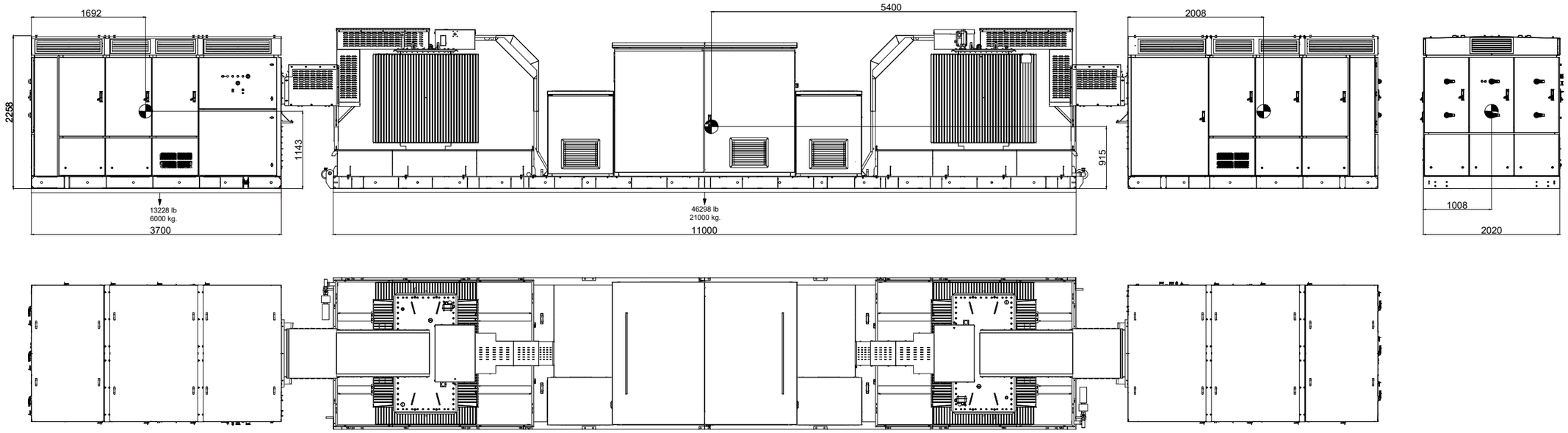
ESCALA

S/E

A3
420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-CI-DWG-0005




PLANTA

S/E

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | NOV-2023 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

DETALLE CT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

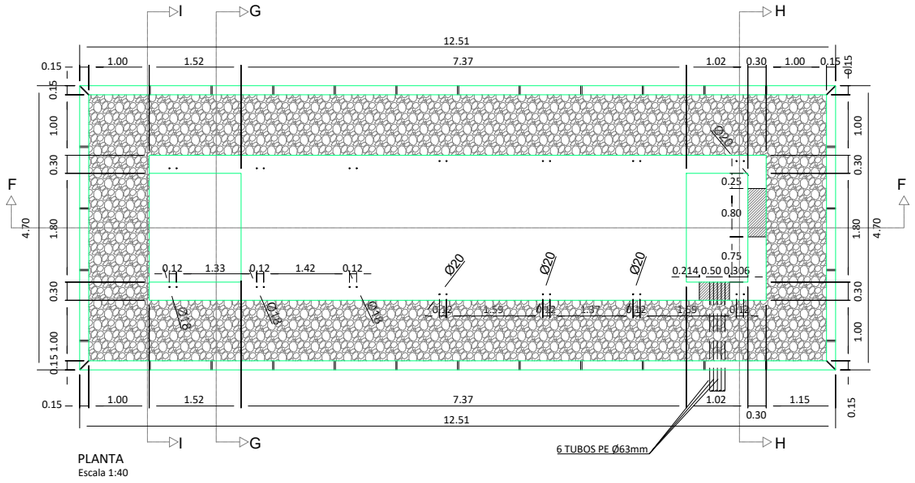
ESCALA

S/E

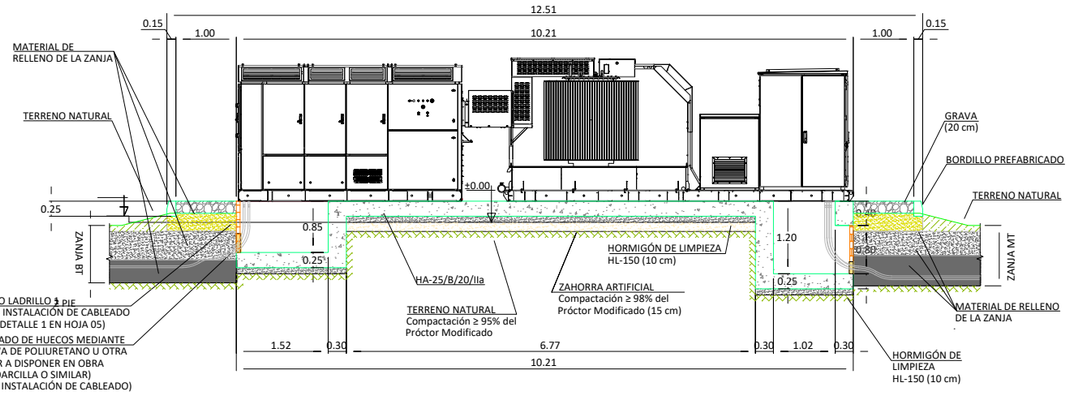
A3
420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

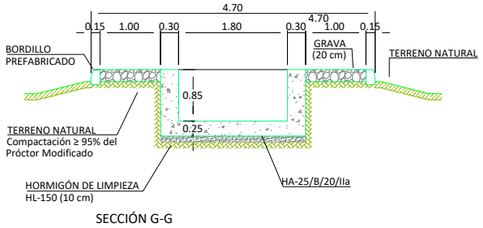
ZB17-SOL-FV-CI-DWG-0005



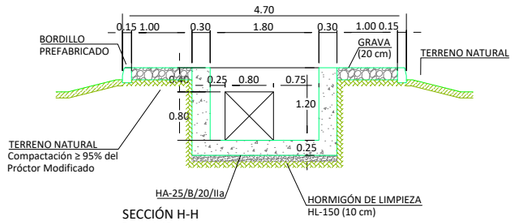

PLANTA
Escala 1:40



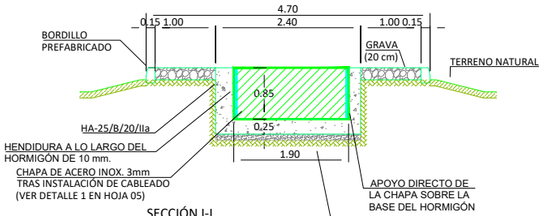

SECCIÓN F-F
Escala 1:40




SECCIÓN G-G
Escala 1:40




SECCIÓN H-H
Escala 1:40




SECCIÓN I-I
Escala 1:40

PLANTA
S/E

- Parámetros geotécnicos considerados:

| | |
|---|---|
| Tensión admisible (kg/cm2): 1 | Módulo de balasto (t/m3): K's (TWINSKID):132.5 k's (SKID): 139.7 |

| Armado general losa | Canto losa |
|---|---|
| Armado superior e inferior, longitudinal y transversal: Ø12 C/20cm Solapes: Según EHE 08 | 25cm |

Cuadro de materiales y niveles de control

| Material | Hormigones (1) | | Acero |
|---|---|---|---|
| Elementos | Nivelación | Losa | |
| Losa de cimentación PS | HL-150/C/TM | HA-25/B/20/IIa | Nivelación |
| Nivel de control | ----- | ESTADISTICO | B-500-S |
| Coef. de seguridad | ----- | $\gamma_c$=1.50 | NORMAL |
| Ejecución | Nivel de control normal | | $\gamma_s$=1.15 |

(1): La relación agua/cemento maxima utilizada y el minimo contenido de cementos se ajustara a lo indicado en la tabla 37.3.2a de la EHE-08

Radios de doblado

Salvo casos especialmente indicados, los radios de doblado y longitudes de anclaje en los cercos serán los indicados en el esquema:




Recubrimientos nominales




1.- Recubrimiento inferior contacto hormigón de limpieza > 5cm
2.- Recubrimiento superior libre 5 cm.
3.- Recubrimiento lateral- (encofrado lateralmente) 5cm

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | NOV-2023 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

DETALLE CT

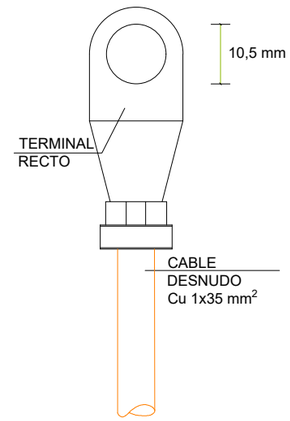
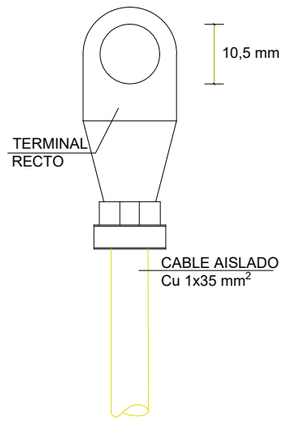
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

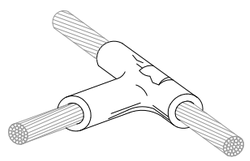
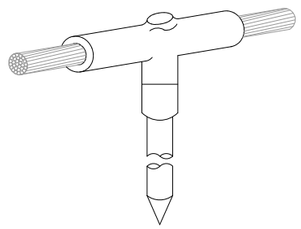
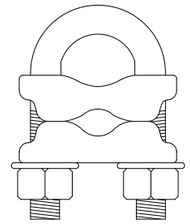
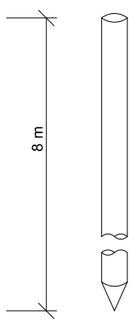
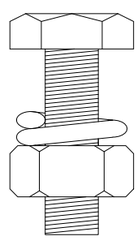
A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-CI-DWG-0005

| 1A- TERMINAL PARA CONEXIÓN DE CABLE DESNUDO DE COBRE | 1B - TERMINAL PARA CONEXIÓN DE CABLE AISLADO DE COBRE |
|---|---|
|  |  |

DETALLE 1: CONEXIÓN CON MALLA DE PUESTA A TIERRA
S/E

| 3A - SOLDADURA EXOTÉRMICA TIPO "T" | 3B - SOLDADURA EXOTÉRMICA CABLE PASANTE CON PICA | 3C - GRAPA DE PUESTA A TIERRA |
|---|---|---|
|  |  |  CONDUCTOR ENTRE 25-70 mm² Y PICA DE 5/8"o 18,2 mm de diámetro. |
| 3D - PICA DE PUESTA A TIERRA | 3E - TORNILLO M10x35 + ARANDELA + TUERCA | |
|  |  | |

DETALLE 2: TIPOS DE SOLDADURAS EXOTÉRMICAS Y GRAPA DE PUESTA A TIERRA
S/E

NOTA: LOS EQUIPOS DEFINITIVOS Y SUS DIMENSIONES SERÁN DEFINIDOS EN FASE DE INGENIERÍA DE DETALLE

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | NOV-2023 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

DETALLE CT

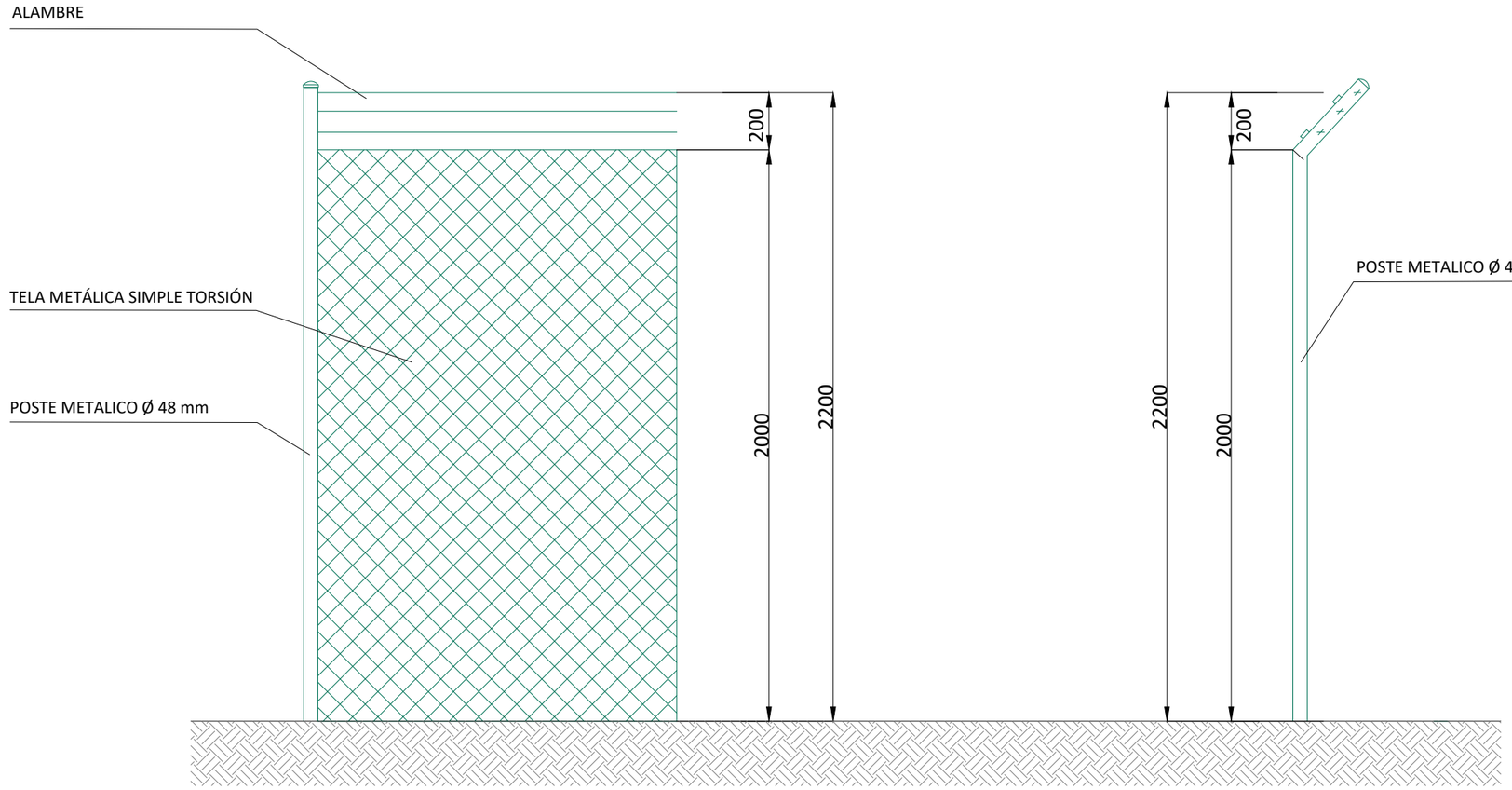
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-CI-DWG-0005




ALZADO

SECCIÓN

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | NOV-2023 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

DETALLE CT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

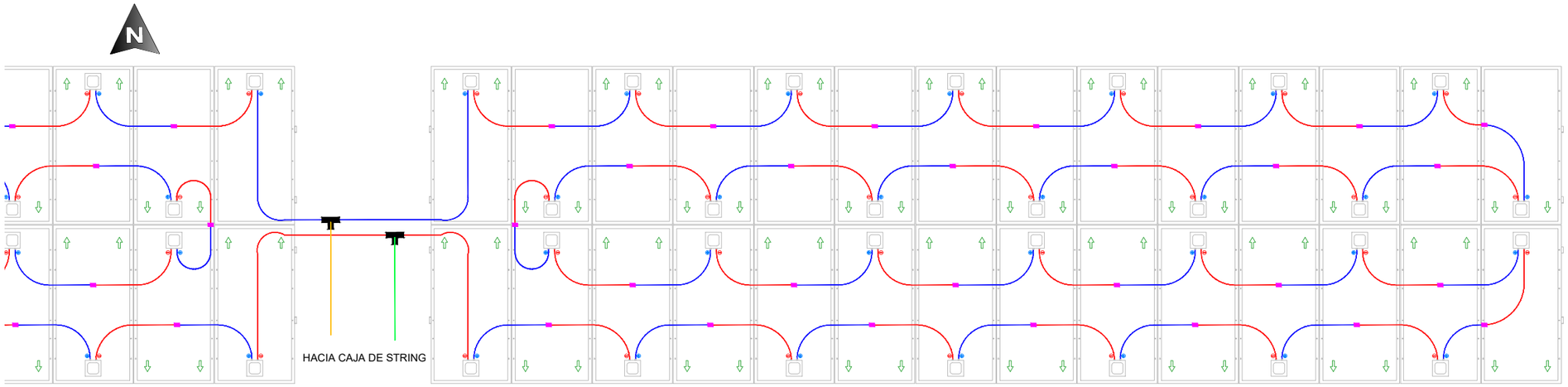
ESCALA

S/E

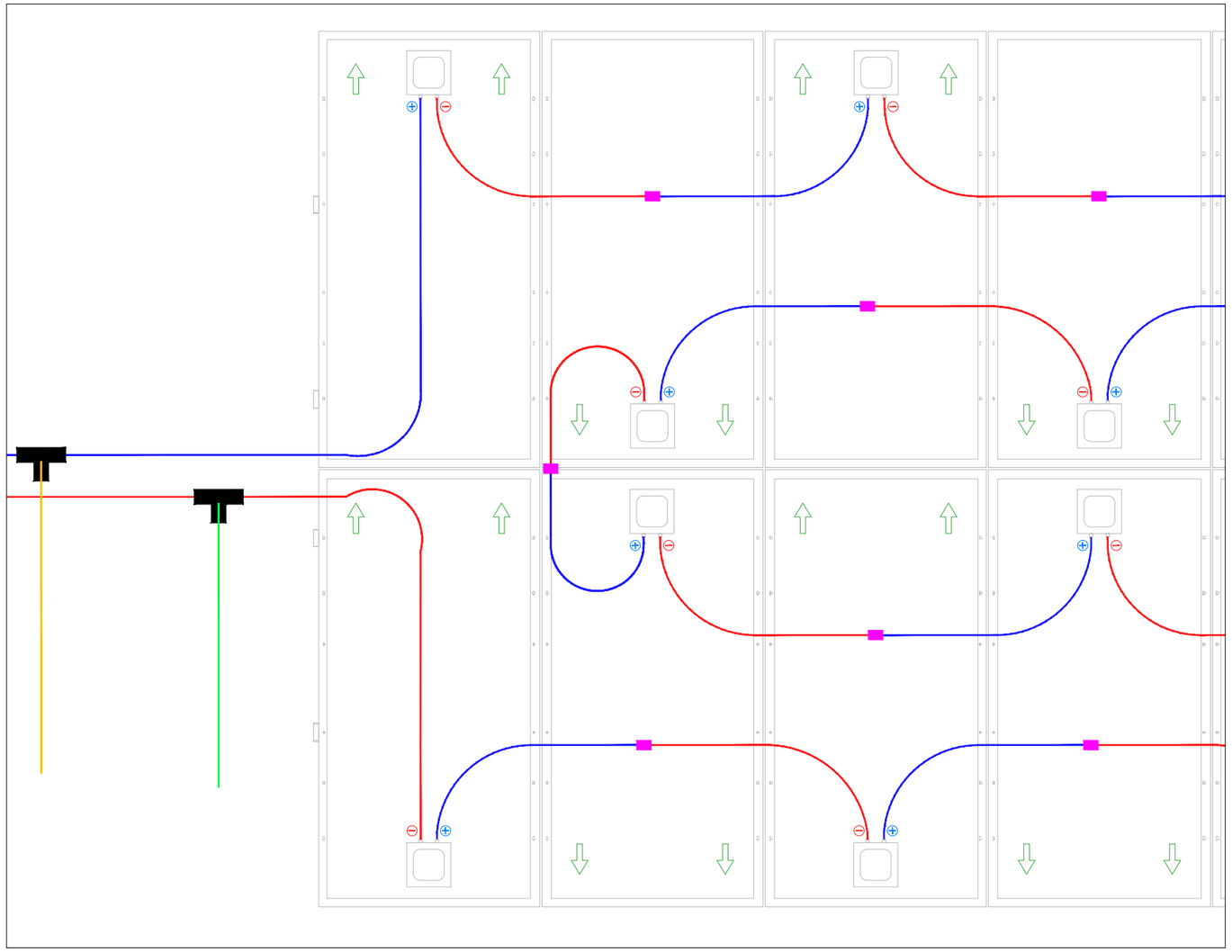
A3
420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-CI-DWG-0005




LOS MÓDULOS SE INSTALARÁN DE TAL MANERA QUE UN MÓDULO TENGA SU "CABEZA" EN LA PARTE MÁS NORTE DE LA ESTRUCTURA, Y SU INMEDIATAMENTE SIGUIENTE, LA TENGA EN LA PARTE MAS SUR. VÉASE FLECHAS ORIENTATIVAS EN EL DETALLE '1'.
ESTE MÉTODO DE INSTALACIÓN PERMITE UNA MENOR DISTANCIA DE CABLEADO A LA HORA DE REALIZAR UNA CONEXIÓN "AL TRESBOLLILLO".
ESTE MÉTODO PERMITE UN AHORRO CONSIDERABLE EN CABLE Y POR TANTO, UNA DISMINUCIÓN DE LA CAÍDA DE TENSION DEL STRING.



REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DEL CONEXIONADO DE MÓDULOS EN UNA MESA FIJA

LEYENDA

- CONECTOR DE 2 A 1
- CONECTOR MC4
- CABLE Cu ZZ-F 10 mm² POSITIVO
- CABLE Cu ZZ-F 10 mm² NEGATIVO
- CABLE MÓDULO POSITIVO
- CABLE MÓDULO NEGATIVO

ESCALA S/E

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

CONEXION MODULOS

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0001




| LEYENDA |
|---|
| Vallado. |
| Zanja BT |

Nota: El trazado de las zanjas es orientativo y será definido en fase de ingeniería de detalle.
Las zanjas de media tensión se muestran en plano dedicado

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

Solaria

TÍTULO PLANO:

TRAZADO BT

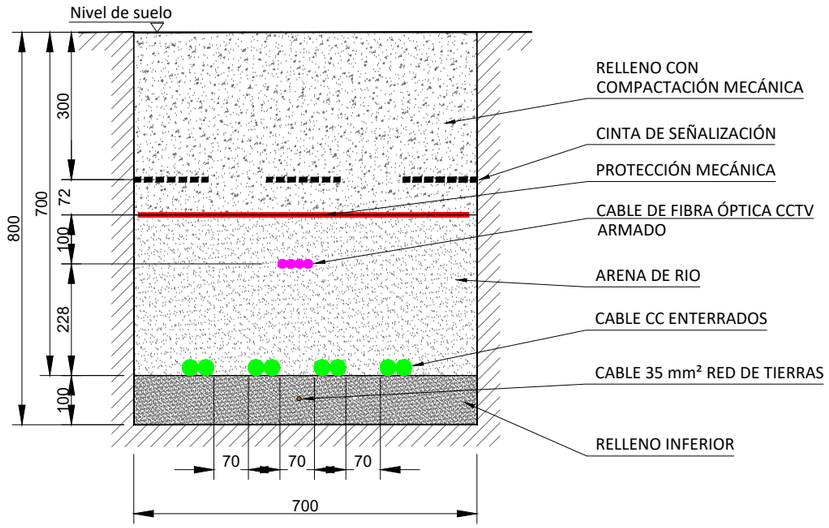
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1 : 7000

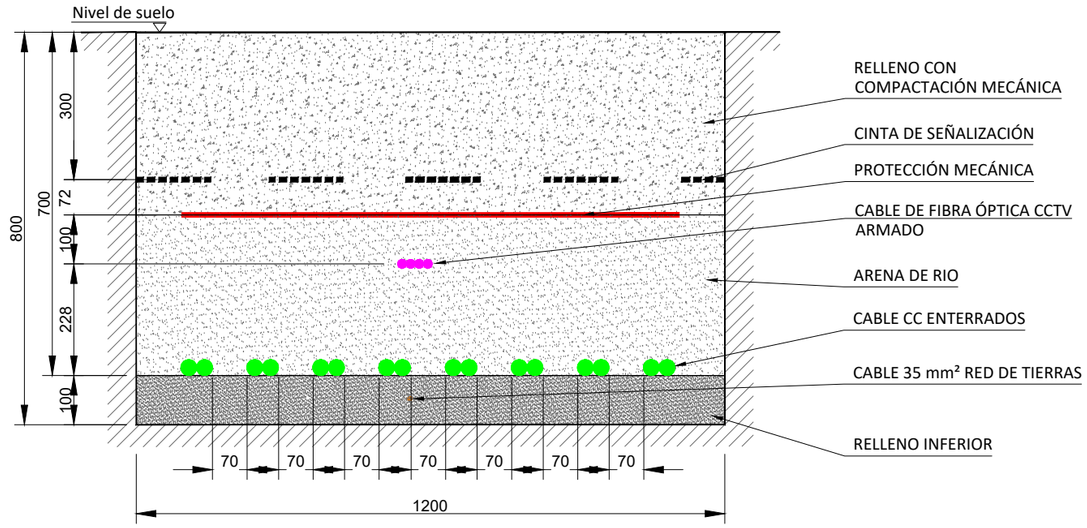
A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

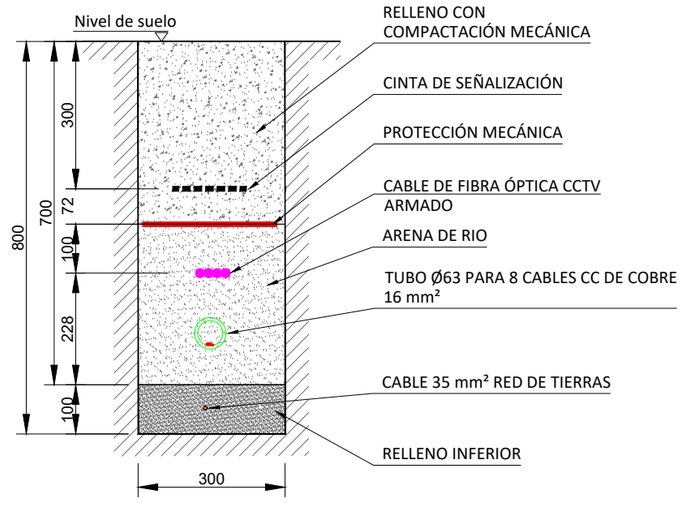
ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0002



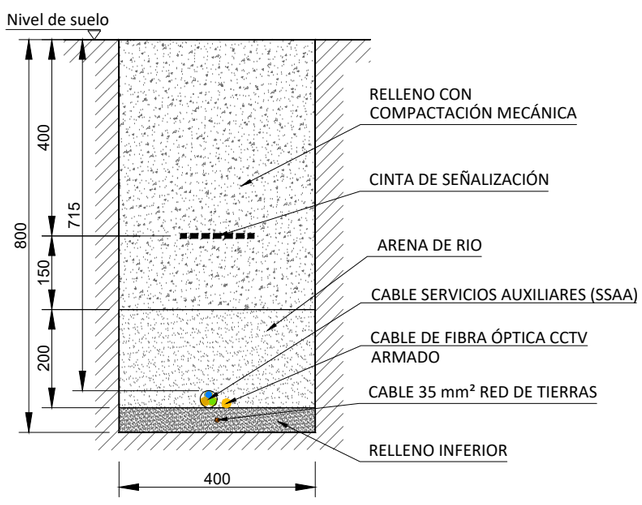

ZANJA BAJA TENSIÓN CORRIENTE CONTINÚA
4 circuitos Al 2x1x400 mm² (CC) + circuitos FO
+ Cable red de tierra Cu desnudo 50 mm²




ZANJA BAJA TENSIÓN CORRIENTE CONTINÚA
7 circuitos Al 2x1x400 mm² (CC) + circuitos FO
+ Cable red de tierra Cu desnudo 50 mm²




ZANJA BAJA TENSIÓN CORRIENTE CONTINÚA
4 circuitos Cu 2x1x16 mm² (CC) + circuitos FO
+ Cable red de tierra Cu desnudo 35 mm²




ZANJA PERIMETRAL TIPO
circuito SSAA - CCTV + circuito FO
+ Cable red de tierra Cu desnudo 35 mm²

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

TRAZADO BT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

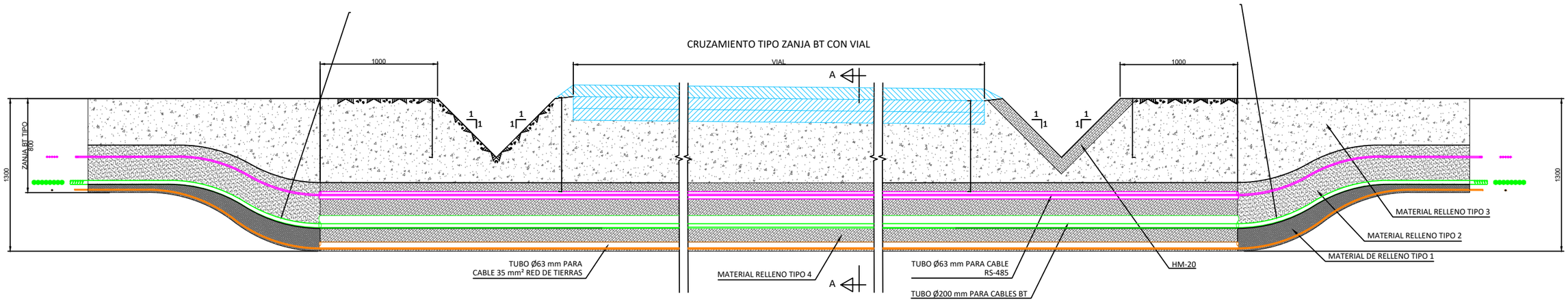
ESCALA S/E

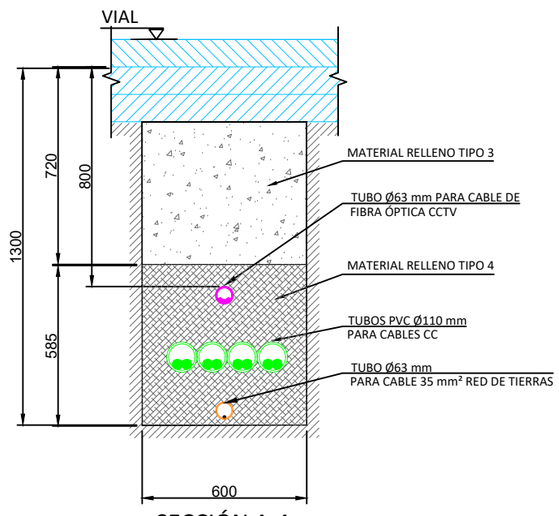
A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0002

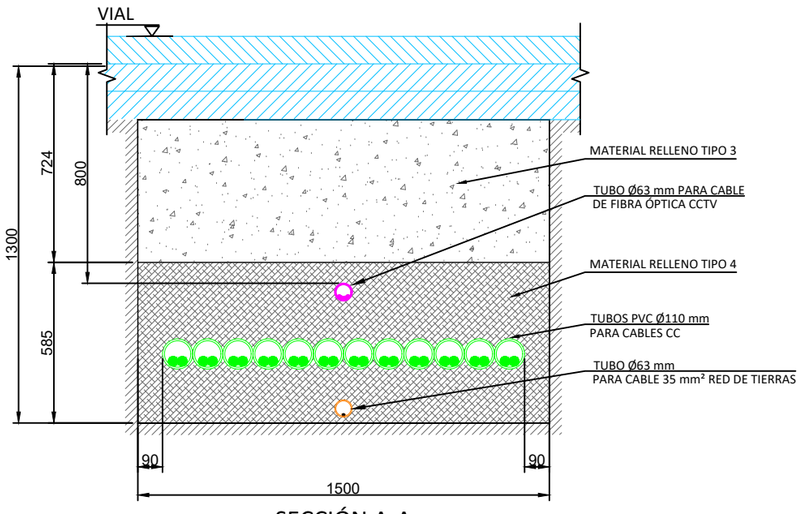
CRUZAMIENTO TIPO ZANJA BT CON VIAL




SECCIÓN A-A

ZANJA 4 circuitos Al 2x1x400 mm² (CC) + circuitos FO
+Cable red de tierra Cu desnudo 50 mm²




SECCIÓN A-A

ZANJA TIPO 7 circuitos Al 2x1x400 mm² (CC) + circuitos FO
+Cable red de tierra Cu desnudo 50 mm²

## SECCIONES TIPO

S/E

NOTAS:

1. Material de relleno tipo 1: Arena de río Lavada o de mina con granulometría 0-3 mm.
2. Material de relleno tipo 2: Arena de río Lavada o de mina cribada con granulometría entre 4-8 mm.
3. Material de relleno tipo 3: Material extraído de la propia excavación, cribado y compactado mecánicamente con un tamizado de entre 10-15mm.
4. Material de relleno tipo 4: Hormigón HM-20.

NOTAS:
Este plano es representativo del cruce entre zanjas tipos y caminos, el número real de circuitos que discurrirán por las zanjas en esta situación se representará en la ingeniería de detalle.

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

Solaria

TÍTULO PLANO:

TRAZADO BT

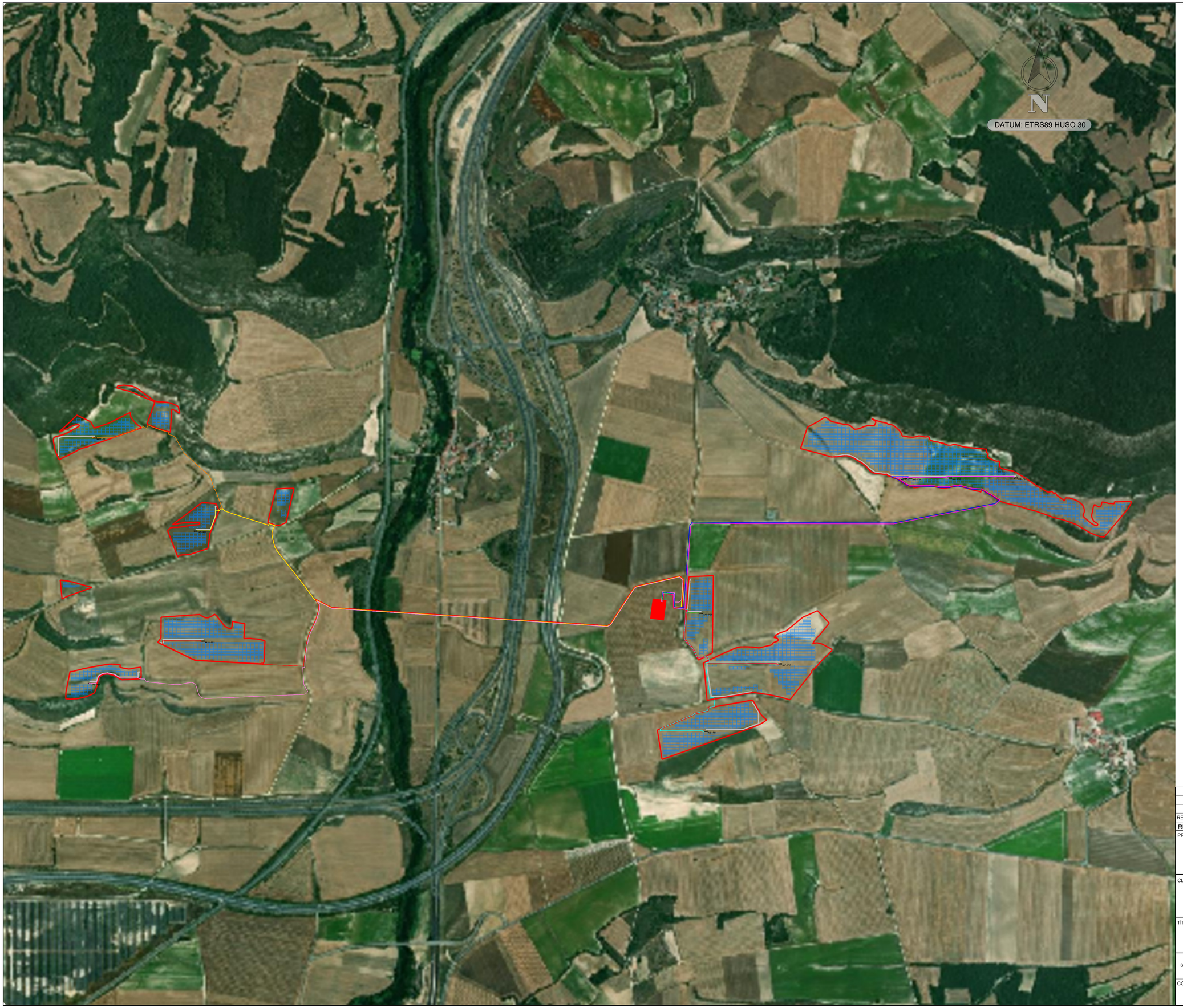
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0002




LEYENDA

- Circuito media tensión 1
- Circuito media tensión 2
- Circuito media tensión 3
- Circuito media tensión 4
- Circuito media tensión 5
- Circuito media tensión 6
- Circuito media tensión 7
- Circuito media tensión 8
- Circuito media tensión 9

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

Solaria

TÍTULO PLANO:

TRAZADO MT

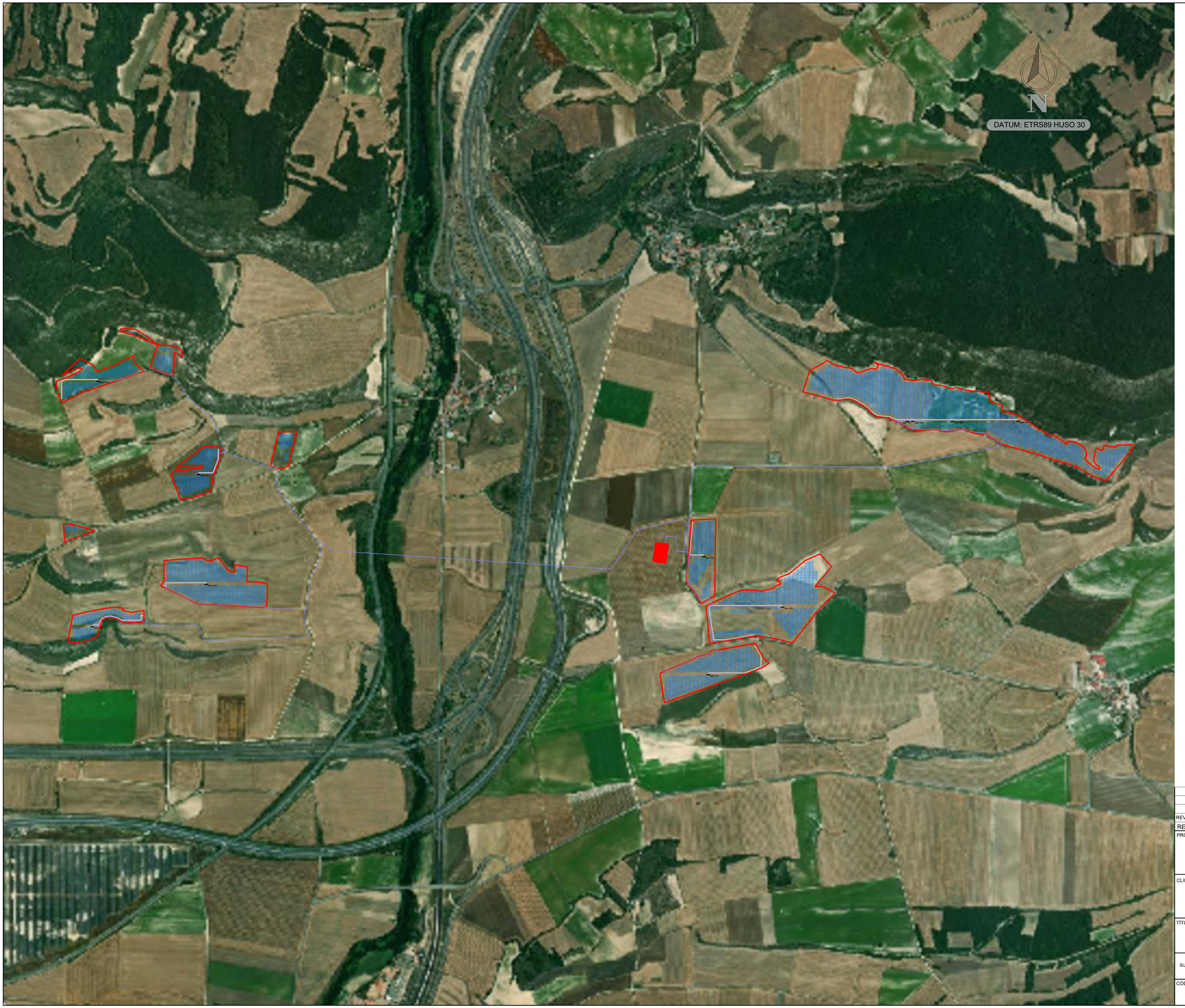
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:7000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0003




LEYENDA

ZANJA DE MEDIA TENSIÓN

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

Solaria

TÍTULO PLANO:

TRAZADO MT

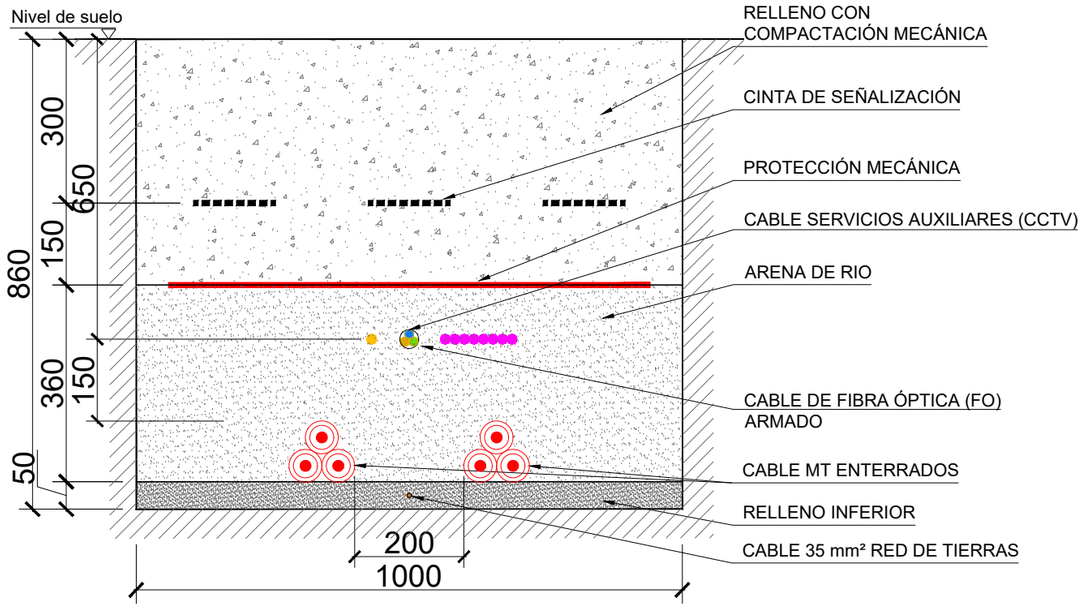
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:7000

A1 841 x 594 mm

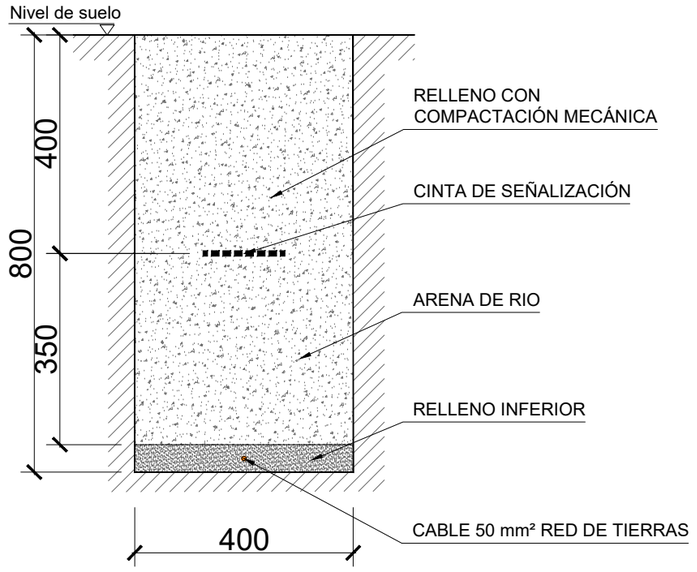
CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0003



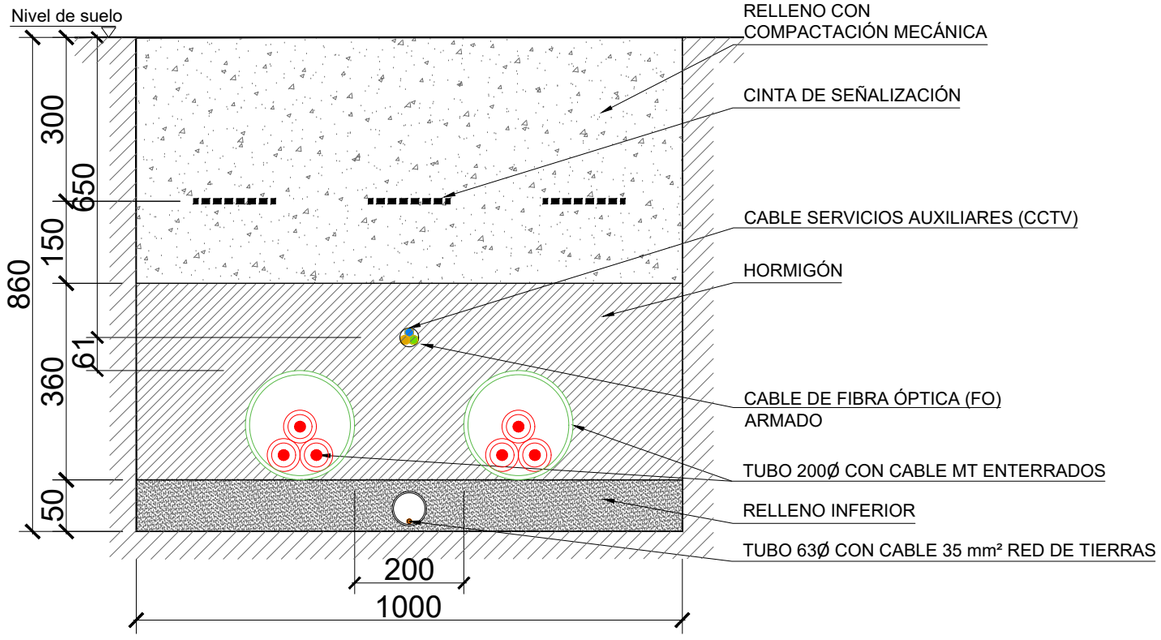

ZANJA MEDIA TENSIÓN

Hasta 2 circuitos Al 3x1x630/240/150 mm² (MT) + circuitos FO + circuito SSAA - CCTV + Cable red de tierra Cu desnudo 35 mm²




ZANJA TIERRA CENTRO DE TRANFORMACIÓN

Cable red de tierra Cu desnudo 50 mm²




ZANJA MEDIA TENSIÓN BAJO CAMINO

Hasta 2 circuitos Al 3x1x630/240/150 mm² (MT) + circuitos FO + circuito SSAA - CCTV + Cable red de tierra Cu desnudo 35 mm²

## SECCIONES TIPO

S/E

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

TRAZADO MT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

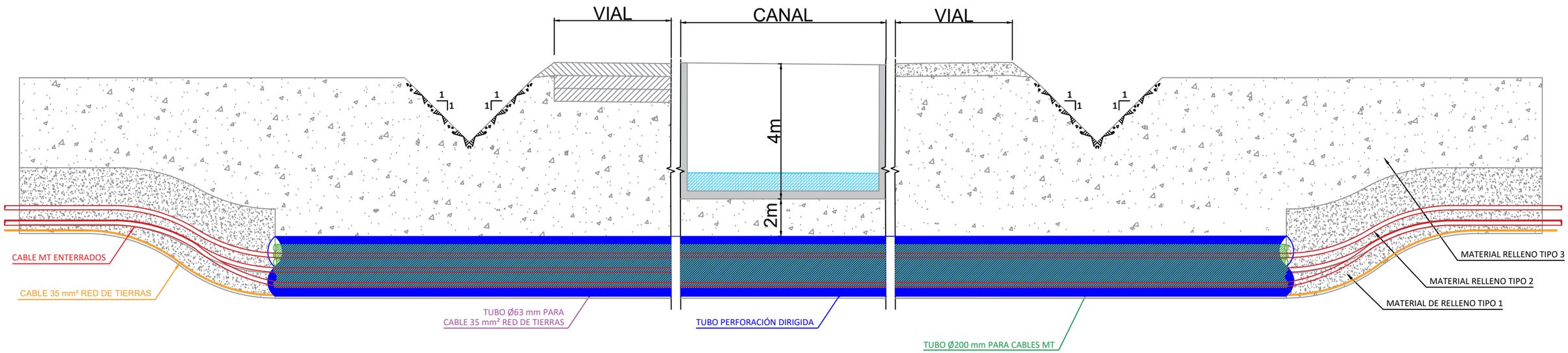
ESCALA 1:6000

A3 420 x 297 mm

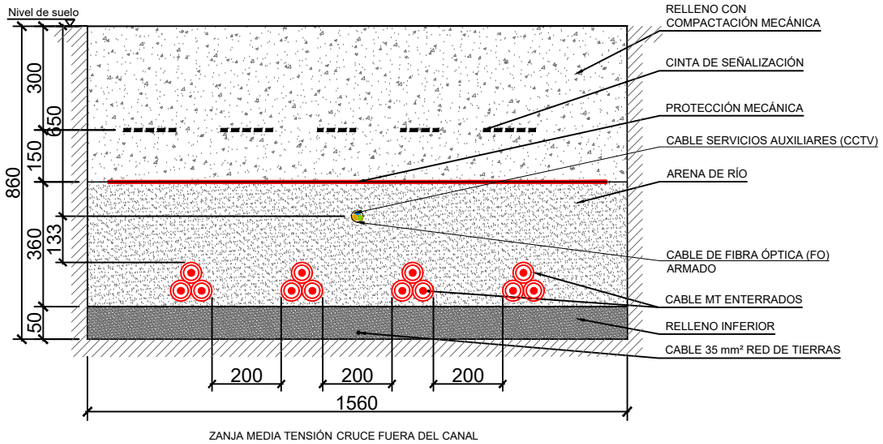
CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0003

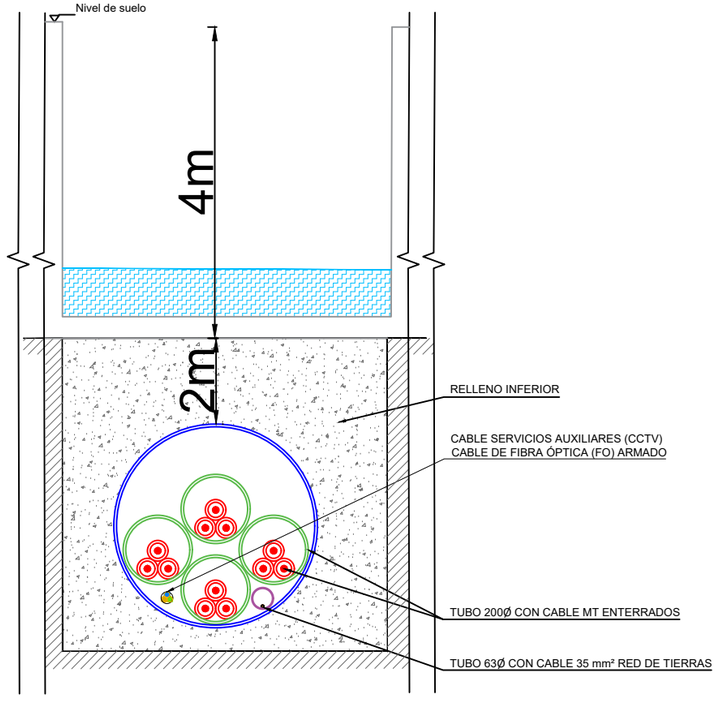
## SECCIONES TIPO CRUCE CON CANAL ALGERRI - BALAGUER
## CRUCE HECHO MEDIANTE PERFORACIÓN DIRIGIDA
S/E




## SECCIONES TIPO
S/E




ZANJA MEDIA TENSIÓN CRUCE FUERA DEL CANAL
4 circuitos Al 3x1x630 mm² (MT) + circuitos FO + circuito SSAA - CCTV + Cable red de tierra Cu desnudo 35 mm²




ZANJA MEDIA TENSIÓN CRUCE BAJO CANAL
4 circuitos Al 3x1x630 mm² (MT) + circuitos FO + circuito SSAA - CCTV + Cable red de tierra Cu desnudo 35 mm²

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

TRAZADO MT

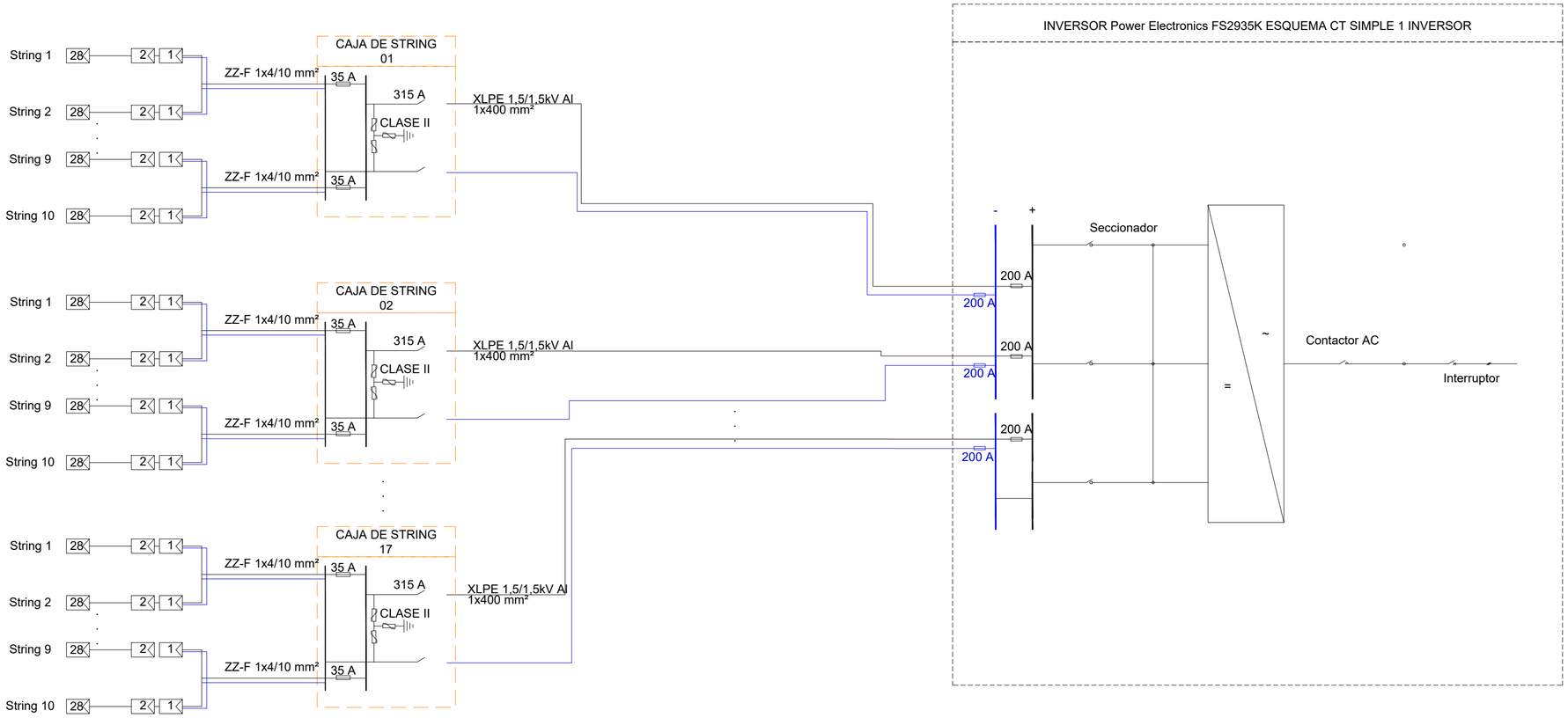
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:6000

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0003




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |
| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR BT

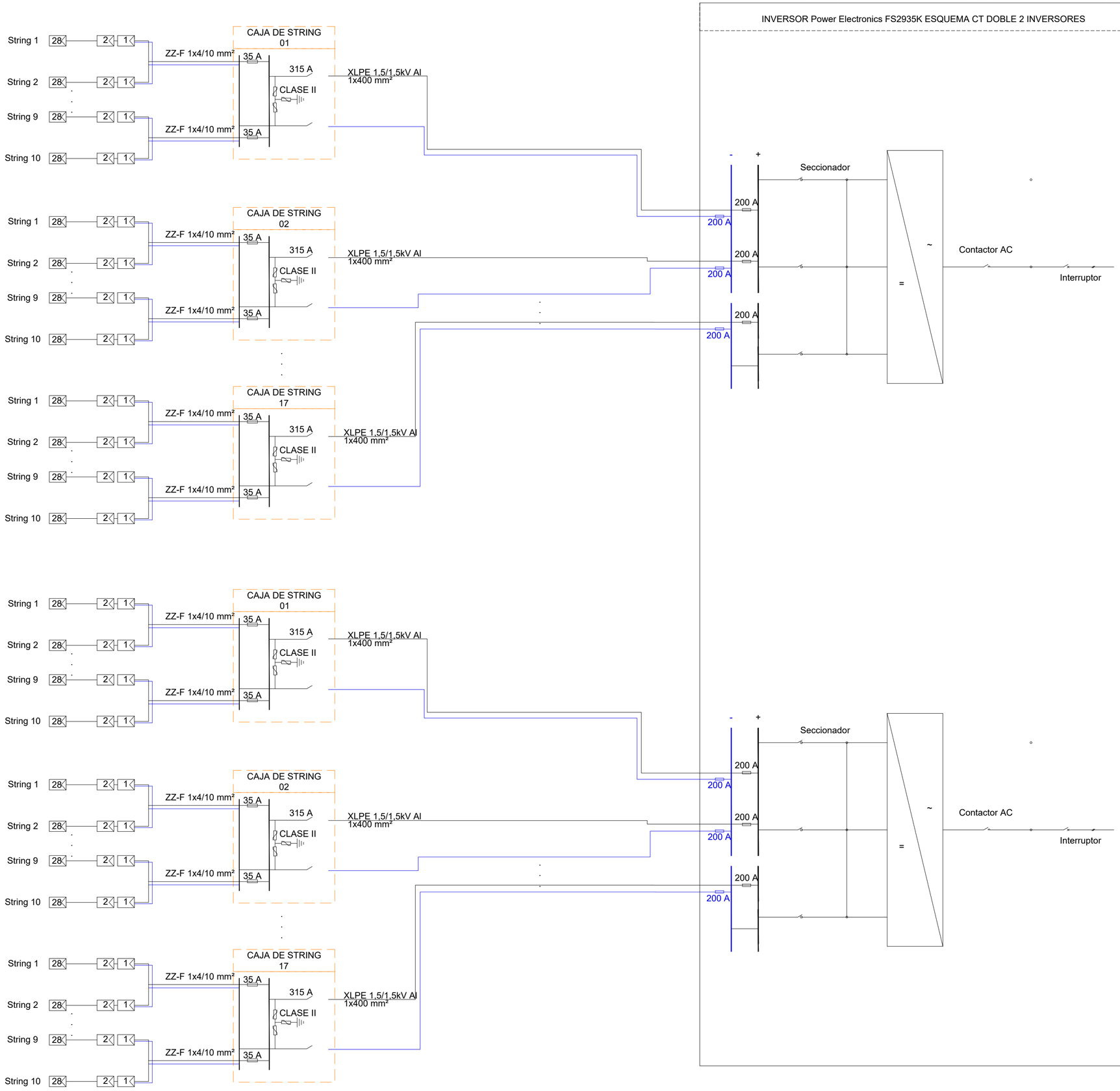
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A2 594 x 420 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0004




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |
| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |

PROYECTO:

# SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

## UNIFILAR BT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A2 594 x 420 mm

CÓDIGO PLANO:

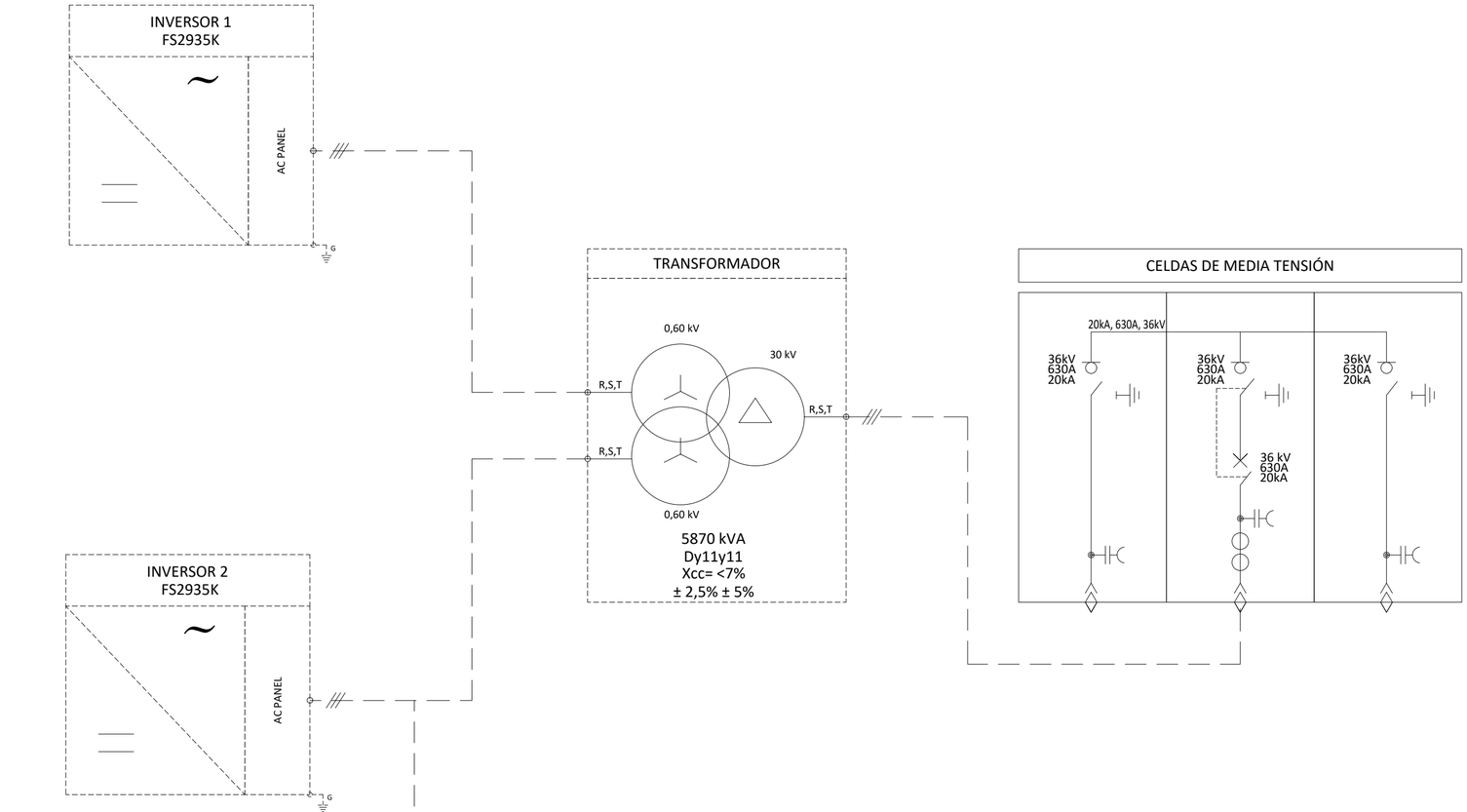
ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0004

NOTA:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CONEXIÓN INVERSORES - TRANSFORMADOR EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17

LOS PARÁMETROS DE LOS CENTROS DEBEN SER DEFINIDOS POR EL FABRICANTE.




| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR BT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A2 594 x 420 mm

CÓDIGO PLANO:

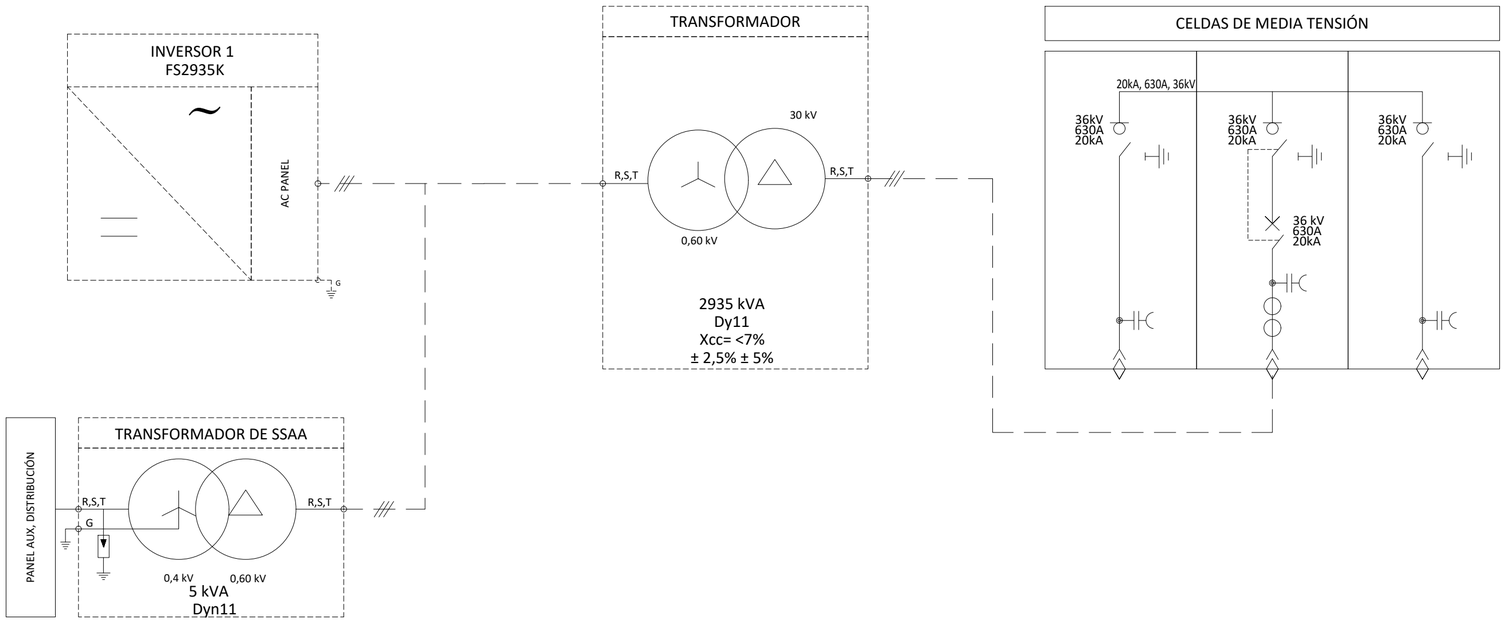
ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0004

NOTA:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CONEXIÓN INVERSORES - TRANSFORMADOR EN CENTROS DE TRANSFORMACIÓN 11

LOS PARÁMETROS DE LOS CENTROS DEBEN SER DEFINIDOS POR EL FABRICANTE.




| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR BT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A2 594 x 420 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0004

LINEA MT-1

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AA1-PS1
Potencia nominal: 2.94 MVA - 2.94 MWac
Ratio DC/AC: 1.071

630 A, 25 kA, 24 kV, 50 Hz

Inversor/es
(1xInv 2935 kW ratio:1.071)

2.935 MVA
30.0 kV/0.615 kV
Dyn11
ONAN

Hacia celdas MT subestación

3x(1x300 mm2)
Al XLPE, 12/20 kV
254.11 m
Código AA1-PS1

LEYENDA

- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Seccionador de puesta a tierra
- Seccionador bajo carga
- Interruptor en vacío
- Transformador

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | OCT-2025 | PRIMERA EDICION | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

Solaria

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR MT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA
S/E

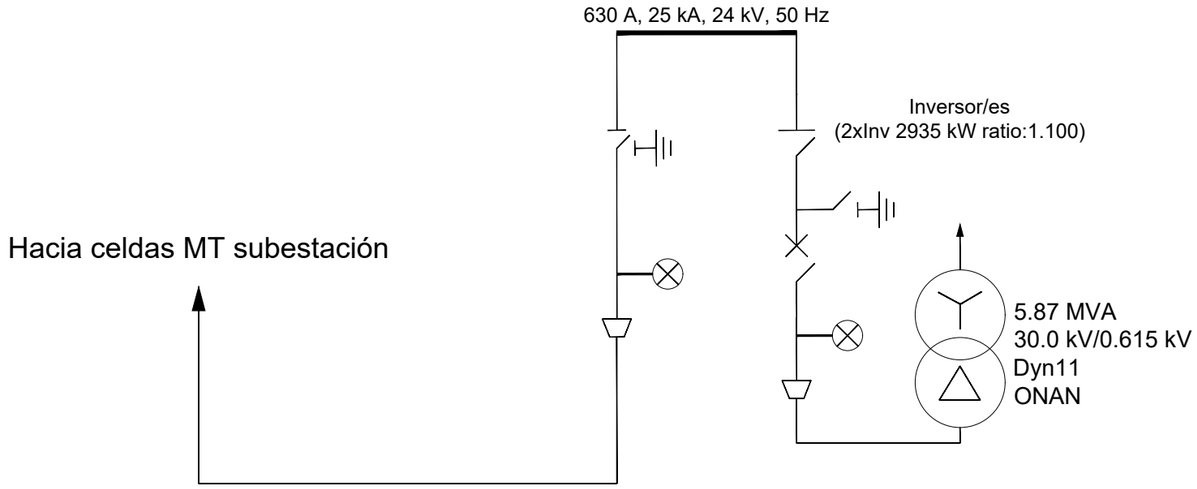
A3
420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0005

LINEA MT-2

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AA10-PS1
Potencia nominal: 5.87 MVA - 5.87 MWac
Ratio DC/AC: 1.100




LEYENDA

- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Seccionador de puesta a tierra
- Seccionador bajo carga
- Interruptor en vacío
- Transformador

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | OCT-2025 | PRIMERA EDICION | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

Solaria

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR MT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA

S/E

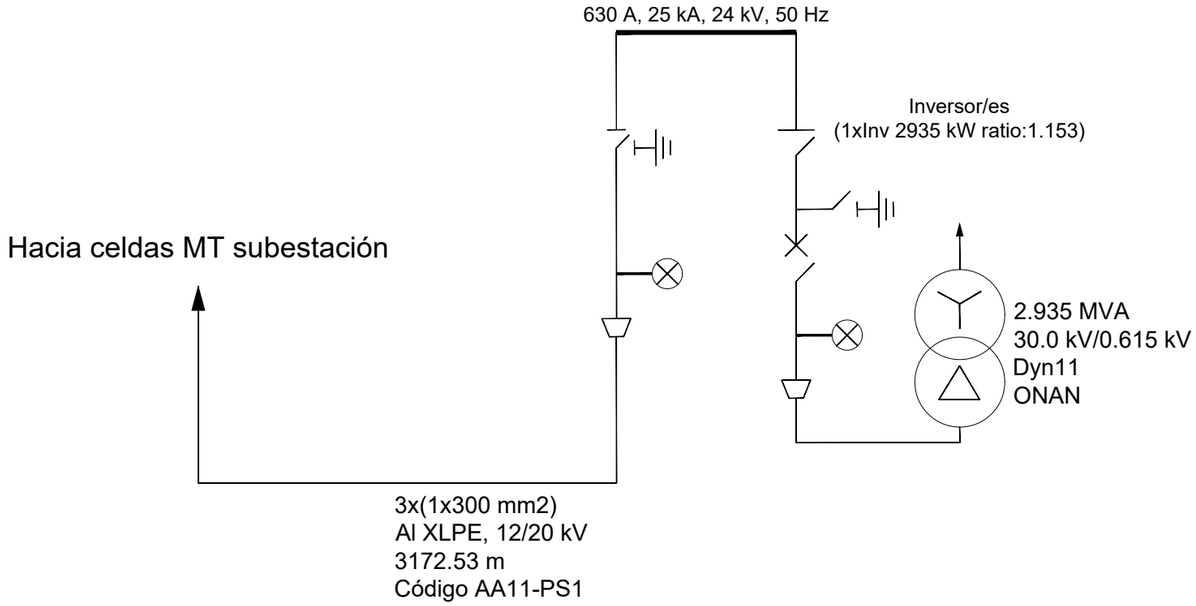
A3
420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0005

LINEA MT-3

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AA11-PS1
Potencia nominal: 2.94 MVA - 2.94 MWac
Ratio DC/AC: 1.153




LEYENDA

- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Seccionador de puesta a tierra
- Seccionador bajo carga
- Interruptor en vacío
- Transformador

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | OCT-2025 | PRIMERA EDICION | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR MT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA: S/E

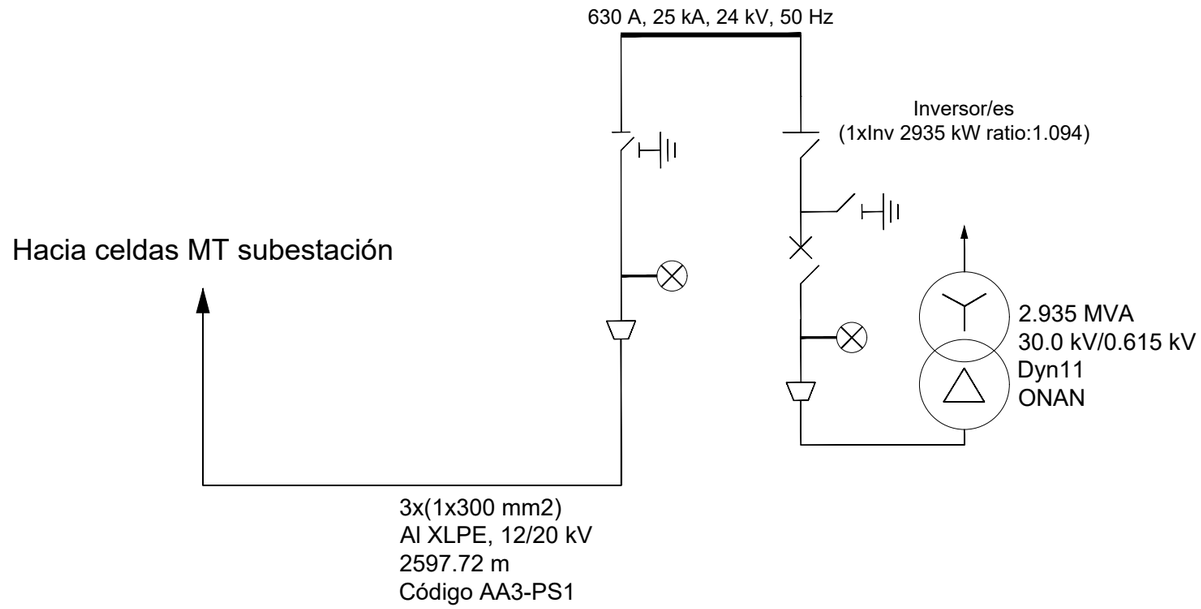
A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0005

LINEA MT-4

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AA3-PS1
Potencia nominal: 2.94 MVA - 2.94 MWac
Ratio DC/AC: 1.094




LEYENDA

- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Seccionador de puesta a tierra
- Seccionador bajo carga
- Interruptor en vacío
- Transformador

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | OCT-2025 | PRIMERA EDICION | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR MT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA: S/E

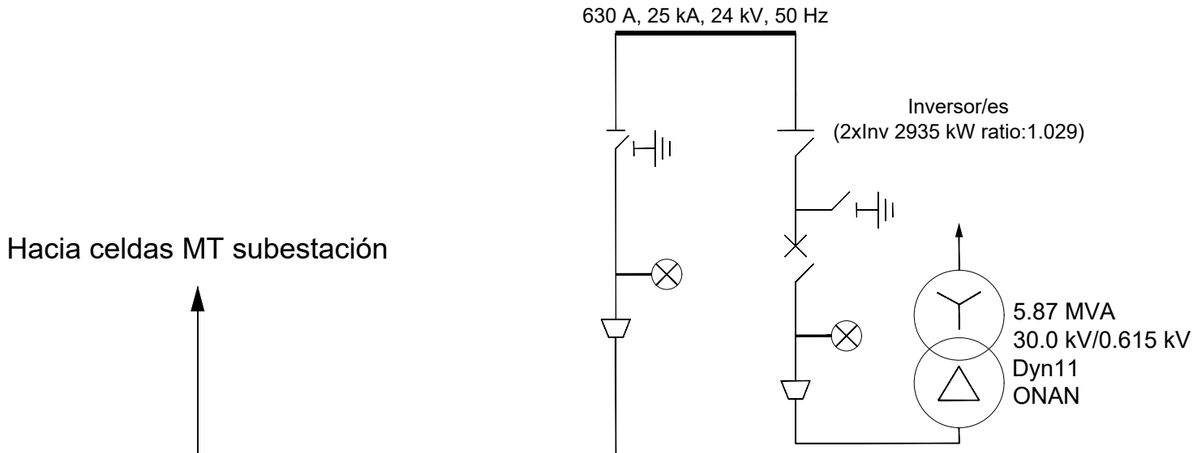
A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0005

LINEA MT-5

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AA5-PS1
Potencia nominal: 5.87 MVA - 5.87 MWac
Ratio DC/AC: 1.029




3x(1x300 mm2)
Al XLPE, 12/20 kV
1111.38 m
Código AA5-PS1

LEYENDA

- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Seccionador de puesta a tierra
- Seccionador bajo carga
- Interruptor en vacío
- Transformador

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | OCT-2025 | PRIMERA EDICION | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR MT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

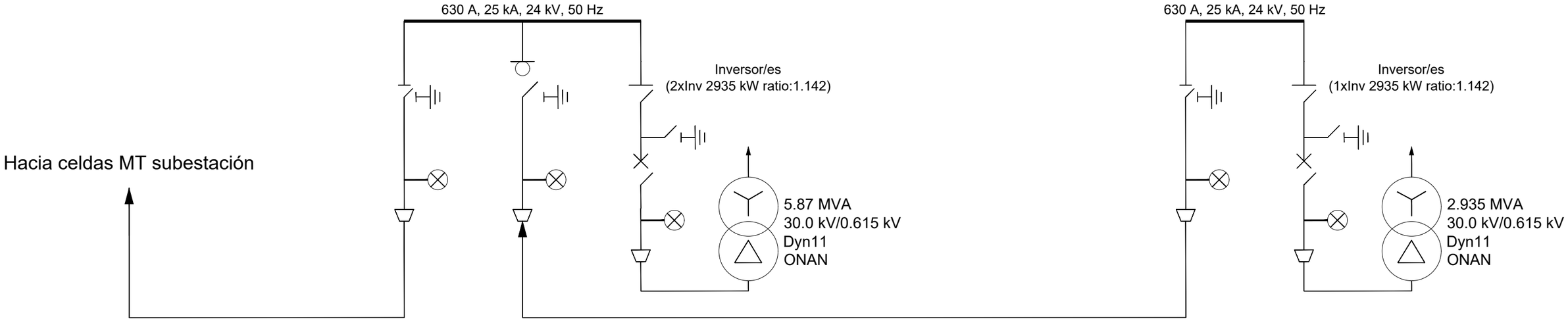
CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0005

LINEA MT-6

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AA6-PS1
Potencia nominal: 5.87 MVA - 5.87 MWac
Ratio DC/AC: 1.142

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AA6-PS4
Potencia nominal: 2.94 MVA - 2.94 MWac
Ratio DC/AC: 1.142




LEYENDA

- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Seccionador de puesta a tierra
- Seccionador bajo carga
- Interruptor en vacío
- Transformador

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | OCT-2025 | PRIMERA EDICION | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR MT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA: S/E

A3 420 x 297 mm

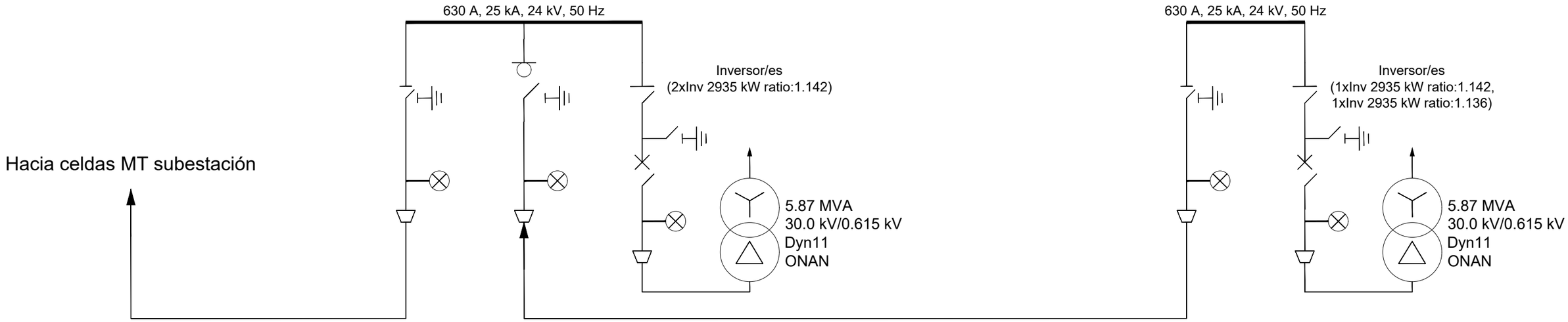
CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0005

LINEA MT-7

## CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AA6-PS2
Potencia nominal: 5.87 MVA - 5.87 MWac
Ratio DC/AC: 1.142

## CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AA6-PS3
Potencia nominal: 5.87 MVA - 5.87 MWac
Ratio DC/AC: 1.139




6x(1x300 mm2)
Al XLPE, 12/20 kV
2440.86 m
Código AA6-PS2

3x(1x300 mm2)
Al XLPE, 12/20 kV
280.63 m
Código AA6-PS3

LEYENDA

- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Seccionador de puesta a tierra
- Seccionador bajo carga
- Interruptor en vacío
- Transformador

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | OCT-2025 | PRIMERA EDICION | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR MT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

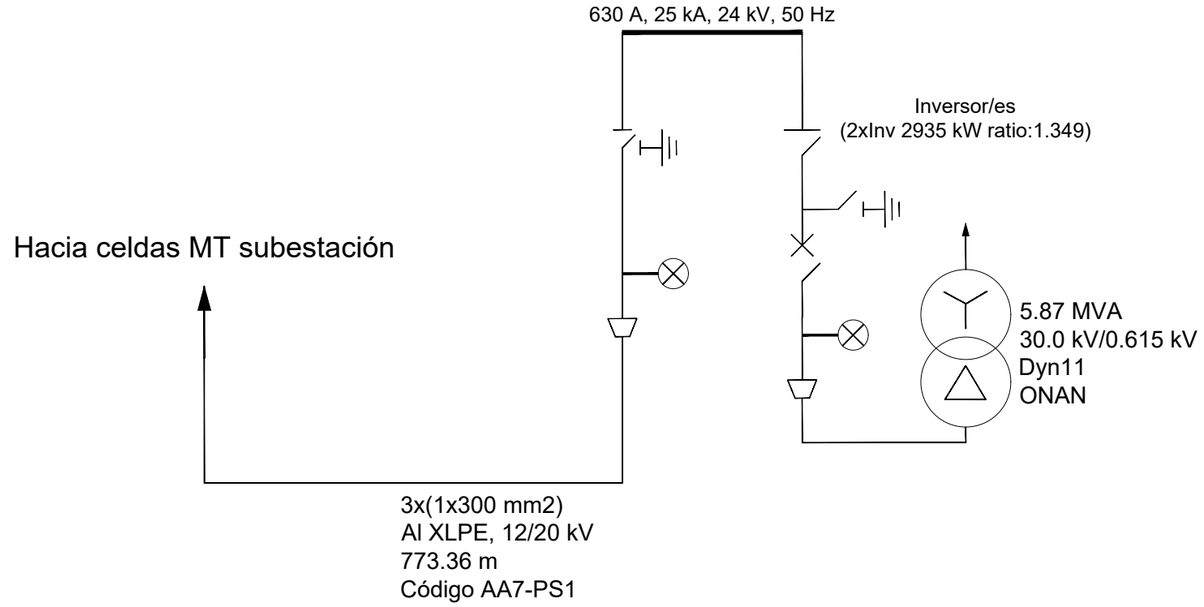
A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0005

LINEA MT-8

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AA7-PS1
Potencia nominal: 5.87 MVA - 5.87 MWac
Ratio DC/AC: 1.349




LEYENDA

- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Seccionador de puesta a tierra
- Seccionador bajo carga
- Interruptor en vacío
- Transformador

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | OCT-2025 | PRIMERA EDICION | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR MT

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

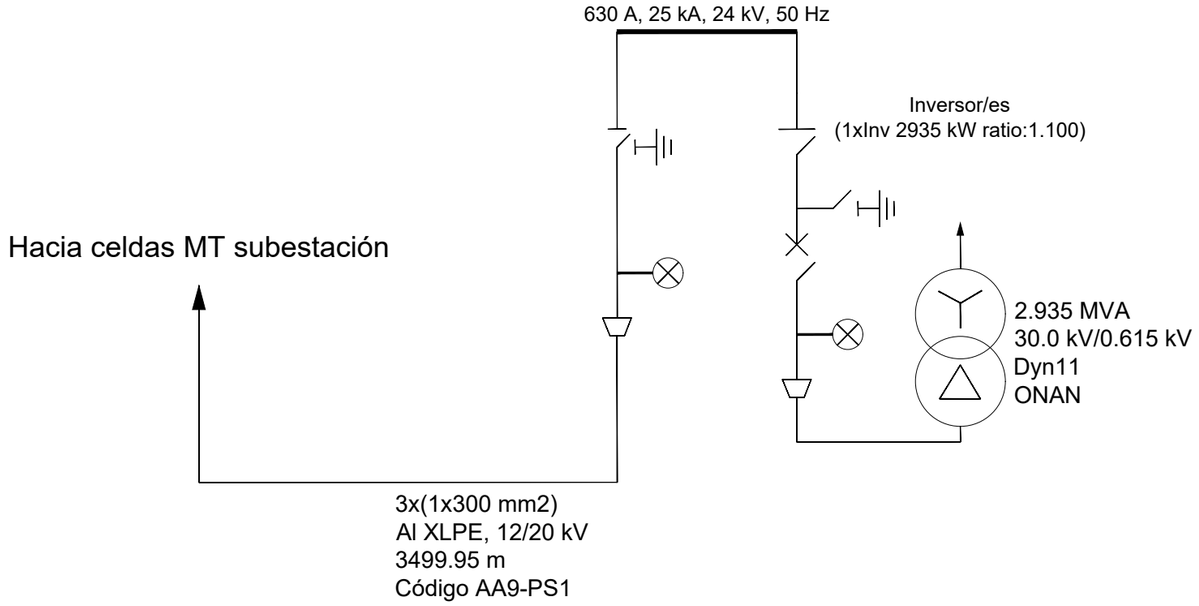
A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0005

LINEA MT-9

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN AA9-PS1
Potencia nominal: 2.94 MVA - 2.94 MWac
Ratio DC/AC: 1.100




LEYENDA

- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Seccionador de puesta a tierra
- Seccionador bajo carga
- Interruptor en vacío
- Transformador

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | OCT-2025 | PRIMERA EDICION | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

UNIFILAR MT

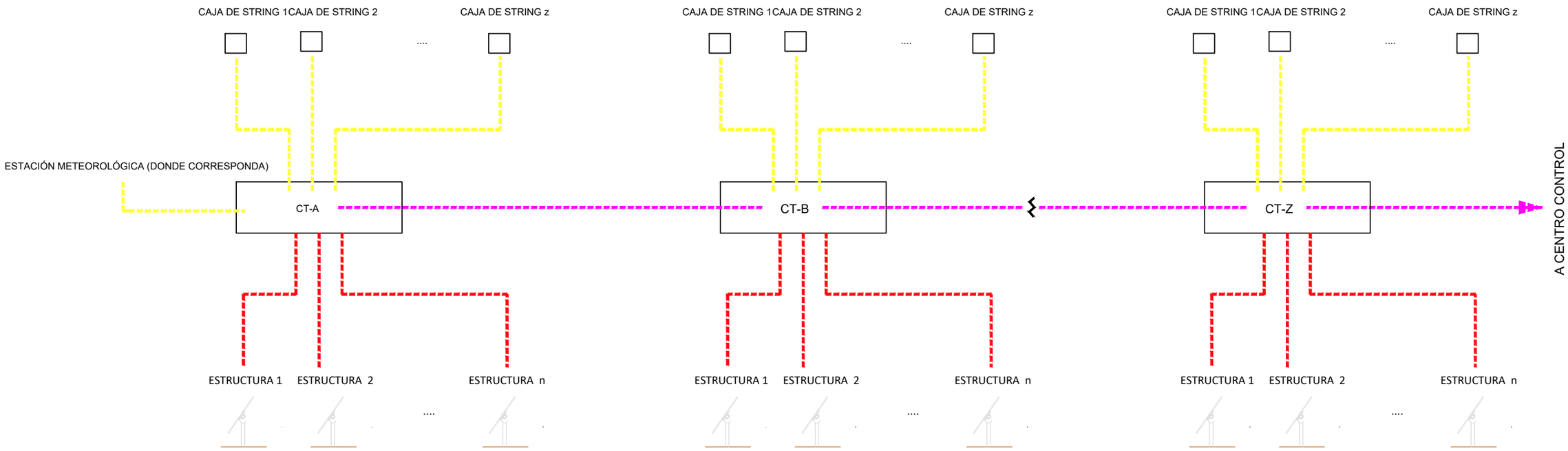
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA: S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0005




| LEYENDA | |
|---|---|
| | Cable FO |
| | Cable RS485 |

LOS INVERSORES UBICADOS EN EL INTERIOR DE LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN SE COMUNICARÁN CON LA CENTRAL DE COMUNICACIÓN DE CADA CT MEDIANTE CABLE RS-485 o FO

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | NOV-2023 | PRIMERA EDICION | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

Solaria

TÍTULO PLANO:

MONITORIZACION

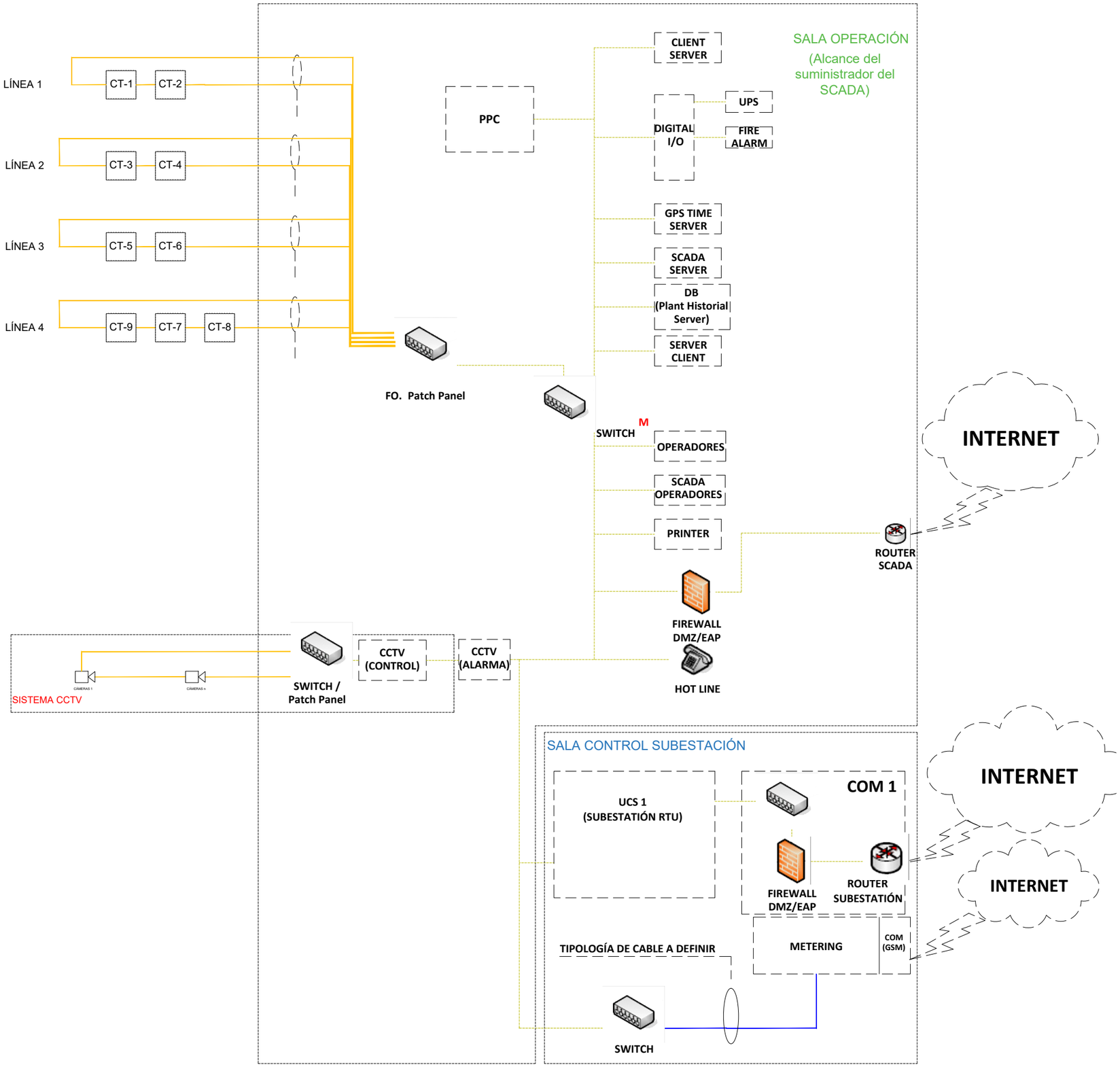
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0006




## LEYENDA

- Cable Ethernet (Protocol o TCP/IP (DNP 3.0)
- Cable FO (Protocolo MODBUS)
- Cable a definir
- M — Controlado (Managed)

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | NOV-2023 | PRIMERA EDICION | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

TÍTULO PLANO:

MONITORIZACION

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA: S/E

A3 420 x 297 mm

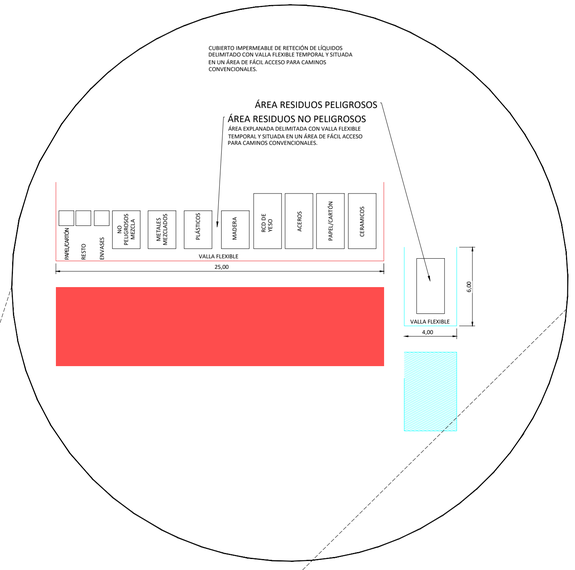
CÓDIGO PLANO:

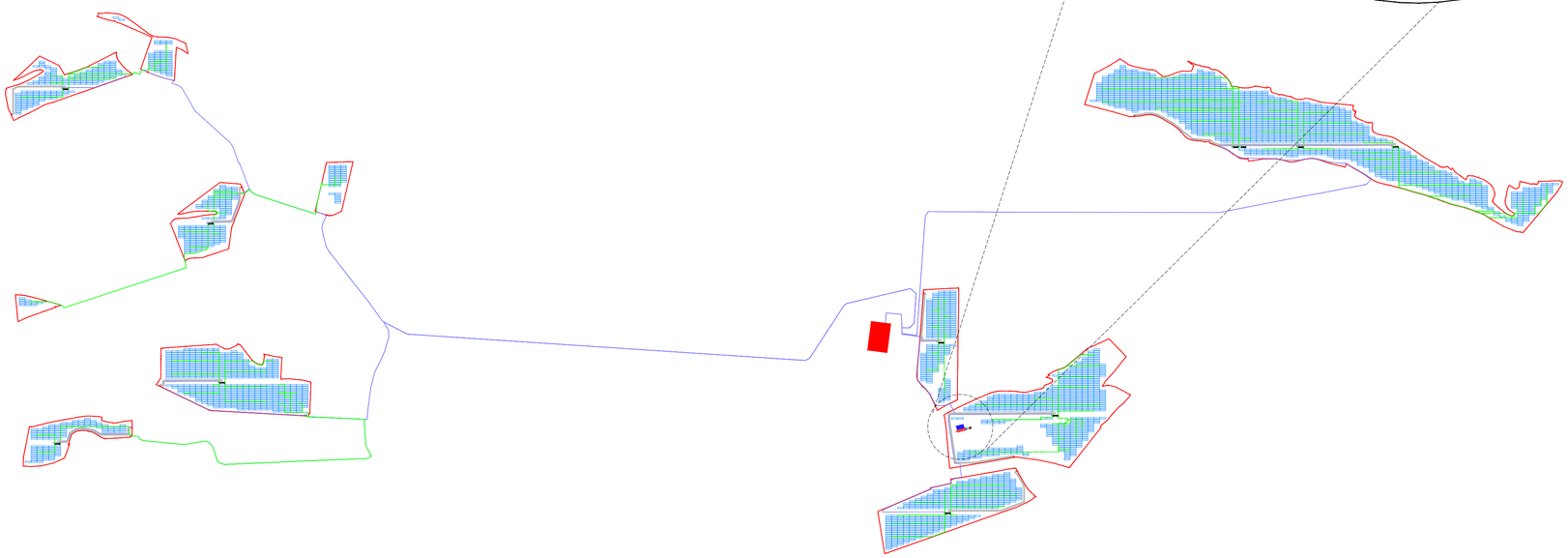
ZB17-SOL-FV-EL-DWG-0006

## LEYENDA

ZONAS TEMPORALES DE RESIDUOS DE OBRA:

- CONTENEDORES Y/O ACOPIOS DE TIERRAS/GRAVAS / ARENAS
- ZONA LIMPIEZA CANALETAS HORMIGONERA Y RESTOS HORMIGÓN
- ÁREA RESIDUOS PELIGROSOS
- ÁREA RESIDUOS NO PELIGROSOS



| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| REV00 | JUL-2025 | PRIMERA EDICIÓN | JSS | JBE | JBE |

PROYECTO:

SOLARIA ZIERBENA SOLAR 14

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L

Solaria

TÍTULO PLANO:

PLANO GESTION RESIDUOS

"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1:5.000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

ZB17-SOL-FV-GR-DWG-0001

HOJA 01 DE 01

# DOCUMENTO Nº4
# PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

# ÍNDICE

1. PLIEGO DE CONDICIONES ..... 3
1.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES ..... 3
1.1.1 REGLAMENTOS Y NORMAS ..... 3
1.1.2 MATERIALES ..... 3
1.1.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ..... 4
1.1.4 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO ..... 4
1.1.5 OBRAS COMPLEMENTARIAS ..... 5
1.1.6 MODIFICACIONES ..... 5
1.1.7 OBRA DEFECTUOSA ..... 5
1.1.8 MEDIOS AUXILIARES ..... 6
1.1.9 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS ..... 6
1.1.10 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS ..... 6
1.1.11 FIANZA ..... 7
1.2 CONDICIONES ECONÓMICAS ..... 7
1.2.1 ABONO DE LA OBRA ..... 7
1.2.2 PRECIOS ..... 7
1.2.3 REVISIÓN DE PRECIOS ..... 8
1.2.4 PENALIZACIONES ..... 8
1.2.5 CONTRATO ..... 8
1.2.6 RESPONSABILIDADES ..... 8
1.2.7 RESCISIÓN DE CONTRATO ..... 9
1.2.8 LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DE CONTRATO ..... 9
1.3 CONDICIONES FACULTATIVAS ..... 10
1.3.1 NORMAS A SEGUIR ..... 10
1.3.2 PERSONAL ..... 10
1.4 CONDICIONES TÉCNICAS ..... 11
1.4.1 OBRA CIVIL ..... 11
1.4.2 EQUIPOS ELÉCTRICOS ..... 11
1.4.3 ENSAYOS ..... 25
1.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN ..... 26

# 1. PLIEGO DE CONDICIONES

## 1.1 PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto definir al Contratista el alcance del trabajo y la ejecución cualitativa del mismo.
El trabajo eléctrico consistirá en la instalación eléctrica completa para fuerza, suministro, acometida, alumbrado y tierra.
El alcance del trabajo del Contratista incluye el diseño y preparación de todos los planos, diagramas, especificaciones, lista de material y requisitos para la adquisición e instalación del trabajo.

### *1.1.1 REGLAMENTOS Y NORMAS*

Todas las unidades de obra se ejecutarán cumpliendo las prescripciones indicadas en los Reglamentos de Seguridad y Normas Técnicas de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones, tanto de ámbito nacional, autonómico como municipal, así como todas las otras que se establezcan en la Memoria Descriptiva del mismo.
Se adaptarán, además, a las presentes condiciones particulares que complementarán las indicadas por los Reglamentos y Normas citadas.

### *1.1.2 MATERIALES*

Todos los materiales empleados serán de primera calidad. Cumplirán las especificaciones y tendrán las características indicadas en el proyecto y en las normas técnicas generales, y además en las de la Compañía Distribuidora de Energía, para este tipo de materiales.
Toda especificación o característica de materiales que figuren en uno solo de los documentos del Proyecto, aún sin figurar en los otros es igualmente obligatoria.
En caso de existir contradicción u omisión en los documentos del proyecto, el Contratista obtendrá la obligación de ponerlo de manifiesto al Técnico Director de la obra, quien decidirá sobre el particular. En ningún caso podrá suplir la falta directamente, sin la autorización expresa.
Una vez adjudicada la obra definitivamente y antes de iniciarse esta, el Contratista presentara al Técnico Director los catálogos, cartas muestra, certificados de garantía o de homologación de los materiales que vayan a emplearse. No podrá utilizarse materiales que no hayan sido aceptados por el Técnico Director.

### *1.1.3 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS*

COMIENZO:

El contratista dará comienzo la obra en el plazo que figure en el contrato establecido con la Propiedad, o en su defecto a los quince días de la adjudicación definitiva o de la firma del contrato.

El Contratista está obligado a notificar por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director la fecha de comienzo de los trabajos.

PLAZO DE EJECUCIÓN:

La obra se ejecutará en el plazo que se estipule en el contrato suscrito con la Propiedad o en su defecto en el que figure en las condiciones de este pliego.

Cuando el Contratista, de acuerdo, con alguno de los extremos contenidos en el presente Pliego de Condiciones, o bien en el contrato establecido con la Propiedad, solicite una inspección para poder realizar algún trabajo ulterior que esté condicionado por la misma, vendrá obligado a tener preparada para dicha inspección, una cantidad de obra que corresponda a un ritmo normal de trabajo.

Cuando el ritmo de trabajo establecido por el Contratista, no sea el normal, o bien a petición de una de las partes, se podrá convenir una programación de inspecciones obligatorias de acuerdo con el plan de obra.

LIBRO DE ÓRDENES:

El Contratista dispondrá en la obra de un Libro de Órdenes en el que se escribirán las que el Técnico Director estime darle a través del encargado o persona responsable, sin perjuicio de las que le dé por oficio cuando lo crea necesario y que tendrá la obligación de firmar el enterado.

### *1.1.4 INTERPRETACIÓN Y DESARROLLO DEL PROYECTO*

La interpretación técnica de los documentos del Proyecto, corresponde al Técnico Director.

El Contratista está obligado a someter a éste cualquier duda, aclaración o contradicción que surja durante la ejecución de la obra por causa del Proyecto, o circunstancias ajenas, siempre con la suficiente antelación en función de la importancia del asunto.

El contratista se hace responsable de cualquier error de la ejecución motivado por la omisión de esta obligación y consecuentemente deberá rehacer a su costa los trabajos que correspondan a la correcta interpretación del Proyecto.

El Contratista está obligado a realizar todo cuanto sea necesario para la buena ejecución de la obra, aun cuando no se halle explícitamente expresado en el pliego de condiciones o en los documentos del proyecto.
El contratista notificará por escrito o personalmente en forma directa al Técnico Director y con suficiente antelación las fechas en que quedarán preparadas para inspección, cada una de las partes de obra para las que se ha indicado la necesidad o conveniencia de la misma o para aquellas que, total o parcialmente deban posteriormente quedar ocultas. De las unidades de obra que deben quedar ocultas, se tomaran antes de ello, los datos precisos para su medición, a los efectos de liquidación y que sean suscritos por el Técnico Director de hallarlos correctos. De no cumplirse este requisito, la liquidación se realizará sobre la base de los datos o criterios de medición aportados por éste.

### *1.1.5 OBRAS COMPLEMENTARIAS*

El contratista tiene la obligación de realizar todas las obras complementarias que sean indispensables para ejecutar cualquiera de las unidades de obra especificadas en cualquiera de los documentos del Proyecto, aunque en él, no figuren explícitamente mencionadas dichas obras complementarias. Todo ello sin variación del importe contratado.

### *1.1.6 MODIFICACIONES*

El contratista está obligado a realizar las obras que se le encarguen resultantes de modificaciones del proyecto, tanto en aumento como disminución o simplemente variación.
La valoración de las mismas se hará de acuerdo, con los valores establecidos en el presupuesto entregado por el Contratista y que ha sido tomado como base del contrato. El Técnico Director de obra está facultado para introducir las modificaciones de acuerdo con su criterio, en cualquier unidad de obra, durante la construcción, siempre que cumplan las condiciones técnicas referidas en el proyecto y de modo que ello no varíe el importe total de la obra.

### *1.1.7 OBRA DEFECTUOSA*

Cuando el Contratista halle cualquier unidad de obra que no se ajuste a lo especificado en el proyecto o en este Pliego de Condiciones, el Técnico Director podrá aceptarlo o rechazarlo; en el primer caso, este fijará el precio que crea justo con arreglo a las diferencias que hubiera, estando obligado el Contratista a aceptar dicha valoración, en

el otro caso, se reconstruirá a expensas del Contratista la parte mal ejecutada sin que ello sea motivo de reclamación económica o de ampliación del plazo de ejecución.

### *1.1.8 MEDIOS AUXILIARES*

Serán de cuenta del Contratista todos los medios y máquinas auxiliares que sean precisas para la ejecución de la obra. En el uso de los mismos estará obligado a hacer cumplir todos los Reglamentos de Seguridad en el trabajo vigente y a utilizar los medios de protección a sus operarios.

### *1.1.9 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS*

Es obligación del Contratista la conservación en perfecto estado de las unidades de obra realizadas hasta la fecha de la recepción definitiva por la Propiedad, y corren a su cargo los gastos derivados de ello.

### *1.1.10 RECEPCIÓN DE LAS OBRAS*

RECEPCIÓN PROVISIONAL:
Una vez terminadas las obras, tendrá lugar la recepción provisional y para ello se practicará en ellas un detenido reconocimiento por el Técnico Director y la Propiedad en presencia del Contratista, levantando acta y empezando a correr desde ese día el plazo de garantía si se hallan en estado de ser admitida.
De no ser admitida se hará constar en el acta y se darán instrucciones al Contratista para subsanar los defectos observados, fijándose un plazo para ello, expirando el cual se procederá a un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional.

PLAZO DE GARANTÍA:
El plazo de garantía será como mínimo de un año, contado desde la fecha de la recepción provisional, o bien el que se establezca en el contrato también contado desde la misma fecha.
Durante este período queda a cargo del Contratista la conservación de las obras y arreglo de los desperfectos causados por asiento de las mismas o por mala construcción.

RECEPCIÓN DEFINITIVA:
Se realizará después de transcurrido el plazo de garantía de igual forma que la provisional.

A partir de esta fecha cesará la obligación del Contratista de conservar y reparar a su cargo las obras si bien subsistirán las responsabilidades que pudiera tener por defectos ocultos y deficiencias de causa dudosa.

#### *1.1.11 FIANZA*

En el contrato se establecerá la fianza que el contratista deberá depositar en garantía del cumplimiento del mismo, o, se convendrá una retención sobre los pagos realizados a cuenta de obra ejecutada.
En el caso de que el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos para ultimar la obra en las condiciones contratadas, o a atender la garantía, la Propiedad podrá ordenar ejecutarlas a un tercero, abonando su importe con cargo a la retención o fianza, sin perjuicio de las acciones legales a que tenga derecho la Propiedad si el importe de la fianza no bastase.

### 1.2 CONDICIONES ECONÓMICAS

#### *1.2.1 ABONO DE LA OBRA*

En el contrato se deberá fijar detalladamente la forma y plazos que se abonarán las obras.
Las liquidaciones parciales que puedan establecerse tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, sujetos a las certificaciones que resulten de la liquidación final. No suponiendo, dichas liquidaciones, aprobación ni recepción de las obras que comprenden.
Terminadas las obras se procederá a la liquidación final que se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el contrato.

#### *1.2.2 PRECIOS*

El contratista presentará, al formalizarse el contrato, relación de los precios de las unidades de obra que integran el proyecto, los cuales de ser aceptados tendrán valor contractual y se aplicarán a las posibles variaciones que pueda haber.
Estos precios unitarios, se entiende que comprenden la ejecución total de la unidad de obra, incluyendo todos los trabajos aún los complementarios y los materiales, así como la parte proporcional de imposición fiscal, las cargas laborales y otros gastos repercutibles.

En caso de tener que realizarse unidades de obra no previstas en el proyecto, se fijará su precio entre el Técnico Director y el Contratista antes de iniciar la obra y se presentará a la propiedad para su aceptación o no.

### *1.2.3 REVISIÓN DE PRECIOS*

En el contrato se establecerá si el contratista tiene derecho a revisión de precios y la fórmula a aplicar para calcularla. En defecto de esta última, se aplicará a juicio del Técnico Director alguno de los criterios oficiales aceptados.

### *1.2.4 PENALIZACIONES*

Por retraso en los plazos de entrega de las obras, se podrán establecer tablas de penalización cuyas cuantías y demoras se fijarán en el contrato.

### *1.2.5 CONTRATO*

El contrato se formalizará mediante documento privado, que podrá elevarse a escritura pública a petición de cualquiera de las partes. Comprenderá la adquisición de todos los materiales, transporte, mano de obra, medios auxiliares para la ejecución de la obra proyectada en el plazo estipulado, así como la reconstrucción de las unidades defectuosas, la realización de las obras complementarias y las derivadas de las modificaciones que se introduzcan durante la ejecución, éstas últimas en los términos previstos.
La totalidad de los documentos que componen el Proyecto Técnico de la obra serán incorporados al contrato y tanto el contratista como la Propiedad deberán firmarlos en testimonio de que los conocen y aceptan.

### *1.2.6 RESPONSABILIDADES*

El Contratista es el responsable de la ejecución de las obras en las condiciones establecidas en el proyecto y en el contrato. Como consecuencia de ello vendrá obligado a la demolición de lo mal ejecutado y a su reconstrucción correctamente sin que sirva de excusa el que el Técnico Director haya examinado y reconocido las obras.
El contratista es el único responsable de todas las contravenciones que él o su personal cometan durante la ejecución de las obras u operaciones relacionadas con las mismas. También es responsable de los accidentes o daños que por errores, inexperiencia o empleo de métodos inadecuados se produzcan a la propiedad a los vecinos o terceros en general.

El Contratista es el único responsable del incumplimiento de las disposiciones vigentes en la materia laboral respecto de su personal y por tanto los accidentes que puedan sobrevenir y de los derechos que puedan derivarse de ellos.

### *1.2.7 RESCISIÓN DE CONTRATO*

Se considerarán causas suficientes para la rescisión del contrato las siguientes:

1. Muerte o incapacitación del Contratista.
2. La quiebra del contratista.
3. Modificación del proyecto cuando produzca alteración en más o menos 25% del valor contratado.
4. Modificación de las unidades de obra en número superior al 40% del original.
5. La no iniciación de las obras en el plazo estipulado cuando sea por causas ajenas a la Propiedad.
6. La suspensión de las obras ya iniciadas siempre que el plazo de suspensión sea mayor de seis meses.
7. Incumplimiento de las condiciones del Contrato cuando implique mala fe.
8. Terminación del plazo de ejecución de la obra sin haberse llegado a completar ésta.
9. Actuación de mala fe en la ejecución de los trabajos.
10. Destajar o subcontratar la totalidad o parte de la obra a terceros sin la autorización del Técnico Director y la Propiedad.

### *1.2.8 LIQUIDACIÓN EN CASO DE RESCISIÓN DE CONTRATO*

Siempre que se rescinda el Contrato por causas anteriores o bien por acuerdo de ambas partes, se abonará al Contratista las unidades de obra ejecutadas y los materiales acopiados a pie de obra y que reúnan las condiciones y sean necesarios para la misma.

Cuando se rescinda el contrato llevará implícito la retención de la fianza para obtener los posibles gastos de conservación del período de garantía y los derivados del mantenimiento hasta la fecha de nueva adjudicación.

## 1.3 CONDICIONES FACULTATIVAS

### *1.3.1 NORMAS A SEGUIR*

El diseño de la instalación eléctrica estará de acuerdo con las exigencias o recomendaciones expuestas en la última edición de los siguientes códigos:

1. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
2. Normas UNE.
3. Publicaciones del Comité Electrotécnico Internacional (CEI).
4. Plan nacional y Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo.
5. Normas de la Compañía Suministradora.
6. Lo indicado en este pliego de condiciones con preferencia a todos los códigos y normas.
7. Plan general y ordenanza general de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

### *1.3.2 PERSONAL*

El encargado recibirá, cumplirá y transmitirá las instrucciones y órdenes del Técnico Director de la obra.
El Contratista tendrá en la obra, el número y clase de operarios que haga falta para el volumen y naturaleza de los trabajos que se realicen, los cuales serán de reconocida aptitud y experimentados en el oficio. El Contratista estará obligado a separar de la obra, a aquel personal que a juicio del Técnico Director no cumpla con sus obligaciones, realice el trabajo defectuosamente, bien por falta de conocimientos o por obrar de mala fe.

## 1.4 CONDICIONES TÉCNICAS

Este pliego de Condiciones Técnicas Generales alcanza el conjunto de características que deberán cumplir los materiales utilizados en la construcción, así como las técnicas de colocación en obra y las que deberán regir en la ejecución de cualquier tipo de instalación y de obras necesarias y dependientes. Para cualquier tipo de especificación, no incluida en este Pliego, se tendrá en cuenta lo que indique la normativa vigente.

### *1.4.1 OBRA CIVIL*

#### *1.4.1.1 MATERIALES BÁSICOS*

Todos los materiales básicos que se utilizarán durante la ejecución de las obras, serán de primera calidad y cumplirán las especificaciones que se exigen en las Normas y Reglamentos de la legislación vigente.

#### *1.4.1.2 RECOGIDA Y LIMPIEZA DE LA ZONA*

Definición:
Se define como la limpieza y retirada de material de la zona, el trabajo consiste en extraer y retirar, de las zonas designadas, todos los materiales, objetos, o cualquier otro material no deseable para poder empezar la ejecución de la obra y al finalizarla.
Todo esto se realizará de acuerdo con las especificaciones y con los datos que, sobre el particular, incluyen los correspondientes documentos del Proyecto.

Ejecución de las obras:
Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a las obras.
Los materiales no combustibles serán retirados por el Contratista de la manera y en los lugares que se establezca el facultativo encargado de las obras.

### *1.4.2 EQUIPOS ELÉCTRICOS*

#### *1.4.2.1 GENERALIDADES*

El contratista será el responsable del suministro de los equipos, elementos eléctricos. La mínima protección será IP54, según DIN 40050, garantizándose una protección contra depósitos nocivos de polvo y salpicaduras de agua; garantía de protección contra derivaciones.

Se preverán prensaestopas de aireación en las partes inferiores de los armarios. En los armarios grandes, en la parte inferior y superior, para garantizar mejor la circulación del aire.

Así mismo no se dejará subir la temperatura en la zona de los cuadros eléctricos y de instrumentación por encima de los 35 ºC por lo que el contratista deberá estudiar dicha condición y los medios indicados en el proyecto, ventilación forzada y termostato ambiental, para que si no los considera suficiente prevea acondicionamiento de aire por refrigeración, integrada en los cuadros o ambiental para la zona donde están situados.

Así pues, todos los armarios incorporarán además como elementos auxiliares propios, los siguientes accesorios:

- Ventilación forzada e independiente del exterior. Resistencia de calentamiento.
- Refrigeración, en caso de que se requiera.
- Dispositivo químico-pasivo de absorción de la humedad.
- Iluminación interior.
- Seguridad de intrusismo y vandalismo.
- Accesibilidad a todos sus módulos y elementos.

Se tendrán en cuenta las condiciones ambientales de uso. Por ello, se aplicará la clasificación 721-2 de polvo, arena, niebla salina, viento, etc., según norma IEC 721.

Para determinar los dispositivos de protección en cada punto de la instalación se deberá calcular y conocer:

- La intensidad de empleo en función del coste. Fin, simultaneidad, utilización y factores de aplicación previstos e imprevistos. De este último se fijará un factor, y éste se expresará en la oferta.
- La intensidad del cortocircuito.
- El poder de corte del dispositivo de protección, que deberá ser mayor que la ICC (intensidad de cortocircuito) del punto en el cual está instalado.
- La coordinación del dispositivo de protección con el aparellaje situado aguas abajo.
- La selectividad a considerar en cada caso, con otros dispositivos de protección situados aguas arriba.

Se determinará la sección de fases y la sección de neutro en función de protegerlos contra sobrecargas, verificándose:

La intensidad que pueda soportar la instalación será mayor que la intensidad de empleo, previamente calculada.

La caída de tensión en el punto más desfavorable de la instalación será inferior a la caída de tensión permitida, considerados los casos más desfavorables, como por ejemplo tener todos los equipos en marcha con las condiciones ambientales extremas.

Las secciones de los cables de alimentación general y particular tendrán en cuenta los consumos de las futuras ampliaciones.

Se verificará la relación de seguridad (VC/VL), tensión de contacto menor o igual a la tensión límite permitida según los locales ITCBT24, protección contra contactos directos e indirectos.

La protección contra sobrecargas y cortocircuitos se hará, preferentemente, con interruptores automáticos de alto poder de cortocircuito, con un poder de corte aproximado de 50 kA, y tiempo de corte inferior a 10 ms. Cuando se prevean intensidades de cortocircuito superiores a las 50 kA, se colocarán limitadores de poder de corte mayor que 100 kA y tiempo de corte inferior a 5 ms.

Asmismo poseerán bloques de contactos auxiliares que discriminen y señalicen el disparo por cortocircuito, del térmico, así como posiciones del mando manual.

Idéntica posibilidad de rearme a distancia tendrán los detectores de defecto a tierra.

Las curvas de disparo magnético de los disyuntores, L-V-D, se adaptarán a las distintas protecciones de los receptores.

Cuando se empleen fusibles como limitadores de corriente, éstos se adaptarán a las distintas clases de receptores, empleándose para ello los más adecuados, ya sean aM, gF, gL o gT, según la norma UNE 21-103.

Todos los relés auxiliares serán del tipo enchufable en base tipo undecal, de tres contactos inversores, equipados con contactos de potencia, (10 A para carga resistiva, cos. fi=1), aprobados por UL.

La protección contra choque eléctrico será prevista, y se cumplirá con las normas UNE 20-383 y ITCBT24.

La determinación de la corriente admisible en las canalizaciones y su emplazamiento será, como mínimo, según lo establecido en ITCBT06. La corriente de las canalizaciones será 1,5 veces la corriente admisible.

Las caídas de tensión máximas autorizadas serán según ITCBT19, siendo el máximo, en el punto más desfavorable, del 3% en iluminación y del 5% en fuerza. Esta caída de tensión se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización

susceptibles de funcionar simultáneamente, en las condiciones atmosféricas más desfavorables.

Los conductores eléctricos usarán los colores distintivos según normas UNE, y serán etiquetados y numerados para facilitar su fácil localización e interpretación en los planos y en la instalación. El sistema de instalación será según la instrucción ITCBT20 y otras por interiores y receptores, teniendo en cuenta las características especiales de los locales y tipo de industria.

El contratista debe detallar en su oferta todos los elementos y equipos eléctricos ofrecidos, indicando nombre de fabricante.

Además de las especificaciones requeridas y ofrecidas, se debe incluir en la oferta:

a. Memorando de cálculos de carga, de iluminación, de tierra, protecciones y otros que ayuden a clasificar La calidad de las instalaciones ofertadas.

b. Diseños preliminares y planos de los sistemas ofertados. En planos se empleará simbología normalizada S/UNE 20.004 Se tenderá a homogeneizar el tipo de esquema, numeración de borneros de salida y entrada y en general Todos los elementos y medios posibles de forma que facilite el mantenimiento de las instalaciones.

#### *1.4.2.2 CABLES DE TENSIÓN NOMINAL RV-K 0,6/1 kV*

Los cables RV 0,6/1KV se regirán por la norma UNE 21.123-2.

Los conductores deberán estar constituidos según la norma UNE 21.022 y serán salvo que se exprese lo contrario de cobre recocido. Las características físicas, mecánicas y eléctricas del material deberán satisfacer lo previsto en las normas UNE 21.011, así como las normas sobre la no propagación de la llama: UNE-EN 50625-2-1, IEC 60332-1, NFC 32070-C2 y de no propagación del incendio UNE 50266-2-4,IEC 60332-3 Y IEEE 383.

Los aislamientos serán de una mezcla de polietileno reticulado del tipo XLPE según designación de la norma UNE 21.123.

Las cubiertas serán de una mezcla de PVC del tipo ST2 según designación de la misma norma.

Siempre que los elementos de la instalación lo permitan se efectuarán las conexiones con terminales de presión y fundas termorrectráctiles. En cualquier caso, se retirará la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento a terminales o bornas de conexión. No se admitirán conexiones donde el conductor sobresalga de la borna o terminal.

Las derivaciones se realizarán siempre mediante bornas o kits. No se permitirán empalmes realizados por torsión de un conductor, sobre todo.
Los cables se fijarán a los soportes mediante bridas, abrazaderas o collares de forma que no se perjudique a las cubiertas de los mismos. La distancia entre dos puntos de fijación consecutivos no excederá de 0,40 metros para conductores sin armar, y 0,75 metros para conductores armados.
Cuando por las características del tendido sea preciso instalarlos en línea curva, el radio de curvatura será como mínimo el siguiente:

- Diámetro exterior < 25 mm, 4 veces el diámetro
- Diámetro exterior 25 a 50 mm, 5 veces el diámetro
- Diámetro exterior > 50 mm 6 veces el diámetro

Cuando en una bandeja o patinillo se agrupen varios cables, cada uno irá identificado mediante un rótulo en que se exprese su código de identificación que necesariamente deberá coincidir con el que aparezca en los documentos del Proyecto. El rótulo será en letras y/o números indelebles e irá en un tarjetero firmemente sujeto al cable, cada 3 metros y en todas las cajas de derivación o empalme.

#### *1.4.2.3 CONDUCTORES DE PROTECCIÓN*

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que éstos y su sección será la indicada en la instrucción ITC-BT-19.

#### *1.4.2.4 IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES*

Los conductores serán de cobre electrostático, de conductividad 56 $\Omega/mm^2$, con doble capa de aislamiento, siendo su tensión nominal de 1.500 V para los conductores instalados en canalización subterránea y por canaleta homologados según las Normas UNE de la instrucción ITC-BT-02.
Para la identificación de los conductores se seguirá lo dispuesto en la instrucción ITC-BT- 19, utilizándose los siguientes colores.

- Fases: negro, marrón o gris.
- Neutro: azul claro.
- Conductor de potencia: amarillo-verde (bicolor).

#### *1.4.2.5 TUBOS Y CANALIZACIONES PROTECTORAS*

Los tubos protectores cumplirán con la Instrucción ITC-BT-21.

#### *1.4.2.6 CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN*

Todos serán construidos de acuerdo con la norma UNE-EN 60.439.1, CEI 695.2, CEI 529 y CEI 144. Estarán construidos con chapa de acero de 10 mm de espesor como mínimo, salvo que se exprese lo contrario. El tratamiento a que se someterá la chapa será el siguiente: limpieza, preparación y acabado. La limpieza incluirá una fase inicial de lijado con lija de hierro y estropajo de aluminio y una segunda fase de desecado de grasa mediante la aplicación de disolvente celulósico a las superficies externas e internas.
La preparación de la superficie incluirá una primera fase de fosfatado con finalidad anticorrosiva, una segunda fase de emplastecido para cubrir las irregularidades, arañazos o pequeñas magulladuras de la chapa, una tercera fase de lijado para igualar la superficie emplastecida y finalmente una cuarta fase de impregnación con tres manos de cromato de cinc.
El acabado incluirá las operaciones de pintado y limpieza final.
El pintado constará de dos etapas, una de pintura intermedia y otra final, ambas con un esmalte de secado al horno del color que estipule la Dirección Técnica. Salvo que se exprese lo contrario, el grado de protección será IP 45.
Estarán cerrados por todas sus cargas excepto cuando se trate de grandes armarios apoyados sobre bancada y los cables de entrada y salida acudan al cuadro a través de la misma.
Serán registrables mediante puerta.

#### *1.4.2.7 CUADROS ELÉCTRICOS*

En los cuadros eléctricos se incluirán pulsadores frontales de marcha y parada, con señalización del estado de cada aparato (funcionamiento y avería).
El concursante razonará el tipo elegido, indicando las siguientes características:
Estructura de los cuadros, con dimensiones, materiales empleados (perfiles, chapas, etc.), con sus secciones o espesores, protección antioxidante, pinturas, etc.
Compartimentos en que se dividen.
Elementos que se alojan en los cuadros (embarrados, aisladores, etc.), detallando los mismos.
Interruptores automáticos.
Salida de cables, relés de protección, aparatos de medida y elementos auxiliares.

Protecciones que, como mínimo, serán:

- Mínima tensión, en el interruptor general automático.
- Sobrecarga en cada receptor.
- Cortocircuitos en cada receptor.

Defecto a tierra, en cada receptor superior a 10 CV. En menores reagrupados en conjunto de máximo 4 elementos. Estos elementos deben ser funcionalmente semejantes.
Se proyectarán y razonarán los enclavamientos en los cuadros, destinados a evitar falsas maniobras y para protección contra accidentes del personal, así como en el sistema de puesta a tierra del conjunto de las cabinas.
La distribución del cuadro será de tal forma que la alimentación sea la celda central y a ambos lados se vayan situando las celdas o salidas cuando sea necesario.
En las tapas frontales se incluirá un sinóptico con el esquema unipolar plastificado incluyendo los aparatos de indicación, marcha, protección y título de cada elemento con letreros también plastificados.
Se indicarán los fabricantes de cada uno de los elementos que componen los cuadros y el tipo de los mismos.
Características:

- Fabricante: A determinar por el contratista.
- Tensión nominal de empleo: 380 V.
- Tensión nominal de aislamiento: 750 V.
- Tensión de ensayo: 2.500 V durante 1 segundo.
- Intensidades nominales en el embarrado horizontal: 500, 800, 1.000, 1.250, 2.500 amperios.
- Resistencia a los esfuerzos electrodinámicos de cortocircuitos: 50 kA.
- Protección contra agentes exteriores: IP-54, según IEC, UNE, UTE y DIN.
- Dimensiones: varias, con longitud máxima de 2.000 mm.

#### *1.4.2.8 APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA*

*Protección contra sobreintensidades*

Todo circuito estará protegido contra los efectos de las sobreintensidades que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.
Las sobreintensidades pueden estar motivadas por:

- Sobrecargas debidas a los aparatos de utilización o defectos de aislamiento de gran impedancia.
- Cortocircuitos.

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluyendo el conductor neutro o compensador, estarán protegidos contra los efectos de las sobreintensidades.

*Protección contra sobrecargas*
El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizada por el dispositivo de protección utilizado.
Para la protección del conductor neutro o compensador se tendrá en cuenta:
- Cuando el conductor neutro o compensador del circuito tenga una sección inferior a los conductores de fase o polares, y pueda preverse en él sobrecargas que no hagan actuar los dispositivos de protección destinados exclusivamente a aquellos, se colocará un dispositivo de protección general que disponga de un elemento que controle la corriente en el conductor neutro o compensador, de forma que haga actuar el mismo cuando la sobrecarga en este conductor pueda considerarse excesiva.
El dispositivo de protección general puede estar constituido por un interruptor automático de corte omnipolar o por un interruptor automático que corte únicamente los conductores de fase o polares bajo la acción del elemento que controle la corriente en el conductor neutro.
- En los demás casos, se admite que la protección del conductor neutro o compensador esta convenientemente asegurada por los dispositivos que controlan la corriente en los conductores de fase o polares.
Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

*Protección contra cortocircuitos*
En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación. Se admite, no

obstante, que cuando se trate de circuitos derivados de uno principal, cada uno de estos circuitos derivados disponga de protección contra sobrecargas, mientras que un solo dispositivo general pueda asegurar la protección contra cortocircuitos para todos los circuitos derivados. Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

*Situación de los dispositivos de protección*

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución o tipo de conductores utilizados.

No obstante, no exige instalar dispositivos de protección en el origen de un circuito en que se presente una disminución de la intensidad admisible en el mismo, cuando su protección quede asegurada por otro dispositivo instalado anteriormente. Esta prescripción no será aplicable a los circuitos destinados a la alimentación de locales mojados o que presenten riesgos de incendio o explosión.

Características de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles eran colocados sobre material aislante incombustible y estarán construidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Cumplirán la condición de permitir su recambio bajo tensión de la instalación sin peligro alguno. Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.
- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad-tiempo adecuadas.
    - Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocados sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el

punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito.

- Los interruptores automáticos llevarán marcada su intensidad y tensión nominal, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, de acuerdo con la norma que le corresponda, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

*Cuadros de distribución*

En el origen de toda instalación y lo más cerca posible del punto de alimentación a la misma, se colocará un cuadro de distribución en el que se dispondrán un interruptor general de corte omnipolar, así como los dispositivos que parten de dicho cuadro. El cuadro estará construido con materiales adecuados no inflamables.

*Protección contra sobretensiones de origen atmosférico*

Cuando sean de temer sobretensiones de origen atmosférico, las instalaciones deberán estar protegidas mediante descargadores a tierra situados lo más cerca posible del origen de aquéllas.

En las redes con conductor neutro puesto a tierra, los descargadores deberán conectarse entre cada uno de los conductores de fase o polares y una toma de tierra unida al conductor neutro.

En las redes con neutro no puesto directamente a tierra, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador, y tierra.

En general, las instalaciones en las que sean de temer sobretensiones de origen atmosférico, se establecerán de forma que quede suficiente separación entre las canalizaciones eléctricas, tanto en el interior como en el exterior de los edificios, en relación con las partes o elementos metálicos unidos a tierra.

La línea de puesta a tierra de los descargadores debe estar aislada. La resistencia de tierra tendrá un valor de 10 ohmios, como máximo.

*Puestas a tierra*

Las puestas a tierra de la instalación, cuando sean necesarias, se establecerán según se indica en la Instrucción ITC-BT-18.

Protección contra contactos directos

Para considerar satisfecha en las instalaciones, la protección contra los contactos directos, se tomará una de las medidas siguientes:

a. Alejamiento de las partes activas de la instalación a una distancia tal del lugar donde las personas habitualmente se encuentran o circulan que sea imposible un contacto fortuito con las manos, o por la manipulación de objetos conductores, cuando éstos se utilicen habitualmente cerca de la instalación. Se considerará zona alcanzable con la mano la que, medida a partir del punto donde la persona pueda estar situada, está a una distancia límite de 2,50 metros hacia arriba, 1,00 metros lateralmente y 1,00 metros hacia abajo. En la figura 1 se señala gráficamente esta zona.

b. Interposición de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación. Los obstáculos de protección deben estar fijados en forma segura y resistir a los esfuerzos mecánicos usuales que pueden presentarse en su función. Si los obstáculos son metálicos y deben ser considerados como masas, se aplicará una de las medidas de protección previstas contra los contactos indirectos.

c. Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento apropiado, capaz de conservar sus propiedades con el tiempo, y que limite la corriente de contacto a un valor no superior a 1 miliamperio. La resistencia del cuerpo humano será considerada como de 2.500 Ω. Las pinturas, barnices, lacas y productos similares no serán considerados como aislamiento satisfactorio a estos efectos.

*Protección contra contactos indirectos*

Para la elección de las medidas de protección contra contactos indirectos, se tendrá en cuenta la naturaleza de los locales o emplazamientos, las masas y los elementos conductores, la extensión e importancia de la instalación, etc., que obligarán en cada caso a adoptar la medida de protección más adecuada.

Por lo que se refiere a estas medidas de protección, se tendrá en cuenta:

a) Instalaciones con tensiones de hasta 250 voltios con relación a tierra: - En general, con tensiones de hasta 50 voltios con relación a tierra en locales o emplazamientos secos y no conductores, o de 24 voltios en locales o emplazamientos húmedos o mojados, no es necesario establecer sistema de protección alguno.

Con tensiones superiores a 50 voltios es necesario establecer sistemas de protección para instalaciones al aire libre;: en locales con suelo conductor, como por ejemplo, de tierra, arena, piedra, cemento, baldosas, madera dura e incluso ciertos plásticos; en cocinas públicas o domésticas con instalaciones de agua o gas, aunque el suelo no sea conductor; en salas clínicas y, en general, en todo local que incluso teniendo el suelo

no conductor quepa la posibilidad de tocar simultánea e involuntariamente elementos conductores puestos a tierra y masas de aparatos de utilización.
b) Instalaciones con tensiones superiores a 250 voltios con relación a tierra:
En estas instalaciones es necesario establecer sistemas de protección cualquiera que sea el local, naturaleza del suelo, particularidades del lugar, etc., de que se trate.
Las medidas de protección contra los contactos indirectos pueden ser de las clases siguientes:

Clase A
Esta medida consiste en tomar disposiciones destinadas a suprimir el riesgo mismo, haciendo que los contactos no sean peligrosos, o bien impidiendo los contactos simultáneos entre las masas y elementos conductores, entre los cuales pueda aparecer una diferencia de potencial peligrosa.
Los sistemas de protección de la Clase A, son los siguientes:

- Separación de circuitos.
- Empleo de pequeñas tensiones de seguridad.
- Separación entre las partes activas y las masas accesibles por medio de aislamientos de protección.
- Inaccesibilidad simultánea de elementos conductores y masas.
- Recubrimiento de las masas con aislamientos de protección.
- Conexiones equipotenciales.

Clase B
Esta medida consiste en la puesta a tierra directa o la puesta a neutro de las masas, asociándola a un dispositivo de corte automático, que origine la desconexión de la instalación defectuosa.
Los sistemas de protección de la Clase B, son los siguientes:

- Puesta a tierra de las masas y dispositivos de corte por intensidad de defecto.
- Puesta a tierra de las masas y dispositivo de corte por tensión de defecto.
- Puesta a neutro de las masas y dispositivo de corte por intensidad de defecto.

La aplicación de los sistemas de protección de la Clase A no es generalmente posible, sino de manera limitada y solamente para ciertos equipos, materiales o partes de una instalación.

#### *1.4.2.9 APARAMENTA DE MEDIA TENSIÓN*

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gas para cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso al eventual sumergimiento del centro por efecto de riadas.

Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.

- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

Las celdas podrán incorporar protecciones del tipo autoalimentado, es decir, que no necesitan imperativamente alimentación externa. Igualmente, estas protecciones serán electrónicas, dotadas de curvas CEI normalizadas (bien sean normalmente inversas, muy inversas o extremadamente inversas), y entrada para disparo por termostato sin necesidad de alimentación auxiliar.

#### *1.4.2.10 TRANSFORMADORES DE POTENCIA*

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

#### *1.4.2.11 RED DE TIERRAS*

En cada instalación se efectuará una red de tierra. El conjunto de líneas y tomas de tierra tendrán unas características tales, que las masas metálicas no podrán ponerse a una tensión superior a 24 V, respecto de la tierra.

Todas las carcasas de aparatos de alumbrado, así como enchufes, etc., dispondrán de su toma de tierra, conectada a una red general independiente de la de los centros de transformación y de acuerdo con el Reglamento de B.T.

Las instalaciones de toma de tierra, seguirán las normas establecidas en el Reglamento B. T. y sus instrucciones complementarias.

Los materiales que compondrán la red de tierra estarán formados por placas, electrodos, terminales, cajas de pruebas con sus terminales de aislamiento y medición, etc.

Donde se prevea falta de humedad o terreno de poca resistencia se colocarán tubos de humidificación además de reforzar la red con aditivos químicos.

La resistencia mínima a corregir no alcanzará los 4 ohmios.

La estructura de obra civil será conectada a tierra. Todos los empalmes serán tipo soldadura aluminotérmica sistema CADWELL o similar.

#### *1.4.2.12 EQUIPOS DE MEDIDA*

Este centro incorpora los dispositivos necesitados para la medida de energía al ser de abonado, por lo que se instalarán en el centro los equipos con características correspondientes al tipo de medida prescrito por la compañía suministradora.

Los equipos empleados corresponderán exactamente con las características indicadas en la Memoria tanto para los equipos montados en la celda de medida (transformadores de tensión e intensidad) como para los montados en la caja de contadores (contadores, regleta de verificación...).

- Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación, se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

- Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

- Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGM de ORMAZABAL o similar, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su aparamenta interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

### *1.4.3 ENSAYOS*

Antes de la puesta en servicio del sistema eléctrico, el Contratista deberá de realizar los ensayos adecuados para probar, a la total satisfacción del Técnico Director de obra, que todos los equipos, aparatos, y cableados han estado instalados correctamente de acuerdo con las normas establecidas y están en condiciones satisfactorias de trabajo.

Todos los ensayos serán presenciados por el Ingeniero que representa al Técnico Director de obra.

Los resultados de los ensayos serán pasados en informes indicando la fecha y nombre de la persona a cargo del ensayo, así como la categoría profesional.

Los cables, antes de ponerse en funcionamiento, se someterán a un ensayo de resistencia del aislamiento entre fases y entre fase y tierra, que se realizará de la forma siguiente:

- Alimentación a los cuadros. Con el receptor desconectado medir la resistencia de aislamiento desde el lado de la salida de los arrancadores.
- Maniobra de los equipos de interconexión. Con los cables conectados a las estaciones de maniobra y a los dispositivos de protección y mando medirla resistencia de aislamiento entre fases y tierra. Alumbrado y fuerza. Medir la resistencia de aislamiento de todos los aparatos que han estado conectados.
- Se comprobará la puesta a tierra para determinar la continuidad de los cables de tierra y de sus conexiones y se medirá la resistencia de los electrodos de tierra.

- Se comprobarán todas las alarmas del equipo eléctrico para comprobar el funcionamiento adecuado, haciéndolas activar simulando condiciones anormales.
- Se comprobarán los cargadores de baterías para comprobar su funcionamiento correcto de acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

Todas las lámparas de señalización se verificarán a través de un pulsador de prueba.

## 1.5 CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

# DOCUMENTO Nº5
# PRESUPUESTO

# ÍNDICE

1 PRESUPUESTO ..... 3
1.1 PLANTA FV ..... 3
1.2 GESTIÓN DE RESIDUOS ..... 5
1.3 SEGURIDAD Y SALUD ..... 5
1.4 TOTALES ..... 5

# 1 PRESUPUESTO

A continuación, se describe el presupuesto detallado de la planta fotovoltaica Solaria Zierbena Solar 17 de 49,895 MW:

## 1.1 PLANTA FV

| | 1 EQUIPOS PRINCIPALES | | | | 8.161.966,00 € |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.1 | Módulos FV | | | | |
| 1.1.1 | Trina Solar - TSM-620NEG19RC.20 (620 W bifacial Si-mono). Dimensiones 2382.0 mm x 1134.0 mm. 1500 V. | Unidad | 91644 | 54,00 € | 4.948.776,00 € |
| 1.2 | Estructura | | | | |
| 1.2.1 | Estructura fija: Generic (default) - Generic - 2V - 20mm separation (2V (Vertical)) (1 strings) | Unidad | 3273 | 530,00 € | 1.734.690,00 € |
| 1.3 | Inversor | | | | |
| 1.3.1 | Power Electronics - FS2935K_615V_20210528_Preliminary (2935 kVA) | Unidad | 17 | 15.500,00 € | 263.500,00 € |
| 1.4 | Centro de transformación | | | | |
| 1.4.1 | Centro de transformación hasta 5870 kVA - 615 V/20 kV, con un Transformador de dos devanados (Dyn11) de 5870 kVA. | Unidad | 6 | 140.000,00 € | 840.000,00 € |
| 1.4.2 | Centro de transformación hasta 2935 kVA - 615 V/20 kV, con un Transformador de dos devanados (Dyn11) de 2935 kVA. | Unidad | 5 | 75.000,00 € | 375.000,00 € |

| | 2 OBRA CIVIL | | | | 2.528.668,67 € |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.1 | Características de la localización | | | | |
| 2.1.1 | Limpieza y desbroce | m2 | 527765,6 | 0,36 € | 189.995,60 € |
| 2.1.2 | Retirada de la capa vegetal del suelo y la vegetación | m3 | 105553,1 | 0,25 € | 26.388,28 € |
| 2.1.3 | Viales (4.0 m de ancho) | m | 2680,86 | 32,50 € | 87.127,95 € |
| 2.1.4 | Cunetas de los viales | m | 2680,86 | 19,55 € | 52.410,81 € |
| 2.2 | Movimiento de tierra | | | | |
| 2.2.1 | Movimientos de tierra de llenado | m3 | 192,21 | 7,00 € | 1.345,47 € |
| 2.2.2 | Movimientos de tierra de corte | m3 | 153,89 | 5,50 € | 846,40 € |
| 2.3 | Cimentaciones | | | | |
| 2.3.1 | Cimentación del centro de transformación | Unidad | 11 | 18.500,00 € | 203.500,00 € |
| 2.3.2 | Postes estructura | Unidad | 45822 | 8,65 € | 396.360,30 € |
| 2.4 | Zanjas y arquetas | | | | |
| 2.4.1 | Zanjas de Baja tensión 400.0 mm x 1000.0 mm | m3 | 5927,57 | | |
| | | m | 14818,92 | 27,60 € | 409.002,19 € |
| 2.4.2 | Zanjas de Baja tensión 800.0 mm x 1000.0 mm | m3 | 364,58 | | |
| | | m | 455,73 | 29,50 € | 13.444,04 € |
| 2.4.3 | Arquetas de Baja tensión | Unidad | 327 | 203,40 € | 66.511,80 € |
| 2.4.4 | Zanjas de Media tensión 400.0 mm x 1000.0 mm | m3 | 5702,21 | 24,35 € | 138.848,81 € |
| | | m | 7127,76 | | |
| 2.4.5 | Zanjas de Media tensión 800.0 mm x 1000.0 mm | m3 | 1600,21 | 25,85 € | 41.365,43 € |
| | | m | 4000,52 | | |
| 2.4.6 | Zanjas de Media tensión 800.0 mm x 1500.0 mm | m3 | 213,25 | 29,85 € | 6.365,51 € |
| | | m | 133,28 | | |
| 2.4.7 | Arquetas de Media tensión | Unidad | 236 | 247,50 € | 58.410,00 € |
| 2.4.8 | Zanjas de puesta a tierra | m3 | 82,32 | 16,95 € | 1.395,32 € |
| 2.4.9 | Zanjas de servicios auxiliares | m3 | 1847,78 | 16,95 € | 31.319,87 € |
| 2.5 | Seguridad y control | | | | |
| 2.5.1 | Vallado de alambre metálico | m | 12318,53 | 28,86 € | 355.512,78 € |
| 2.5.2 | Puerta de acceso | Unidad | 11 | 3.017,36 € | 33.190,96 € |
| 2.5.3 | Cimentación de postes de iluminación | Unidad | 251 | 1.095,85 € | 275.058,35 € |
| 2.5.4 | Cimentación de las videocámaras | Unidad | 128 | 1.095,85 € | 140.268,80 € |

| | 3 SISTEMA ELÉCTRICO Y MONTAJE | | | | 2.715.483,51 € |
|---|---|---|---|---|---|
| 3.1 | Cableado eléctrico de DC de BT (De Strings a Caja de string) | | | | |
| 3.1.1 | Cable DC XLPE Cu 1x(1x4 mm2) | m | 54456,51 | 4,00 € | 217.826,04 € |
| 3.1.2 | Cable DC XLPE Cu 1x(1x10 mm2) | m | 40749,51 | 4,97 € | 202.525,06 € |
| 3.2 | Cableado eléctrico de DC de BT (De Caja de String a Inversor) | | | | |
| 3.2.1 | Cable DC XLPE Al 1x(1x400 mm2) | m | 63451,4 | 5,10 € | 323.602,14 € |
| 3.2.2 | Cable DC XLPE Al 1x(1x630 mm2) | m | 37809,08 | 6,20 € | 234.416,30 € |
| 3.3 | Cableado eléctrico de MT (Desde el Centro de Transformación | | | | |
| 3.3.1 | Cable MT XLPE Al 1x(1x300 mm2) | m | 49832,76 | 11,40 € | 568.093,46 € |
| 3.3.2 | Cable MT XLPE Al 1x(1x500 mm2) | m | 15376,42 | 12,00 € | 184.517,04 € |
| 3.4 | Caja DC de String | | | | |
| 3.4.1 | Caja DC de String (14 inputs) | Unidad | 213 | 1.720,00 € | 366.360,00 € |
| 3.4.2 | Caja DC de String (7 inputs) | Unidad | 10 | 1.600,00 € | 16.000,00 € |
| 3.4.3 | Caja DC de String (12 inputs) | Unidad | 10 | 1.680,00 € | 16.800,00 € |
| 3.4.4 | Caja DC de String (11 inputs) | Unidad | 5 | 1.650,00 € | 8.250,00 € |
| 3.4.5 | Caja DC de String (8 inputs) | Unidad | 3 | 1.610,00 € | 4.830,00 € |
| 3.4.6 | Caja DC de String (9 inputs) | Unidad | 2 | 1.620,00 € | 3.240,00 € |
| 3.5 | Sistema de puesta a tierra | | | | |
| 3.5.1 | Cables de tierra de 35 mm2 (Zanjas de BT y MT) | m | 26536,22 | 8,30 € | 220.250,63 € |
| 3.5.2 | Cables de tierra de 50 mm2 (Centros de transformación) | m | 365,86 | 9,25 € | 3.384,21 € |
| 3.5.3 | Picas de puesta a tierra (Centro de transformación) | Unidad | 88 | 8,50 € | 748,00 € |
| 3.6 | Sistema auxiliar AC | | | | |
| 3.6.1 | Cable auxiliar del vallado perimetral (XLPE 0.6/1 kV Al 4x6 mm2) | m | 12318,53 | 4,00 € | 49.274,12 € |
| 3.7 | Sistema de Comunicación / Monitorización | | | | |
| 3.7.1 | Cable de fibra óptica multimodo (Sistema de control) | m | 21736,39 | 4,58 € | 99.552,67 € |
| 3.7.2 | Cable de fibra óptica monomodo (Sistema de seguridad) | m | 12318,53 | 3,57 € | 43.977,15 € |
| 3.7.3 | Cable Com RS 485 (Sistema de monitorización) | m | 19661,95 | 4,69 € | 92.214,55 € |
| 3.8 | Conectores | | | | |
| 3.8.1 | Conectores macho y hembra de DC | Unidad | 6546 | 8,30 € | 54.331,80 € |
| 3.8.2 | Conectores de MT | Unidad | 39 | 135,65 € | 5.290,35 € |

| | 4 MISCELÁNEOS | | | | 621.737,91 € |
|---|---|---|---|---|---|
| 4.1 | Sistema de monitorización | | | | |
| 4.1.1 | Estación meteorológica | Unidad | 8 | 39.995,00 € | 319.960,00 € |
| 4.1.2 | Sistema de monitorización (SCADA) | Unidad | 1 | 98.312,82 € | 98.312,82 € |
| 4.1.3 | Unidades terminales remotas | Unidad | 11 | 780,84 € | 8.589,24 € |
| 4.2 | Sistema de seguridad y control | | | | |
| 4.2.1 | Unidad de control | Unidad | 1 | 58.122,15 € | 58.122,15 € |
| 4.2.2 | Iluminación | Unidad | 251 | 35,50 € | 8.910,50 € |
| 4.2.3 | Videocámaras | Unidad | 128 | 707,19 € | 90.520,32 € |
| 4.2.4 | Cámaras domo | Unidad | 12 | 3.110,24 € | 37.322,88 € |

## 1.2 GESTIÓN DE RESIDUOS

Del estudio de gestión de residuos del proyecto se pueden extraer el siguiente Presupuesto (los detalles del presupuesto se pueden consultar en dicho estudio):

| | 6 GESTIÓN DE RESIDUOS | | | | 12.848,80 € |
|---|---|---|---|---|---|
| 6.1.1 | Residuos de tierras procedentes de excavación | Tn | 340,59 | 18,00 € | 6.130,54 € |
| 6.1.2 | Residuos de hormigón de cimentaciones | Tn | 2,40 | 18,00 € | 43,26 € |
| 6.1.3 | Contenedor de alta capacidad (más de 12 $m^3$) | unidad | 10,00 | 350,00 € | 3.500,00 € |
| 6.1.4 | Contenedor de 4,5 m3 de hormigón | unidad | 5,00 | 135,00 € | 675,00 € |
| 6.1.5 | Residuos peligrosos | unidad | 1,00 | 2.500,00 € | 2.500,00 € |

**TOTAL GESTION RESIDUOS: 12.848,80 €**

## 1.3 SEGURIDAD Y SALUD

Del estudio de seguridad y salud del proyecto se pueden extraer el siguiente presupuesto (los detalles del presupuesto se pueden consultar en dicho estudio):

| | 5 SEGURIDAD Y SALUD | | | | 67.454,31 € |
|---|---|---|---|---|---|
| 5.1.1 | Prevención y formación | Unidad | 1 | 8.240,40 € | 8.240,40 € |
| 5.1.2 | Servicio médico | Unidad | 1 | 815,01 € | 815,01 € |
| 5.1.3 | Protecciones colectivas | Unidad | 1 | 40.272,25 € | 40.272,25 € |
| 5.1.4 | Protecciones individuales | Unidad | 1 | 8.787,87 € | 8.787,87 € |
| 5.1.5 | Instalaciones de higiene y primeros auxilios | Unidad | 1 | 9.338,78 € | 9.338,78 € |

**TOTAL SEGURIDAD Y SALUD: 67.454,31 €**

## 1.4 TOTALES

| | |
|---|---|
| **PRESUPUESTO TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL PLANTA SOLAR** | **14.108.159,19 €** |
| 21% IVA | 2.962.713,42 € |
| **TOTAL PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN CON IVA** | **17.070.872,62 €** |

# DOCUMENTO Nº6
# ESTUDIOS DE ENTIDAD PROPIA

## ÍNDICE

ANEXO I. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD [ZB17-SOL-FV-PE-EST-0001-A01]

ANEXO II. ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS [ZB17-SOL-FV-PE-EST-0001-A02]

# ANEXO I
# ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

# ÍNDICE

1 OBJETO ..... 13
1.1 Justificación sobre la elaboración del Estudio de Seguridad y Salud ..... 14
2 NORMATIVA RELACIONADA ..... 14
3 Aplicación de la seguridad en el proceso constructivo ..... 15
3.1 Interferencias con instalaciones y canalizaciones de servicios. ..... 15
3.2 Acopio y utilización de sustancias peligrosas ..... 15
3.2.1 Fichas de datos de seguridad y productos químicos ..... 16
3.2.2 Normas básicas de almacenamiento ..... 18
3.2.3 Actuaciones generales ..... 19
4 MODELO DE ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA OBRA. ..... 21
4.1 Organigrama preventivo de obra ..... 21
4.1.1 Funciones de la organización interna de la obra ..... 22
4.1.2 Presencia de recursos preventivos en la obra ..... 23
4.1.3 Realización de trabajos por menores o trabajadores de ett. ..... 25
4.2 Organización de la seguridad en la obra. ..... 26
4.2.1 Comisión de seguridad y salud. ..... 26
4.3 Coordinación de actividades empresariales. ..... 27
4.3.1 Entre contratas y subcontratas ..... 27
4.4 Control de accesos a obra ..... 29
4.5 Actuación en accidentes. ..... 29
4.5.1 Actuación de socorro en caso de accidente laboral. ..... 29
4.5.2 Actuaciones administrativas en caso de accidente. ..... 29
4.6 Indicaciones para la organización de los turnos de trabajo (trabajos nocturnos). 32
5 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS POR FASE DE OBRA ..... 33
5.1 Acciones frente a los riesgos higiénicos por trabajos en intemperie. ..... 34
5.2 Emplazamiento de la obra. ..... 34
5.2.1 Riesgos detectados ..... 35
5.2.2 Medidas preventivas ..... 36
5.3 Actuaciones previas ..... 52
5.3.1 Identificación de riesgos ..... 52

5.4 Trabajos de replanteo ..... 75
5.4.1 Identificación de riesgos ..... 75
5.4.2 Medidas preventivas ..... 76
5.4.3 Equipos de protección individual ..... 78
5.5 Demoliciones ..... 79
5.5.1 Riesgos laborales ..... 80
5.5.2 Medidas preventivas ..... 81
5.5.3 Equipos de protección individual ..... 82
5.6 Despeje y desbroce ..... 83
5.6.1 Riesgos laborales ..... 83
5.6.2 Medidas preventivas ..... 84
5.6.3 Equipos de protección individual ..... 85
5.7 Terraplenes y desmontes ..... 86
5.7.1 Riesgos laborales ..... 86
5.7.2 Medidas preventivas ..... 87
5.7.3 Equipos de protección individual ..... 89
5.8 Excavaciones, rellenos y compactación de tierras. ..... 90
5.8.1 Riesgos laborales detectados. ..... 91
5.8.2 Medidas preventivas ..... 92
5.8.3 Equipos de protección individual ..... 96
5.9 Montaje de tubería para canalizaciones ..... 96
5.9.1 Riesgos laborales detectados ..... 99
5.9.2 Medidas preventivas ..... 99
5.9.3 Equipos de protección personal ..... 100
5.10 Tendido de conductores ..... 100
5.10.1 Riesgos laborales detectados ..... 100
5.10.2 Medidas preventivas ..... 101
5.10.3 Medidas preventivas ..... 105
5.11 Montaje de estructuras soporte. ..... 106
5.11.1 Riesgos laborales detectados ..... 106
5.11.2 Medidas preventivas ..... 107
5.11.3 Equipos de protección personal ..... 110

5.12 Cimentación ..... 111
5.12.1 Riesgos laborales detectados ..... 111
5.13 Acciones o medidas preventivas ..... 112
5.13.1 Equipos de protección individual. ..... 121
5.14 Estructuras ..... 122
5.14.1 Factores de riesgo ..... 122
5.14.2 Medidas preventivas ..... 124
5.14.3 Equipos de protección individual. ..... 133
5.15 Cerramientos exteriores del edificio de control ..... 134
5.15.1 Factores de riesgo ..... 135
5.15.2 Medidas preventivas ..... 136
5.16 Cerramientos interiores ..... 138
5.16.1 Factores de riesgo ..... 141
5.16.2 Medidas preventivas ..... 142
5.16.3 Equipos de protección individual: ..... 153
5.17 Revestimientos ..... 156
5.17.1 Factores de riesgo: ..... 156
5.17.2 Medidas preventivas ..... 158
5.17.3 Equipos de protección individual ..... 166
5.18 Falsos techos ..... 168
5.18.1 Factores de riesgos ..... 168
5.18.2 Acciones o medidas preventivas ..... 170
5.18.3 Equipos de protección individual ..... 180
5.19 Cubiertas ..... 181
5.19.1 Factores de riesgo ..... 182
5.19.2 Medidas preventivas ..... 183
5.19.3 Equipos de protección individual ..... 192
5.20 Pavimentos ..... 193
5.20.1 Factores de riesgo ..... 194
5.20.2 Medidas preventivas ..... 196
5.20.3 Equipos de protección individual ..... 206
5.21 Carpintería metálica y de madera. cerrajería ..... 207

5.21.1 Factores de riesgo ..... 208
5.21.2 Equipos de protección individual ..... 218
5.22 Colocación de vidrio ..... 220
5.22.1 Factor de riesgo ..... 220
5.22.2 Medidas preventivas ..... 221
5.22.3 Equipos de protección individual ..... 229
5.23 Instalaciones. fontanería ..... 230
5.23.1 Factor de riesgo ..... 230
5.23.2 Equipos de protección individual ..... 234
5.24 Instalaciones. térmicas (calefacción y climatización) ..... 235
5.24.1 Factor de riesgo ..... 236
5.24.2 Medidas preventivas ..... 237
5.24.3 Equipos de protección individual ..... 241
5.25 Electricidad ..... 242
5.25.1 Factor de riesgo ..... 242
5.25.2 Medidas preventivas ..... 242
5.25.3 Equipos de protección individual ..... 247
5.26 Instalaciones. protección contra incendios ..... 247
5.26.1 Factor de riesgo ..... 247
5.26.2 Medidas preventivas ..... 248
5.26.3 Equipos de protección individual ..... 250
5.27 Instalaciones. telecomunicaciones ..... 250
5.27.1 Factores de riesgo ..... 251
5.27.2 Medidas preventivas ..... 251
5.27.3 Equipos de protección individual ..... 253
5.28 Pintura ..... 253
5.28.1 Factor de riesgo ..... 253
5.28.2 Medidas preventivas ..... 254
5.28.3 Equipos de protección individual ..... 269
5.29 Izado de cargas ..... 270
5.29.1 Riesgos laborales identificados ..... 271
5.29.2 Medidas preventivas a adoptar ..... 272

5.29.3 equipos de protección individual ..... 283
5.30 Manipulación manual de cargas ..... 283
5.30.1 Riesgos laborales identificados ..... 284
5.30.2 Medidas preventivas a adoptar ..... 284
5.30.3 Equipos de protección individual ..... 290
6 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS DE TRABAJO . 290
6.1 Maquinaria en general ..... 290
6.2 Camión grúa ..... 296
6.2.1 Identificación de riesgos: ..... 297
6.2.2 Medidas preventivas necesarias: ..... 298
6.2.3 Equipos de protección individual: ..... 305
6.3 Grúa autopropulsada ..... 305
6.3.1 Identificación de riesgos ..... 306
6.3.2 Medidas preventivas ..... 308
6.3.3 Equipos de protección individual ..... 316
6.4 Camión transporte ..... 316
6.5 Bulldozer ..... 317
6.5.1 Identificación de riesgos: ..... 317
6.5.2 Medidas preventivas necesarias: ..... 317
6.5.3 Equipos de protección individual ..... 321
6.6 Perforadora ..... 321
6.6.1 Evaluación del riesgo ..... 321
6.6.2 Medidas preventivas ..... 321
6.6.3 EPI'S a utilizar ..... 323
6.7 Camión cuba de riego ..... 323
6.7.1 Identificación de los riesgo ..... 323
6.7.2 Normas básicas de seguridad ..... 323
6.7.3 Protecciones colectivas ..... 324
6.7.4 Protección individuales ..... 325
6.8 Traíllas ..... 325
6.8.1 Riesgos laborales identificados ..... 325
6.8.2 Medidas preventivas ..... 325

6.8.3 Equipos de protección individual ..... 327
6.9 Excavadora de cadenas ..... 328
6.9.1 Riesgos laborales identificados ..... 328
6.9.2 Medidas preventivas ..... 328
6.9.3 Equipos de protección individual ..... 331
6.10 Camión hormigonera. Hormigonado. ..... 332
6.10.1 Riesgos laborales identificados ..... 333
6.10.2 Medidas preventivas a adoptar ..... 334
6.10.3 Equipos de protección individual ..... 343
6.11 Compresor y pistola ..... 343
6.11.1 Identificación de riesgos ..... 343
6.11.2 Medidas preventivas ..... 343
6.11.3 Elementos de protección individual ..... 343
6.12 Dumper de obra ..... 344
6.12.1 Riesgos laborales identificados ..... 344
6.12.2 Medidas preventivas a adoptar ..... 344
6.12.3 Equipos de protección individual ..... 350
6.13 Furgones y vehículos de obra ..... 351
6.13.1 Riesgos ..... 351
6.13.2 Medidas preventivas ..... 351
6.13.3 Protecciones individuales ..... 352
6.14 Mesa de sierra ..... 352
6.15 Grupo electrógeno ..... 356
6.15.1 Riesgos ..... 356
6.15.2 Medidas Preventivas ..... 357
6.15.3 Equipos de protección individual: ..... 358
6.16 Hormigonera ..... 358
6.16.1 Riesgos ..... 358
6.16.2 Medidas preventivas ..... 359
6.16.3 Equipos de protección individual ..... 359
6.17 Maquinaria de elevación y transporte de cargas (manitu, carretilla elevadora).360
6.17.1 Riesgos más frecuentes. ..... 360

6.17.2 Medidas preventivas ..... 360
6.17.3 Protecciones individuales ..... 363
6.18 Martillo neumático. ..... 363
6.18.1 Identificación de riesgos ..... 363
6.18.2 Medidas preventivas necesarias ..... 364
6.18.3 Equipos de protección individual: ..... 368
6.19 Minicargadora ..... 368
6.19.1 Identificación de riesgos: ..... 369
6.19.2 Medidas preventivas necesarias: ..... 369
6.19.3 Equipos de protección individual: ..... 376
6.20 Pala Cargadora, retroexcavadora o mixta ..... 377
6.20.1 Riesgos laborales identificados ..... 377
6.20.2 Medidas preventivas a adoptar ..... 378
6.20.3 Equipos de protección individual ..... 389
6.21 Pisón. ..... 389
6.21.1 Riesgos ..... 389
6.21.2 Medidas Preventivas ..... 390
6.21.3 Equipos de protección individual ..... 391
6.22 Portacontenedores ..... 391
6.22.1 Identificación de riesgos ..... 391
6.22.2 Medidas preventivas ..... 391
6.22.3 Equipos de protección individual ..... 393
6.23 Rodillo Vibrante: ..... 393
6.23.1 Identificación de riesgos: ..... 394
6.23.2 Medidas preventivas necesarias: ..... 394
6.23.3 Equipos de protección individual: ..... 401
6.24 Motoniveladora ..... 401
6.24.1 Riesgos laborales identificados ..... 401
6.24.2 Medidas preventivas necesarias: ..... 401
6.24.3 Equipos de protección individual ..... 403
6.25 Hincadora ..... 403
6.25.1 Riesgos laborales identificados ..... 403

6.25.2 Medidas preventivas a adoptar ..... 404
6.25.3 Equipos de protección individual ..... 406
6.26 Soldadura eléctrica ..... 406
6.26.1 Riesgos laborales identificados ..... 406
6.26.2 Medidas preventivas a adoptar ..... 407
6.26.3 Equipos de protección individual. ..... 414
6.27 Soldadura oxiacetilénica y oxicorte ..... 414
6.27.1 Riesgos laborales identificados ..... 415
6.27.2 Medidas preventivas específicas ..... 415
6.27.3 Equipos de protección individual ..... 419
7 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE MEDIOS AUXILIARES Y HERRAMIENTAS. ..... 419
7.1 Equipos de trabajo en general. ..... 419
7.2 Afiladora angular (Sierra de disco manual) ..... 421
7.2.1 Riesgos laborales identificados ..... 421
7.2.2 Medidas Preventivas ..... 421
7.2.3 Equipos de protección individual: ..... 423
7.3 Herramientas manuales ..... 423
7.3.1 Riesgos laborales identificados ..... 425
7.3.2 Medidas preventivas necesarias: ..... 426
7.3.3 Equipos de protección individual: ..... 436
7.4 Herramientas portátiles eléctricas. ..... 437
7.4.1 Riesgos más importantes: ..... 437
7.4.2 Medidas preventivas: ..... 437
7.4.3 Equipos de protección individual ..... 439
7.5 Medios auxiliares para trabajos temporales en altura ..... 439
7.5.1 Escaleras manuales ..... 439
7.5.2 Andamios en general ..... 441
7.5.3 Andamios sobre borriquetas ..... 444
7.5.4 Castillete de hormigonado ..... 445
7.5.5 Plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP) ..... 446
7.5.6 Plataformas de tijera ..... 448
7.5.7 Plataformas telescópicas y telescópicas articuladas. Autopropulsadas ..... 449

7.5.8 Máquinas mixtas con posibilidad de elevar carga y personas ..... 454
7.5.9 Grúa sobre camión con plataforma ..... 454
7.6 Taladro portátil ..... 456
7.6.1 Identificación de riesgos ..... 456
7.6.2 Medidas preventivas ..... 456
7.6.3 Equipos de protección individuales ..... 457
7.7 Vibradores de hormigón ..... 457
7.7.1 Equipos de protección individual ..... 457
7.7.2 Medidas preventivas a adoptar ..... 457
7.7.3 Equipos de protección individual: ..... 461
8 PREVENCIÓN DE RIESGOS DE TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES VÍA AÉREA ..... 462
8.1 Medidas de carácter organizativo ..... 462
8.1.1 Medidas de protección personal ..... 462
8.1.2 Trabajador especialmente sensible ..... 462
8.1.3 Estudio y manejo de contactos ..... 463
9 PLAN DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS ..... 463
9.1 Medidas contra incendios ..... 464
9.2 Recomendaciones en caso de accidente por contacto eléctrico con líneas en tensión. 465
9.2.1 Caída de línea. ..... 465
9.2.2 Accidente con máquinas. ..... 465
9.2.3 Auxilio a los accidentados ..... 466
9.3 Asistencia a los accidentados ..... 466
9.4 Medias de emergencia ..... 467
9.4.1 Extintores (Normas de Seguridad) ..... 467
9.5 Consignas de seguridad ..... 469
9.6 Secuencia de actuación ante un accidente ..... 470
9.7 Primeros auxilios ..... 472
9.7.1 Heridas ..... 472
9.7.2 Amputaciones traumáticas ..... 473
9.7.3 Hemorragias ..... 473
9.7.4 Cuerpos Extraños. ..... 474

9.7.5 Epítasis ..... 475
9.7.6 Quemaduras ..... 475
9.7.7 Congelaciones ..... 476
9.7.8 Insolaciones ..... 476
9.7.9 Accidentes por electricidad ..... 476
9.7.10 Lipotimia ..... 477
9.7.11 Convulsiones ..... 478
9.7.12 Obstrucción de las vías Aéreas ..... 478
9.7.13 Contusiones, Esguinces y Luxaciones ..... 479
9.7.14 Fracturas (Rotura de huesos) ..... 479
9.7.15 Fracturas de consideración importante ..... 480
9.7.16 Actuación ante intoxicación ..... 481
9.7.17 Intoxicación por inhalación ..... 481
9.7.18 Actuación ante derrames accidentales ..... 481
10 INSTALACIONES PROVISIONALES DE SALUBRIDAD ..... 483
10.1 Locales de obra ..... 483
11 PRESUPUESTO ..... 486
11.1 Prevención y formación ..... 486
11.2 Servicio médico ..... 486
11.3 Protecciones colectivas ..... 486
11.4 Protecciones individuales ..... 487
11.5 Instalaciones de higiene y primeros auxilios ..... 487
11.6 Resumen del estudio de seguridad y salud ..... 488
12 PLIEGO DE CONDICIONES DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD ..... 489
12.1 CONDICIONES FACULTATIVAS ..... 489
12.1.1 Agentes intervinientes ..... 489
12.2 CONDICIONES TÉCNICAS ..... 499
12.2.1 Medios de protección colectivas ..... 501
12.2.2 Medios de protección individual ..... 503
12.2.3 Sistemas de protección individual anticaídas ..... 509
12.2.4 Máquinas, Útiles, Herramientas y Medios Auxiliares ..... 527
12.2.5 Acciones que seguir en caso de accidente laboral ..... 531

12.2.6 Comunicaciones inmediatas en caso de accidente ..... 532
12.2.7 Seguridad en la obra ..... 533
12.2.8 Plan de seguridad y salud ..... 533
12.2.9 Obligaciones de cada contratista en materia de seguridad y salud ..... 534
12.2.10 Libro de incidencias ..... 535
12.2.11 Contratista y subcontratista ..... 536
12.2.12 Señalización ..... 537
12.3 RUTA A LOS CENTROS ASITENCIALES MÁS CERCANOS ..... 537
12.4 CONDICIONES ECONÓMICAS ..... 538
13 PLANOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD ..... 543

# 1 OBJETO

El presente Estudio de Seguridad y Salud establece, durante el Proyecto y la Obra de construcción y puesta en marcha de una planta solar fotovoltaica, las previsiones respecto a prevención de riesgos de accidentes y enfermedades profesionales, así como los derivados de los trabajos de reparación, conservación y mantenimiento, y las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Servirá para dar unas directrices básicas a la Empresa Constructora para llevar a cabo sus obligaciones en el campo de la Prevención de Riesgos Laborales, facilitando su desarrollo, bajo el control de la Dirección Facultativa, de acuerdo con el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre Seguridad y Salud para las Obras de construcción.

Según el mencionado Real Decreto, la Empresa Constructora adjudicataria de la Obra estará obligada a redactar un Estudio de Seguridad y Salud adaptando este Estudio a sus medidas y métodos de ejecución. Dicho Plan incluirá los medios humanos y materiales necesarios, así como la asignación de los recursos económicos precisos para la consecución de los objetivos propuestos; facilitando la mencionada labor de previsión, prevención y protección profesional, bajo el control de la Dirección Facultativa.

De acuerdo con la normativa mencionada, el Plan se someterá, antes del inicio de la Obra, a la aprobación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la Obra, manteniéndose, después de su aprobación, una copia a su disposición.

En el caso de Obras de las Administraciones Públicas, el Plan, junto con el correspondiente informe del Coordinador, se elevará a la aprobación de la Administración Pública que haya adjudicado la Obra.

Será documento de obligada presentación ante la Autoridad Laboral encargada de conceder la apertura del centro de trabajo, y estará también a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.

Se considera en este Estudio:

- Preservar la integridad de los trabajadores y de todas las personas del entorno.
- La organización del trabajo de forma tal que el riesgo sea mínimo.
- Determinar las instalaciones y útiles necesarios para la protección colectiva e individual del personal.
- Definir las instalaciones para la higiene y bienestar de los trabajadores.
- Establecer las normas de utilización de los elementos de seguridad.
- Proporcionar a los trabajadores los conocimientos necesarios para el uso correcto y seguro de los útiles y maquinaria que se les encomiende.
- El transporte del personal.
- Los trabajos con maquinaria ligera.
- Los primeros auxilios y evacuación de heridos.
- El Servicio de Prevención.
- Los Delegados de Prevención.
- Recursos Preventivos

Igualmente, se implanta la obligatoriedad de la existencia de un Libro de Incidencias con toda la funcionalidad que el citado Real Decreto 1627/1997 le concede, siendo el

Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de las Obras, o en su defecto, la Dirección Facultativa, el responsable del envío en un plazo de veinticuatro horas de una copia de las notas que en él se escriban a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social. También se deberá notificar las anotaciones en el Libro al Contratista y a los Representantes de los trabajadores.
Es responsabilidad del Contratista la ejecución de las medidas preventivas fijadas en el Plan y responde solidariamente de las consecuencias que se deriven de la no consideración de las medidas previstas por parte de los Subcontratistas o similares, respecto a las inobservancias que fueren imputables a éstos.
Queda claro que la Inspección de Trabajo y Seguridad Social podrá comprobar la ejecución correcta y concreta de las medidas previstas en el Estudio de Seguridad y Salud de la Obra y, por supuesto en todo momento, la Dirección Facultativa.

### 1.1 Justificación sobre la elaboración del Estudio de Seguridad y Salud

El Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el Artículo 4, apartado 2, que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo Artículo, el promotor estará obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de Seguridad y Salud.
Mediante la elaboración y ejecución del presente estudio se pretende:

- Cumplir con la obligación legal que todos los empresarios tienen con respecto a sus trabajadores.
- Reducir los altos índices de accidentabilidad: Accidentes de Trabajo y Enfermedad Profesional.
- Integrar dicha Técnica Preventiva en el proceso productivo y complementar las normas de gestión de calidad y las normas de gestión medioambiental.

## 2 NORMATIVA RELACIONADA

- R. D. 485/1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- R. D. 486/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- R. D. 1627/1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- R. D. 1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 773/1997 sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

- Estatuto de los Trabajadores.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Ley 32/2006 sobre la regulación de la subcontratación en el sector de la construcción.
- R.D. 1215/1997 por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

# 3 Aplicación de la seguridad en el proceso constructivo

## 3.1 Interferencias con instalaciones y canalizaciones de servicios.

Antes de comenzar la obra, el jefe de obra dispondrá en la obra de los planos de las diferentes canalizaciones e instalaciones que puedan discurrir por la zona donde actuar, así como de las tensiones de las instalaciones. Esta información se solicitará bien a las compañías responsables de las instalaciones.

**a. Tendidos aéreos**:

- Electricidad
- Telefonía

**b. Redes Subterráneas:**

- Electricidad
- Telefonía
- Canalizaciones de agua
- Canalizaciones de gas
- Saneamiento

Durante la realización de las obras se procurará mantener simultánea la circulación del tráfico general. En los trabajos que esto no sea posible, se procederá al corte general de la calzada, que se deberá solventar, en cada caso, mediante soluciones provisionales, debidamente señalizadas.

## 3.2 Acopio y utilización de sustancias peligrosas

En la obra a la que se refiere este Estudio de Seguridad y salud es previsible encontrar los siguientes productos:

- Combustibles.

- Cemento
- Desencofrantes
- Hormigón

### 3.2.1 Fichas de datos de seguridad y productos químicos

En todas las instalaciones debe existir un dossier (carpeta) con las fichas de seguridad de los productos químicos empleados. El índice de esta carpeta contendrá un listado de las fichas contenidas en su interior con la fecha de última revisión. Dicho registro puede ser informático.

Se revisará periódicamente la existencia de estas fichas en las inspecciones de seguridad.

El responsable de la instalación (jefe de obra) debe asegurarse de tener la ficha de seguridad, a la entrada de un nuevo producto.

En caso de encontrarse un producto del cual no se tenga ficha, ésta debe pedirse directamente proveedor del producto.

**NORMAS BÁSICAS DE MANIPULACIÓN**

Seguir la información que al respecto se indica en la etiqueta de los envases y en las fichas de seguridad de los productos empleados. Disponer de la ficha de seguridad del producto a emplear y leerla antes de la primera utilización. Si existen, se seguirán las instrucciones de utilización del proveedor.

Mantener unas buenas condiciones de orden y limpieza.

Hacer uso de la extracción localizada y mantener una adecuada ventilación general, si durante la operación existen desprendimientos de gases o vapores o formación de polvo.

Cuando se puedan producir derrames, llevar a cabo la operación en lugares específicos que garanticen una recogida de estos a lugar seguro y en condiciones de ventilación adecuadas.

Evitar, en la medida de lo posible, el trasvase de productos químicos. Si ello no es posible, realizarlo a velocidades lentas, en una zona bien ventilada, disponiendo de control de derrames y limitando las operaciones manuales a las mínimas posibles.

No tocar con las manos los productos químicos, ni comer, fumar, beber, etc. durante su manipulación.

Mantener los productos lejos de alimentos, bebidas o tabaco.

Antes de cada pausa lavarse las manos. Al terminar el trabajo, ducharse o lavarse. Los productos de limpieza, así como los de cuidado de la piel, en ningún caso serán agresivos.

Lavar la ropa manchada o humedecida previamente a su reutilización.

Conservar el etiquetaje de los recipientes. Etiquetar debidamente las soluciones preparadas. Emplear envases adecuados al tipo de riesgo que presenta cada producto.

Mantener los recipientes cerrados herméticamente.

Al reutilizar envases, asegurarse de eliminar la etiqueta original (arrancándola o pegando encima otra pegatina que cubra completamente la original).

Queda prohibido utilizar garrafas de agua o similares para contener combustibles. Éstos se almacenarán en recipientes homologados y en buen estado.

Limpiar los envases que se vayan a reutilizar, cuando vayan a contener un producto distinto.

Seguir las instrucciones reflejadas en la ficha de seguridad para la correcta eliminación de residuos químicos (se depositarán en recipientes adecuados, en función de su peligrosidad, hasta su eliminación).

Utilizar los EPI indicados en la ficha de seguridad del producto (gafas, guantes, máscaras, pantallas de protección, calzado impermeable, etc.).

Seguir las pautas reflejadas en la ficha de seguridad para una adecuada actuación en caso de incidente, accidente o emergencia (incendio, explosión, derrame, proyección, salpicadura, quemadura, etc.).

Se dispondrá de agua corriente en aquellos lugares de trabajo en los que sea habitual el empleo de productos químicos.

Cuando se haga mantenimiento de maquinaria en obra, se dispondrá de agua limpia en un lugar cercano.

En el caso de trabajar con productos inflamables, se dispondrá de extintor cercano de la clase y tipo recomendados en la ficha de seguridad de los productos empleados.

En el caso de productos con riesgo de incendio y explosión:

- Se dispondrá de extintor cercano de la clase y tipo recomendados en la ficha de seguridad de los productos empleados.
- Si durante la operación existen desprendimientos de gases o vapores que puedan generar una atmósfera explosiva, se debe llevar un control, mediante exposímetros, de las concentraciones ambientales de los mismos.

- Realizar una profunda limpieza (eliminación de residuos) de los equipos que hayan contenido este tipo de productos químicos, antes de realizar las mismas tareas de mantenimiento o reparación, especialmente en caliente.
- Evitar la generación de cargas electrostáticas en el llenado y trasvase de dichos productos químicos (control de la velocidad de trasvase, llenado de los recipientes mediante tubo sumergido, restringir en tamaño los recipientes de plástico, etc.).
- No utilizar productos inflamables o explosivos cerca de una fuente de calor, de una superficie caliente, de chispas o de una llama sin protección. NO FUMAR.

### 3.2.2 Normas básicas de almacenamiento

Agrupar los productos químicos por el tipo de riesgo que presentan, con el fin de evitar el almacenamiento conjunto de productos incompatibles.

Mantener unas condiciones adecuadas de ventilación, temperatura y luminosidad.

Es conveniente reducir el stock al mínimo posible, cumpliendo siempre la normativa aplicable en su caso.

En la medida de lo posible, conservar los productos en su envase de origen y bien cerrados.

Garantizar que todos los productos almacenados estén adecuadamente identificados / etiquetados.

En instalaciones fijas, utilizar cubetos de retención o baldas inclinadas con recogida de fugas o derrames de producto químico. El suelo deberá ser impermeable para evitar su filtración y propagación.

Las estanterías deberán ser de un material adecuado a los productos químicos almacenados (no serán de madera). Son recomendables las metálicas.

Revisar las áreas de almacenamiento periódicamente para detectar posibles anomalías y proceder a subsanarlas de forma inmediata.

Disponer de materiales de absorción adecuados (tierra, arena o similar, nunca serrín) para la recogida de posibles fugas y derrames.

Los envases pesados, así como ácidos y bases, se deben colocar en los estantes más bajos.

Alejar los reactivos sensibles al agua de las tomas o conducciones de la misma.

No almacenar envases de plástico al aire libre.

Los productos químicos serán revisados periódicamente, al menos una vez al año. Aquellos cuya vida útil haya expirado, estén deteriorados o se encuentren en recipientes con fugas, deberán ser retirados en condiciones de seguridad.

Garantizar unas condiciones adecuadas de orden y limpieza.

Vigilar que las vías de acceso y de tránsito, así como las vías de evacuación y las salidas de emergencia se mantienen, en todo momento, libres de obstáculos y correctamente señalizadas.

En las obras, establecer un lugar seguro para el almacenamiento de los productos químicos:

Cerrado y cubierto: por ejemplo, casetas específicas.

Alejado de zonas de producción, de lugares ocupados por personas y de otras áreas de almacenamiento, así como de zonas con posibles riadas, deslizamiento del terreno, etc. que puedan aumentar el riesgo de los productos almacenados.

En el caso de productos inflamables y explosivos:

- Almacenar estos productos separados de otros productos químicos, sea cual sea su naturaleza.
- En el caso de envases de gran tamaño deberán almacenarse preferentemente en el exterior.
- Almacenar las sustancias oxidantes alejadas de la caseta de almacenamiento y de las zonas de tránsito, preferentemente en zonas de almacenamiento aisladas.
- Colocar un anuncio bien visible de prohibido fumar y encender fuego.

### 3.2.3 Actuaciones generales

**FUGAS O DERRAMES:**

Revisar la ficha de seguridad del producto químico con el fin de conocer sus riesgos.

Evitar la extensión de la fuga o derrame mediante el uso de absorbentes (arena o similar), siempre que sea posible. En caso de derrames accidentales se actuará conforme a lo recogido en la ficha de emergencia ambiental correspondiente:

- Sobre suelo asfaltado: recogida con absorbentes (si es aplicable) y gestión como residuo peligroso
- Sobre suelo desnudo: recogida de la tierra contaminada y gestión como residuo peligroso.

- Sobre el agua: recogida con absorbentes específicos para su uso en agua o recogida del agua contaminada con una bomba. Posterior gestión como residuo peligroso.

Si el producto es inflamable, prohibir fumar y evitar cualquier chispa o llama. Tener especial precaución al manipular elementos metálicos (abrir y cerrar puertas metálicas, por ejemplo) que puedan generar fricción y por lo tanto chispa.

Aumentar la ventilación, vigilando que ésta no suponga un riesgo de generar llama o chispa cuando el producto sea inflamable.

Si la fuga o el derrame es importante, sale al exterior o llega a cauce público, avisar urgentemente a los servicios externos o, en su caso, activar el plan de emergencias exterior. Acordonar la zona y evitar el paso de maquinaria y de personas.

**INCENDIOS O EXPLOSIONES:**

Si se trata de un conato de incendio, intentar controlar la situación mediante recursos propios de la empresa.

Si la emergencia no puede ser controlada y adquiere mayor importancia, avisar a los medios externos o, en su caso, activar el plan de emergencias exterior.

En todo momento debe primar la seguridad del trabajador y se deben utilizar los EPI adecuados.

**PRODUCTOS CERÁMICOS Y MATERIAL EN SACOS PALETIZADO**

No se descargará ningún material que no venga paletizado, o en bateas o recipientes que impidan su caída.

Si es descargada por una grúa diferente a la del transportista, el gruista será ayudado por el transportista, para equilibrar y desplazar la carga.

El trabajador encargado del amarre de los materiales se cerciorará de que los elementos utilizados para el amarre, eslingas, cadenas, ganchos, etc. están perfectamente asegurados, antes de dar la orden de movimiento al gruista.

**CARGA Y DESCARGA DE MATERIAL VOLUMINOSO.**

Se recomienda que la altura de la carga no sobrepase la altura de los hastiales de la caja del camión, (las empresas suministradoras deben disponer de Evaluación de Riesgos referentes a estos trabajos, donde deben haber contemplado este aspecto) de lo contrario si es necesario que acceda algún trabajador sobre el material, para hacer los enganches a grúa, deberá usar arnés y sujetase a un punto fijo de la estructura del camión o de los propios materiales cuando estos sean lo suficientemente resistentes.

El fabricante deberá prever los puntos de los que deberán agarrase los distintos elementos.

El acopio de los materiales será estable, evitando derrames o vuelcos y no superará la altura que para cada caso especifique el suministrador o fabricante del material. No se permitirá el acopio de materiales sobre taludes o situaciones semejantes que aporten inestabilidad para el acopio.

Como se ha dicho, la altura del acopio será la definida por el suministrador o fabricante para garantizar su estabilidad. En todo caso, esta altura será tenida en cuenta con posterioridad una vez se precise el transporte o la utilización de los materiales acopiados. En este sentido, no se permitirá que los trabajadores se encaramen sobre alturas de material acopiado en la medida en que la situación comentada implique que los trabajadores se vean expuestos a riesgo de caída al mismo o distinto nivel.

**Equipos de protección individual.**

- Gafas de protección contra salpicaduras.
- Guantes, calzado y ropa de protección según la parte expuesta.
- Equipos de protección respiratoria.

En todos los casos se elegirán los EPI en función de lo especificado en la ficha de seguridad del producto. En la utilización se seguirán las instrucciones de uso del fabricante.

# 4 MODELO DE ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD EN LA OBRA.

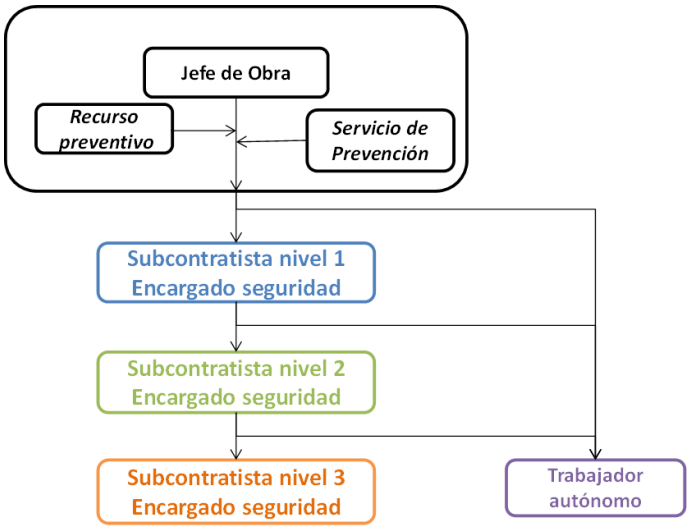
## 4.1 Organigrama preventivo de obra

El jefe de obra de los trabajos que ejecutará **¡Error! No se encuentra el origen de la r eferencia.**es el interlocutor y seguirá las direcciones de ejecución de obra de la dirección facultativa.

**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** dispondrá en obra de un recurso p reventivo permanente que organizará y coordinará (como apoyo al jefe de obra) los trabajos de las diferentes fases de obra para evitar las interferencias que puedan surgir entre unos y otros trabajos. El recurso preventivo será designado por escrito antes del inicio de obra y posera una formación de Nivel Básico de Prevención para el sector de la construcción.

En caso de que por circunstancias de la obra se **¡Error! No se encuentra el origen de la r eferencia.** subcontratase algún trabajo, cada una de las empresas subcontratadas deberá nombrar un recurso preventivo o encargado de seguridad que coordinará los trabajos a través del recurso preventivo del contratista

El organigrama preventivo de la obra quedaría por tanto según el siguiente esquema:




### 4.1.1 Funciones de la organización interna de la obra

**Jefe de Obra.**

- Aplicar los principios de acción preventiva (diseñar procesos constructivos seguros, disponer de medios de protección colectiva e individual, etc).
- Elaborar el Estudio de Seguridad y Salud conforme a los procesos constructivos a desarrollar y posibles modificaciones, con el asesoramiento del Técnico de Prevención.
- Cumplir y hacer cumplir lo establecido en el PSS.
- Cumplir y hacer cumplir la normativa del PRL.
- Facilitar la formación e información a los trabajadores.
- Atender las indicaciones del Coordinador de Seguridad y Salud.
- Atender las indicaciones de los Comités de Seguridad y Salud y/o Delegados de Prevención (en caso de que existiesen).
- Constituir y establecer la comisión de coordinación de Seguridad y Salud.
- Atender las indicaciones de los Encargados de seguridad y Recursos preventivos.
- Ejercer el control de acceso de trabajadores a la obra, autorizando o denegando su entrada

**Recurso Preventivo.**

- Vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el Estudio de Seguridad y Salud y comprobar la eficacia de estas y dar parte de las deficiencias y/o necesidades al Jefe de Obra.
- Promover el interés y cooperación de los trabajadores en orden a la seguridad y salud en el trabajo.
- Proveer cuanto fuera necesario para que, en caso de accidente, los accidentados reciban la inmediata asistencia sanitaria que requiera su estado.
- Atender correctamente a cuantos representantes de organismos oficiales entren en la obra.
- Facilitar el derecho de consulta y participación de los trabajadores.
- Realizar el control de trabajadores que acceden a obra, mediante el listado de personal en obra
- El nombramiento se documentará

**Encargado de empresas Subcontratistas/ Trabajador designado empresas subcontratistas.**

- Cumplir y hacer cumplir a todo el personal a su cargo la normativa en materia de prevención, lo establecido en el PSS y los principios básicos de acción preventiva.
- Asistir a las reuniones de coordinación de actividades empresariales.
- Formar e informar a sus trabajadores sobre los riesgos y medidas preventivas de sus puestos de trabajo en la obra.
- Aportar la documentación referente a sus trabajadores previos al inicio de los trabajos.
- Informar al contratista sobre las deficiencias y/o necesidades en materia de prevención para garantizar la seguridad de sus trabajadores y los trabajadores del resto de obra por posibles interferencias de trabajos.

### 4.1.2 Presencia de recursos preventivos en la obra

Será necesaria la presencia del recurso preventivo de SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. y también de los recursos preventivos o encargados de seguridad de las subcontratas, en los siguientes supuestos reglamentarios clasificados como ACTIVIDAD O PROCESO PELIGROSO O CON RIESGO ESPECIALES:

| DE APLICACIÓN EN OBRA: | ACTIVIDAD | REGLAMENTO DE ORIGEN SI LO HUBIERA |
|---|---|---|
| ✓ | Trabajos con riesgos especialmente graves de caída desde altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.<br>Durante el montaje/desmontaje de las protecciones colectivas, o cuando la altura de trabajo sea mayor de 6 m o de altura menor, pero en los que la protección del trabajador no pueda ser asegurada totalmente sino mediante la utilización de un equipo de protección individual contra el referido riesgo. | R.D.604/2006 modifica el R.D.39/1997. |
| ✓ | Actividades en las que se utilicen máquinas que carezcan de declaración CE de conformidad por ser su fecha de comercialización anterior a la exigencia de tal declaración con carácter obligatorio, que sean del mismo tipo que aquellas para las que la normativa sobre comercialización de máquinas requiere la intervención de un organismo notificado en el procedimiento de certificación, cuando la protección del trabajador no esté suficientemente garantizada no obstante haberse adoptado las medidas reglamentarias de aplicación. | R.D.604/2006 modifica el R.D.39/1997 |
| ✓ | Trabajos con riesgos eléctricos, en alta tensión o en proximidad de estas.<br>Trabajos en proximidad o presencia de LEA en tensión | Anexo I del R.D.39/1997<br>Anexo II del R.D.1627/1997 |
| ✓ | Cuando se trabaje con maquinaria de obra que deba realizar operaciones y maniobras dificultosas por espacio, visibilidad, duración, riesgo, etc. (presencia de instalaciones aéreas, movimiento de cargas de grandes volúmenes) Cuando se trabaje con maquinaria de elevación de cargas que sea dificultosa la visibilidad de movimientos de la carga o de la maniobra de esta.<br>Cuando el movimiento de cargas o maquinaria pueda afectar al tráfico peatonal o de vehículos, si no se puede trabajar puntualmente dentro de la zona delimitada con la señalización de obra. | |
| ✓ | Cuando los riesgos puedan verse agravados o modificados en el desarrollo del proceso o la actividad, por la concurrencia de operaciones diversas que se desarrollen sucesiva o simultáneamente y que hagan preciso el control de la correcta aplicación de los métodos de trabajo. | |
| ✓ | Todos aquellos que en el seguimiento de la obra se determinen como tal en las vistas de prevención o reuniones de seguridad. | |
| ✓ | De forma previa al inicio de los trabajos para verificar que el tramo a ejecutar esta correctamente señalizado. | |
| | Trabajos con riesgo de sepultamiento o hundimiento | R.D.604/2006 modifica el R.D.39/1997 |
| ✓ | Trabajos en espacios confinados. A estos efectos, se entiende por espacio confinado el recinto con aberturas limitadas de entrada y salida y ventilación natural desfavorable, en el que pueden acumularse contaminantes tóxicos o inflamables o puede haber una atmósfera deficiente en oxígeno, y que no está concebido para su ocupación continuada por los trabajadores. | R.D.604/2006 modifica el R.D.39/1997 |
| | Trabajos con riesgo de ahogamiento por inmersión, salvo lo dispuesto en el apartado 8.a) de este artículo, referido a los trabajos en inmersión con equipo subacuático | R.D.604/2006 modifica el R.D.39/1997 |
| | Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes. | Anexo I del R.D.39/1997<br>Anexo II del R.D.1627/1997 |

| DE APLICACIÓN EN OBRA: | ACTIVIDAD | REGLAMENTO DE ORIGEN SI LO HUBIERA |
|---|---|---|
| | Trabajos con exposición a agentes tóxicos y muy tóxicos, y, en particular, a agentes cancerígenos, mutagénicos o tóxicos para la reproducción, de primera y segunda categoría, según RD 363/1995, de 10 de enero, que aprueba el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, así como Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos. | Anexo I del R.D.39/1997 |
| | Actividades en que intervienen productos químicos de alto riesgo y son objeto de la aplicación del Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas. | Anexo I del R.D.39/1997 Anexo II del R.D.1627/1997 |
| | Trabajos con exposición a agentes biológicos de los grupos 3 y 4, según la Directiva 2000/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de septiembre de 2000, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo (Séptima Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE). | Anexo I del R.D.39/1997 Anexo II del R.D.1627/1997 |
| | Actividades de fabricación, manipulación y utilización de explosivos, incluidos los artículos pirotécnicos y otros objetos o instrumentos que contengan explosivos. | Anexo I del R.D.39/1997 Anexo II del R.D.1627/1997 |
| | Trabajos propios de minería a cielo abierto y de interior, y sondeos en superficie terrestre o en plataformas marinas. | Anexo I del R.D.39/1997 |
| | Actividades en inmersión bajo el agua. Riesgo de Ahogamiento por Inmersión. Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático. | Anexo I del R.D.39/1997 Anexo II del R.D.1627/1997 |
| | Actividades en obras de construcción, excavación, movimientos de tierras y túneles, con riesgo de caída de altura o sepultamiento. Y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos. | Anexo I del R.D.39/1997 Anexo II del R.D.1627/1997 |
| | Actividades en la industria siderúrgica y en la construcción naval. | Anexo I del R.D.39/1997 |
| | Trabajos que produzcan concentraciones elevadas de polvo silicio. | Anexo I del R.D.39/1997 |
| | Trabajos realizados en cajones de aire comprimido | Anexo II del R.D.1627/1997 |
| ✓ | Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados. | Anexo II del R.D.1627/1997 |

***Nota1:*** *Algunas de las disposiciones legales del Anexo I del RSP están derogadas por otras disposiciones más recientes que son las aplicables y exigibles actualmente*

***Nota 2****: Cuando el recurso preventivo que debe vigilar el cumplimiento de las medidas preventivas en caso de «Trabajos peligrosos o con riesgos especiales» (de los que se derivan peligros especialmente graves de caída de altura, sepultamiento, ahogamiento, trabajos en espacios confinados, maquinaria sin marcado CE), cuenta con formación de nivel intermedio o superior, o bien se le ha proporcionado una formación complementaria a la del nivel básico, que esté específicamente referida a uno o varios riesgos relacionados con los que debe vigilar*

### 4.1.3 Realización de trabajos por menores o trabajadores de ett.

No se permitirá en la presente obra la presencia de trabajadores menores de edad o de empresas de trabajo temporal.

## 4.2 Organización de la seguridad en la obra.

### 4.2.1 Comisión de seguridad y salud.

**Creación.**

La Comisión de Prevención o Seguridad se creará cuando, no existiendo Comité de Seguridad y Salud, para facilitar las labores de coordinación de actividades empresariales.

**Composición.**

Los miembros de esta Comisión serán, de forma general y sin perjuicio de cualquier otra composición:

- Por parte de **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**: Jefe de Obra, R ecurso Preventivo y/o Encargado.
- Por parte de la Dirección Facultativa: Coordinador de Seguridad. Esta participación será voluntaria previa invitación por escrito en las convocatorias de las reuniones.
- Por parte de las subcontratas o trabajadores autónomos: trabajador designado de cada una de las subcontratas y/o responsable de ejecución.
- Por parte de los trabajadores, se podrá invitar a los representantes de estos (delegados de prevención o algún trabajador designado entre ellos), para que asista a dichas reuniones.
- Está comisión se constituirá con la firma de la primera acta de reunión. Las subcontratas que intervengan en la obra firmarán también esta acta.

**Funcionamiento.**

- La Comisión de Seguridad se reunirá cada vez que considere necesario jefe de obra, siendo oportuno cuando comience una unidad de obra de importancia en volumen y tiempo, realizada por un subcontratista distinto de los anteriores, y siempre con una periodicidad mínima de dos meses.
- Cada Reunión de la Comisión de Seguridad quedará reflejada en un Acta de Reunión en el que aparecerán los temas tratados y las conclusiones obtenidas.

**Función.**

- La función de esta Comisión es la de coordinación de actividades empresariales y seguimiento del Estudio de Seguridad y salud, y deberá tratar sobre los riesgos y medidas de protección que se emplearán para la ejecución de cada unidad, quien la dispondrá, como puede afectar a cada una de las actividades, tratamiento de los

accidentes producidos en la obra (medidas correctoras), amonestaciones a trabajadores y subcontratas y entrega de Anexos al Plan u otra documentación.

- Se comunicará a través de estas reuniones de las subcontrataciones en la obra al resto de las empresas presentes.
- Además, servirá para, detectar posibles deficiencias durante la ejecución de las unidades, proponer mejoras o modificaciones en la ejecución de unidades o en las medidas de protección utilizadas.
- En la comisión de seguridad y salud se informará de las amonestaciones realizadas a los trabajadores de la obra por incumplimientos de las medidas de prevención.

## 4.3 Coordinación de actividades empresariales.

### 4.3.1 Entre contratas y subcontratas

Junto con la constitución de la Comisión de prevención, se realizará la Coordinación de actividades empresariales mediante la entrega por parte del Contratista a todas las empresas participantes en la obra, y mediante la firma de la adhesión al Estudio de Seguridad de todos los subcontratistas de la obra.

El subcontratista deberá aportar antes del inicio de los trabajos, mensualmente y cada vez que caduque un documento la documentación que se enumera a continuación:

- Certificado de Modalidad Preventiva de la empresa subcontratista
- Datos de su Mutua de accidentes y listado de Centros asistenciales.
- Relación de personal que accederá a la obra con su nº de D.N.I.
- Acreditar que el trabajador esta de alta en la Seguridad Social; Entrega de TC1 y TC2.
- Acreditar que el trabajador es apto según su reconocimiento médico específico para el desempeño de su trabajo.
- Acreditar formación e información de los trabajadores en materia de Prevención de Riesgos Laborales para el desempeño de los trabajos.
- Acreditar la entrega de EPI’s de los trabajadores presentes en la obra.
- Indicar la habilitación de los trabajadores para la realización de trabajos con riesgo eléctrico según R.D. 614/2001 (cuando sea necesario).
- Indicar la designación para el manejo de equipos de trabajo.
- Acreditar que la empresa se encuentra registrada en el R.E.A. (Ley 32/2006)

- Firmar la adhesión al PSS, comprometiéndose a no realizar trabajos que no estén contemplados en el mismo.
- Firma en el libro de subcontratación antes del inicio de la actividad.

Si el subcontratista tiene la necesidad de subcontratar parte de los trabajos adjudicados, previamente deberá solicitar autorización por escrito a **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, donde se indicarán las partidas subcontratadas. El subcontratista de nivel 1 estará obligado a aportar la documentación de la empresa o trabajador autónomo que subcontrate.

Cualquier persona que sea ajena a las empresas participantes en la obra, y que tenga la necesidad de realizar una visita a obra, siempre y cuando no pertenezca a la cadena de subcontratación de la obra seguirá el siguiente procedimiento:

- Antes del acceso a la obra deberá justificar la necesidad de entrar en ella.
- Visitará la obra acompañado de un responsable de obra: jefe de obra, encargado de obra
- Llevará como mínimo los siguientes EPI´s: casco, calzado de seguridad y ropa de alta visibilidad.

La comunicación entre la coordinación de seguridad y salud de la obra y el contratista se realizará a través de las reuniones de la comisión de seguridad, con la entrada de nuevas subcontratas a la obra, siendo válido valido que dicha comunicación se realice de forma telefónica, en las visitas a obra del coordinador, o por correo electrónico cuando dicha subcontratación no hubiera sido comunicada en la comisión de seguridad previa.

#### *4.3.1.1 Entre contratista y otras posibles actuaciones u obras en las zonas afectadas por el proyecto.*

Si durante la ejecución de los trabajos de obra se detectase que hay en las zonas de actuación, empresas realizando otros trabajos de mantenimiento u obras que puedan afectar a las obras de asfaltado o que puedan verse afectadas por las obras de asfaltado, se coordinaran siempre los trabajos una vez se detecte dichas interferencias a través de:

- La información facilitada por el Coordinador de Seguridad y Salud, cuando sean trabajos previstos y comunicados por parte del otro contratista. En este caso:
- Se realizará la entrega del presente PSS a las empresas que realizan dichas actuaciones para informarlas de los tramos, plazos y trabajos durante el periodo de ejecución de la obra y se requerirá la información preventiva necesaria sobre sus trabajos que puedan afectar a la ejecución de la presente obra.

- Cuando las obras no hayan sido comunicadas de forma previa, mínimo se mantendrá en el momento de detectarse una pequeña reunión con los responsables de la obra u actuaciones que se vean afectadas realizándose una visita de seguridad donde deberá quedar reflejada las medidas de coordinación acordadas y los responsables de supervisarlas por ambas partes. Se dará aviso al coordinador de seguridad cuando se detecten dichas interferencias.

## 4.4 Control de accesos a obra

Previamente a la entrada de cualquier trabajador/ empresa a la obra, la empresa subcontratista deberá haber aportado a la empresa contratista con la antelación de 48 h la documentación de dicho trabajador.

Antes de iniciar los trabajos y una vez verificado el cumplimiento documental de la empresa subcontratista, ésta deberá firmar en el libro de subcontratación de la obra.

Todos los días el encargado de obra al inicio de la jornada realizara la charla de “5 minutos de seguridad” con la plantilla de la obra.

Aquellos trabajadores o empresas de las que no se tenga la documentación completa no podrán iniciar los trabajos hasta subsanar dichas deficiencias.

La formación mínima para el acceso a obra de los trabajadores será la específica de su puesto de trabajo según el art 19 de la LPRL y la determinada por oficio y puesto de trabajo según el convenio colectivo de la construcción/metal.

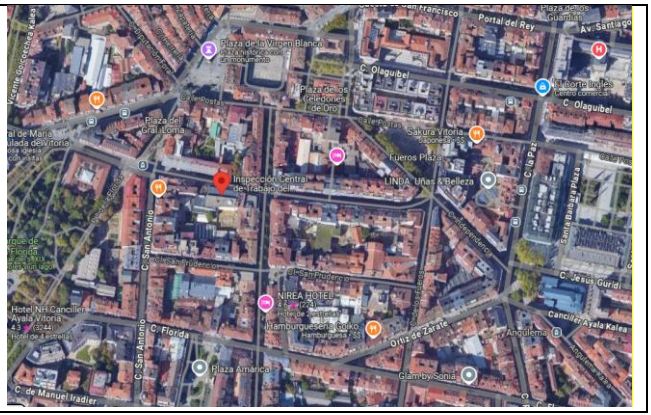
## 4.5 Actuación en accidentes.

### 4.5.1 Actuación de socorro en caso de accidente laboral.

Se seguirán en todo momento las actuaciones previstas en el Plan de Emergencia de este Estudio de Seguridad y Salud.

### 4.5.2 Actuaciones administrativas en caso de accidente.

Los accidentes con baja originarán un parte oficial de accidentes que se presentará en la Entidad Gestora o Colaboradora, en el plazo de cinco días hábiles contados a partir de la fecha del accidente. Los calificados de graves o mortales o que hayan afectado a cuatro o más trabajadores, se comunicarán telemáticamente o a la autoridad laboral en el plazo de 24 horas a partir del siniestro.

| | |
|---|---|
| **Inspección Central de Trabajo del Gobierno Vasco**<br><br>General Alava Kalea, 10, 2, 01005 Vitoria-Gasteiz, Álava, España<br><br>Teléfono: +34 945018000 |  |

Es imprescindible conocer el diagnóstico facultativo antes de transcurridas 24 horas del siniestro, bien sea definitivo o reservado.

Los accidentes sin baja se computarán en la "hoja relación de accidentes de trabajo ocurridos sin baja médica", que será presentada en la Entidad Gestora o Colaboradora en el plazo de los 5 primeros días hábiles del mes siguiente.

**Parte de investigación de accidentes.**

Cuando se produzca un accidente en obra que se realizará la investigación del accidente por el servicio de prevención de la empresa afectada en caso de accidentes graves o muy graves, y por el encargado de seguridad o persona encargada en su empresa en caso de accidentes leves (o sin baja).

El subcontratista estará obligado a facilitar a **¡Error! No se encuentra el origen de la r eferencia.** copia de la investigación del accidente y del parte de asistencia del trabajador a la Mutua de accidentes.

**Estadística de accidentes.**

Los parámetros estadísticos utilizados en prevención serán los siguientes índices:

- IFB: Índice de frecuencia con baja

$$IFB = \frac{\text{Nº Accidentes con Baja}}{\text{Nº horas trabajadas}} * 10^6$$

- IG: Índice de gravedad

$$IG = \frac{\text{Nº Jornadas perdidas}}{\text{Nº Horas trabajadas}} \times 10^3$$

Las empresas subcontratistas estarán obligadas a remitir de forma mensual los datos necesarios para la elaboración de los índices. Del mismo modo se hará cargo de facilitar los mismos datos de sus empresas subcontratistas.

**Actuaciones en caso de accidentes:**

- Siempre que se produzca un accidente/incidente, lo primero que debe realizar el personal que se encuentre en la zona es prestar asistencia al accidentado y asegurar el lugar donde ha ocurrido para evitar mayor peligro. La asistencia al accidentado se realizará en función de la gravedad del accidente según lo establecido en los planes de emergencia/fichas/manuales de emergencia que deben ser conocidos por todo el personal de la empresa.
- En caso necesario se llamará a los servicios de emergencia (112) o bien se remitirá o acompañará al accidentado a la mutua para que sea atendido. Para ello es necesario que el Mando Técnico de Producción (Encargado, jefe de explotación, jefe de obra) o Departamento de personal de la empresa del trabajador accidentado proporcione al accidentado un “parte de asistencia” (soporte papel o electrónico) sin el cual el trabajador no será atendido (no es necesario en accidentes de gravedad).
- El accidente deberá ser comunicado inmediatamente al jefe de obra quien avisará al Técnico de Prevención responsable de la Delegación y al Coordinador de Seguridad de la obra.
- El jefe de obra se personará en el lugar en que se ha producido el accidente con la mayor brevedad posible (en la misma jornada del accidente si pudiera ser) con el fin de obtener los datos sobre el accidente lo más exactos posible. Si esto no fuera viable por razones de situación de la obra, deberá obtener la información lo más detallada posible de los testigos que estuvieran cuando se produjo el accidente, con el fin de poder contrastar las distintas versiones.
- Una vez que el jefe de obra, con ayuda del técnico de PRL, haya recabado toda la información necesaria acerca del accidente, rellenará en todos los casos el Informe de Investigación correspondiente intentando reflejar en él, de la forma más detallada y aproximada posible, la realidad del accidente con toda la información complementaria que se considere de interés. Al informe se anexarán:
    - Fotografías del lugar del accidente siempre que sea posible.
    - Copia de la solicitud de parte de accidente proporcionado por la mutua tras la asistencia donde consta la calificación del accidente (leve, grave, muy grave).

- Documentación complementaria (investigaciones de otras contratas, inscripciones en libro de incidencias, declaraciones de testigos, informes de maquinaria o instalaciones implicadas…)

- Una vez cumplimentado el informe de investigación remitirá copia al Coordinador de Seguridad y Salud.
- El Departamento de Administración/Personal de la empresa del trabajador accidentado realizará la comunicación electrónica de accidentes de accidentes laborales con o sin baja en los plazos establecidos según la legislación vigente.
  - Con baja: Declaración electrónica de accidentes en los 5 días posteriores a la baja.
  - Sin baja: Parte de accidentes sin baja a presentar en los 5 primeros días del mes siguiente.

**NOTA: En caso de accidente, grave, muy grave, mortal o que afecte a más de 4 trabajadores, los pasos (1 a 6) especificados deben completarse como máximo en un plazo de 24h. (Están exentos de esta obligación los accidentes "in itinere".**

## 4.6 Indicaciones para la organización de los turnos de trabajo (trabajos nocturnos).

La organización de los turnos debe incluir entre sus objetivos la protección de la salud de los trabajadores. Para ello deberán seguirse las recomendaciones existentes a este respecto. Se debe emprender una política global en la que se consideren los siguientes factores:

- La elección de los turnos será discutida por los interesados sobre la base de una información completa y precisa que permita tomar decisiones de acuerdo con las necesidades individuales.
- Los turnos deberán respetar al máximo el ciclo de sueño, evitando que el turno de mañana empiece a una hora demasiado temprana. Los cambios de turno pueden situarse, por ejemplo, entre las 6 y las 7h. las14 y las 15h. y las 22 y alrededor de las 23h. Una variable que se debe tener en cuenta es la distancia entre el centro de trabajo y el domicilio de los trabajadores.
- Los turnos de noche y de tarde nunca serán más largos que los de mañana, preferiblemente serán más cortos.

- Disminución del número de años que el individuo realiza turnos, limitación de edad, etc. La OIT recomienda que a partir de los 40 años el trabajo nocturno continuado sea voluntario.
- Reducir, en lo posible, la carga de trabajo en el turno de noche. Programar aquellas actividades que se consideran imprescindibles, intentando evitar tareas que supongan una elevada atención en la franja horaria entre las 3 y las 6h. de la madrugada.
- Dar a conocer con antelación el calendario con la organización de los turnos.
- Establecer un sistema de vigilancia médica que detecte la falta de adaptación y pueda prevenir situaciones irreversibles cuando los trabajos a turnos sean de larga duración.

# 5 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS POR FASE DE OBRA

Para cada riesgo se detallan medidas preventivas a implantar como “Acciones requeridas” en las que se detalla las medidas a tomar para el control del riesgo.

Para la preparación del control del riesgo, es decir la determinación de acciones a tomar, se han tomado de referencia los principios de acción preventiva:

Evaluar los riesgos que no se puedan evitar

- Combatir los riesgos en su origen
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la elección de los equipos y los métodos de trabajo y de producción, con miras, en particular, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos de este en la salud
- Tener en cuenta la evolución de la técnica
- Sustituir lo peligroso por lo que entrañe poco o ningún peligro
- Planificar la prevención, buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores

No se incluyen en este punto aquellas acciones dirigidas a eliminar o limitar los riesgos específicos de cada actividad basada en principios básicos de actuación de los trabajadores, ya que estos principios básicos deben haber sido adquiridos a través de la información, formación y capacitación de dichos trabajadores y llevados a la práctica por los mismos en sus empresas.

Tampoco se incluye el total de las medidas preventivas de aplicación al uso de las máquinas y equipos de trabajo, al considerar que la manipulación de estos y la puesta en práctica de las medidas correspondientes, son realizadas por personal capacitado, con formación suficiente y adecuada para ello.

## 5.1 Acciones frente a los riesgos higiénicos por trabajos en intemperie.

El ambiente térmico es muy variable en función de la época del año, las condiciones atmosféricas, la hora del día y el lugar en el cual se desempeña la tarea. Situaciones de calor intensos pueden ser habituales y es necesario protegerse ante ellas. La tabla siguiente determina unos criterios básicos a considerar para minimizar las consecuencias del calor intenso en las actividades a intemperie.

Medidas básicas de aplicación frente al ambiente térmico:

| TRABAJADOR / LOCALIZACION | MEDIDA |
|---|---|
| **Operadores de máquinas con cabinas climatizadas** | ▪ Las cabinas de las máquinas deberían disponer de sistemas de climatización adaptables.<br>▪ Asignación y utilización de ropa de trabajo adecuada a la estación del año y a la temperatura existente. |
| **Trabajadores** | ▪ Asignación y utilización de ropa de trabajo adecuada a la estación del año y a la temperatura existente.<br>▪ En épocas de calor:<br>  ▪ Los puestos de trabajo tendrán fácil accesibilidad a recipientes con agua potable para su ingestión.<br>  ▪ Se tratará de organizar las tareas para intentar evitar las horas de calor más intenso.<br>  ▪ Cuando se prevean altas temperaturas se deben organizar los trabajos de forma que en las horas de máxima insolación se establezcan turnos de descanso. |

## 5.2 Emplazamiento de la obra.

Esta fase de obra contempla las posibles interferencias y riesgos que pueda generar la obra ante las propiedades colindantes, la implantación de servicios de higiene y bienestar, las interferencias con los servicios afectados (luz, gas, telefonía, tráfico, saneamiento, climatología, tráfico peatonal y medio ambiente).

### 5.2.1 Riesgos detectados

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas al mismo nivel, tropiezos o resbalones.** | ▪ Tropiezos con señales, conos y otros elementos de señalización<br>▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología.<br>▪ Existencia de desniveles en el suelo, juntas de fresado, y aglomerado, ejecución de bordillo etc.<br>▪ Personal ajeno a obra que sobrepasa las barreras de cerramiento y señalización de obra |
| **Atropellos, colisiones, choques, por vehículos.** | ▪ Durante la realización del corte de carril, señalización de obras, su mantenimiento y durante su retirada por la realización de trabajos en calles abiertas a tráfico con circulación de vehículos.<br>▪ Por disminución de la visibilidad debida a su trazado o climatología (nieblas, lluvias, etc.)<br>▪ Imprudencias / accidentes de los Vehículos que circulas por las carreteras afectadas por las obras.<br>▪ Durante los trabajos de señalista y preaviso a conductores.<br>▪ Rotura de cableado aéreo y golpeo del tensor que los mantiene en los trabajadores.<br>▪ Personal ajeno a obra que sobrepasa las barreras de cerramiento y señalización de obra |
| **Desplome** | ▪ Desplome o fallo de las estructuras sobre las que se trabaja (rejillas de ventilación, forjados de aparcamientos subterráneos etc) |
| **Vuelco o caída de vehículos.** | ▪ Incorrecto emplazamiento o ubicación del mismo.<br>▪ Durante la carga y descarga de los camiones de las góndolas de transporte |
| **Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Utilización de herramientas manuales. |
| **Proyección de partículas.** | ▪ De materiales y gravilla presente en la carretera con el tránsito de los vehículos.<br>▪ De materiales desde la cinta de la fresadora, o proyecciones de la barredora |
| **Inclemencias meteorológicas:** Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares, | ▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos. |
| **Inclemencias meteorológicas:** Caídas, sobresfuerzos, hipotermia | ▪ Por trabajos en intemperie en días fríos.<br>▪ Por existencia de placas de hielo. |
| **Inhalación de polvo** | ▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos.<br>▪ Proveniente del fresado y barrido de las calzadas |
| **Inhalación de humos, gases o vapores provenientes de la maquinaria y vehículos.** | ▪ Trabajos en proximidad a vehículos que desprenden gases de combustión.<br>▪ Humos procedentes de las mezclas asfálticas |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Inhalación de gases y sustancias tóxicas** | ▪ Escapes de conducciones de gas.<br>▪ Vertidos de la red de saneamiento<br>▪ Líneas subterráneas de gas no identificadas |
| **Explosiones** | ▪ Líneas subterráneas de gas no identificadas |
| **Ruido.** | ▪ De la maquinara presente en la obra.<br>▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor.<br>▪ Circulación continua de máquinas o vehículos.<br>▪ Operadores de maquinaria y conductores: |
| **Exposición a microorganismos y parásitos.** | ▪ Red de saneamiento |
| **Posturas forzadas y sobreesfuerzos.** | ▪ Trabajos de instalación y transporte de señales<br>▪ Manipulación manual de cargas: postes, vallas metálicas, paneles de señalización, |
| **Contacto eléctrico directo e indirectos** | ▪ Presencia de líneas eléctricas aéreas o subterráneas en servicio<br>▪ Líneas subterráneas en servicio no identificadas |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Bipedestación mantenida durante los trabajos de señalista y paso alternativo de vehículos.<br>▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger, cargar y depositar el material |
| **Agresiones de animales** | ▪ Presencia de animales sueltos |

### 5.2.2 Medidas preventivas

#### *5.2.2.1 Daños sobre propiedades colindantes y tercero*

Se señalizarán los accesos naturales a la obra y se prohibirá el paso a toda persona ajena, colocando banda de señalización.

La señalización será mediante:

- Avisos al público colocados perfectamente y en consonancia con su mensaje.
- Banda de señalización destinada al acotamiento y limitaciones de zanjas, protección con barandillas en caso necesario.
- Indicación y limitación en caso necesario de pasos peatonales y de vehículos.
- Postes soporte para banda de acotamiento.
- Adhesivos reflectantes destinados para señalizaciones de vallas de acotamiento, paneles de balizamiento, maquinaria pesada, etc.

- Valla plástica tipo “masnet” de color naranja, para el acotamiento y limitación de pasos peatonales y de vehículos, zanjas y como valla de cerramiento en lugares poco conflictivos.

Las señales utilizadas podrán ser de alguno de los tipos siguientes:

- TP, señales de peligro.
- TR, señales de reglamentación y prioridad.
- TS, señales de indicación.
- TM, señalización manual.
- TB, elementos de balizamiento reflectantes.
- TL, elementos luminosos.
- TD, elementos de defensa.

Vallas de cerramiento móviles tipo “Julper” o similar.

- Vallas tipo “Posler” o similar.
- Palenques.

Colocación en caso necesario de sostenimientos, apuntalamientos, defensas, etc.

Marquesinas.

Plataformas de paso protegidas.

Toldos o mallas de cerramiento.

#### *5.2.2.2 Conducciones de agua*

Cualquier conducción existente en el emplazamiento de la obra, se identificará antes del comienzo de los trabajos, mediante la información recibida a través de los Servicios encargados del Propietario de aquélla.

Los datos relativos a direcciones y números del teléfono del Propietario se registrarán debidamente y estarán disponibles para las personas que trabajen en la zona afectada. También se tendrán los teléfonos de Bomberos, Protección Civil, Policía, Guardia Civil, Ambulancias y Centros Asistenciales.

Todas las personas con riesgo de verse afectadas por una fuga de agua o rotura de la conducción recibirán instrucciones sobre la conducta a seguir en caso de accidente.

Las zonas de obra que pudieran sufrir anegamientos o inundaciones a consecuencia de posibles pérdidas de una conducción se protegerán con dispositivos de evacuación y drenaje.

Los pasos de máquinas y vehículos sobre la conducción se establecerán en lugares concretos, correctamente señalizados, y se acondicionarán adecuadamente, en función de los vehículos que puedan circular (anchura, carga, etc).

La apertura de zanjas, pozos o cualquier otro tipo de excavación se realizará adoptando las precauciones necesarias para no dañar la conducción.

La excavación final deberá ser manual con el fin de no dañar la conducción.

#### *5.2.2.3 Líneas eléctricas*

Cualquier línea existente en el emplazamiento de la obra se identificará antes del comienzo de los trabajos, mediante la información recibida a través de los Servicios Encargados de la Compañía Eléctrica a que está adscrita dicha línea.

Los datos relativos a direcciones y números de teléfono de la Compañía Eléctrica se registrarán debidamente y estarán disponibles para las personas que trabajan en la zona afectada.

Aquellas personas relacionadas con las instalaciones eléctricas, o las que tengan probabilidad de interferir en la zona de influencia de una línea, recibirán instrucciones sobre la distancia de seguridad a respetar y la conducta a seguir en caso de accidente.

Cuando se produzca un contacto con la línea, o se detecte una avería o rotura de aisladores, conductores, etc, que puedan suponer un peligro inminente para las personas se avisará inmediatamente a los Servicios encargados de la Compañía Eléctrica en cuestión.

La ejecución de cualquier trabajo en tensión quedará reservado exclusivamente, al personal que esté especialmente instruido en las técnicas correspondientes, el cual seguirá los procedimientos previstos en cada caso y utilizarán los medios adecuados en correcto estado de mantenimiento.

En caso de incendio próximo a una línea, se intentará en primer lugar lograr la desconexión de la misma y para combatir el incendio se utilizarán extintores de material dieléctrico con agentes extintores adecuados.

Previamente al comienzo de los trabajos en una línea será requisito indispensable obtener el documento que acredite su consignación por la Compañía Eléctrica correspondiente.

El personal que concluya trabajos en una línea eléctrica solicitará por escrito la desconsignación de la misma, quedando advertido de que a partir de ese momento no

podrá realizar ya ninguna operación en ella considerando que la línea se encuentra de nuevo en tensión.

Las líneas eléctricas que puedan instalarse para el servicio de la obra, y dependiendo de ésta, cumplirán la reglamentación oficial vigente, como si de líneas genéricas se tratara y quedarán encomendadas al cuidado y vigilancia del Servicio Eléctrico de Obra. En concreto se respetarán los límites especificados para las distancias de cruzamiento y paralelismo con otras líneas.

#### *5.2.2.4 Líneas eléctricas aéreas*

**Definiciones**

- Instalación eléctrica: conjunto de los materiales y equipos de un lugar de trabajo mediante los que se genera, convierte, transforma, transporta, distribuye o utiliza la energía eléctrica; se incluyen las baterías, los condensadores y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.
- Trabajos sin tensión: trabajos en instalaciones eléctricas que se realizan después de haber tomado todas las medidas necesarias para mantener la instalación sin tensión.
- Trabajo en tensión: trabajo durante el cual un trabajador entra en contacto con elementos en tensión, o entra en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula.
- Zona de peligro o zona de trabajos en tensión: espacio alrededor de los elementos en tensión en el que la presencia de un trabajador desprotegido supone un riesgo grave e inminente de que se produzca un arco eléctrico, o un contacto directo con el elemento en tensión, teniendo en cuenta los gestos o movimientos normales que puede efectuar el trabajador sin desplazarse.
- Zona de proximidad: espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente esta última.
- Trabajo en proximidad: trabajo durante el cual el trabajador entra, o puede entrar, en la zona de proximidad, sin entrar en la zona de peligro, bien sea con una parte de su cuerpo, o con las herramientas, equipos, dispositivos o materiales que manipula. Considerando que las herramientas u objetos conductores que porte el trabajador se consideran una prolongación de su cuerpo, la distancia que se debe respetar, en relación a la zona de peligro, será la que exista entre ésta y el punto de su cuerpo (u objeto que porte) más cercano a ella.

| $U_n$ | $D_{PEL-1}$ | $D_{PEL-2}$ | $D_{PROX-1}$ | $D_{PROX-2}$ |
|---|---|---|---|---|
| **≤1** | 50 | 50 | 70 | **300** |
| **3** | 62 | 52 | 112 | **300** |
| **6** | 62 | 53 | 112 | **300** |
| **10** | 65 | 55 | 115 | **300** |
| **15** | 66 | 57 | 116 | **300** |
| **20** | 72 | 60 | 122 | **300** |
| **30** | 82 | 66 | 132 | **300** |
| **45** | 98 | 73 | 148 | **300** |
| **66** | 120 | 85 | 170 | **300** |
| **110** | 160 | 100 | 210 | **500** |
| **132** | 180 | 110 | 330 | **500** |
| **220** | 260 | 160 | 410 | **500** |
| **380** | 390 | 250 | 540 | **700** |

**$U_n$=tensión nominal de la instalación (kV).**

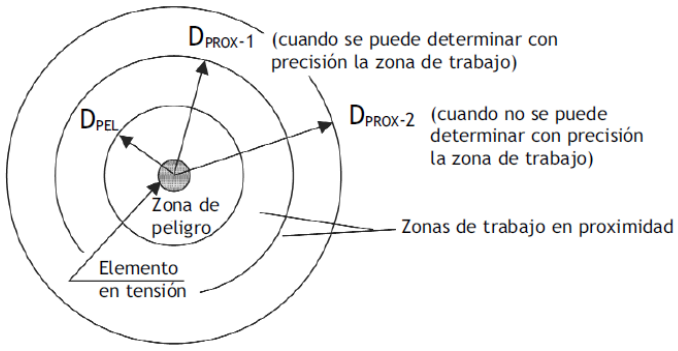
**$D_{PEL-1}$=distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista riesgo de sobretensión por rayo (cm).**

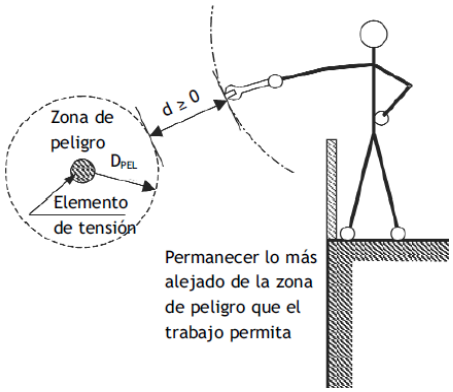
**$D_{PEL-2}$ = distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).**

**$D_{PROX-1}$ =distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización del mismo (cm).**

**$D_{PROX-2}$=distancia hasta el límite exterior de la zona de proximidad cuando no resulte posible delimitar con precisión la zona de trabajo y controlar que ésta no se sobrepasa durante la realización de este).**

**Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.**



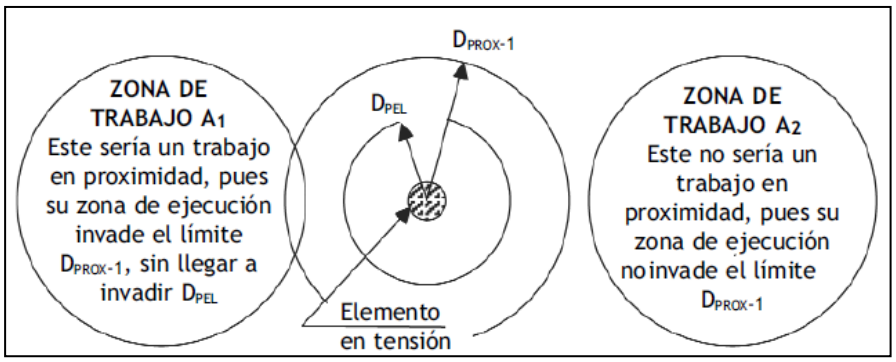




- Trabajador autorizado: trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en el RD 614/2001.
- Trabajador cualificado: trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación

acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.

**Realización de los trabajos:**

Los trabajadores que realicen trabajos en zona de proximidad deben realizar su trabajo, como mínimo, bajo la vigilancia de un trabajador autorizado, quien vigilará los movimientos efectuados por los trabajadores, de manera que pueda anticipar situaciones de peligro y advertir de inmediato al trabajador antes de que éste pueda invadir una zona de peligro.




En el caso de que los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación desde la que pudieran alcanzar la zona de peligro, o a los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberán poner barreras y/o instalar dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo.

Se deberá conocer por parte del jefe de obra, la tensión de la línea antes de realizar trabajos que impliquen posible interacción con la línea eléctrica aérea para poder determinar las distancias de seguridad necesarias. Hasta que no se conozca dicha distancia de seguridad no se iniciarán estos trabajos, o en su defecto se tomara la distancia más desfavorable, es decir, la mayor distancia de seguridad.

Cuando se esté trabajando bajo las líneas de tensión, se recordará a los trabajadores el procedimiento de seguridad, recordándoles que tienen a su disposición el presente Estudio de Seguridad donde vienen cogidos tales procedimientos para su consulta o aclaración de cualquier duda que pudiera surgir.

Queda prohibido levantar basculantes, cargar o descargar camiones fuera de la zona de seguridad, zona de seguridad que se encontrará delimitada por señalización horizontal y gálibos,

El recurso preventivo estará presente durante los trabajos que se realicen bajo la influencia de líneas eléctricas.

Por otra parte, los trabajadores que deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamiento necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión y, antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

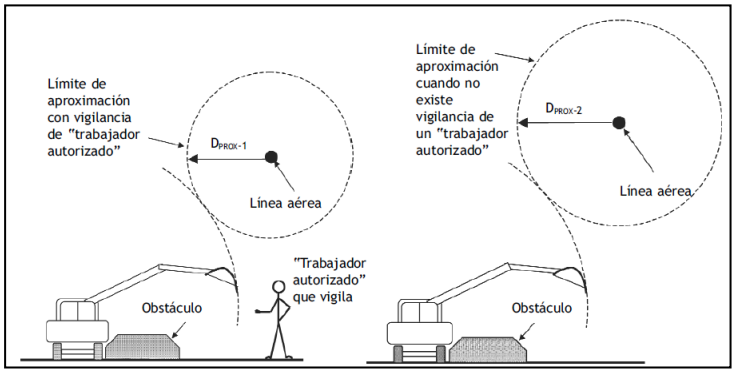
**Trabajos en proximidad:**

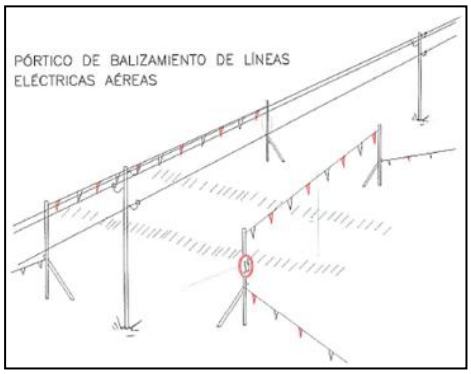
En general, en los trabajos en proximidad de líneas aéreas, cuando se trabaje con máquinas o elementos que puedan aumentar el riesgo de accidente (grúas, palas cargadoras, retroexcavadoras, plataformas elevadoras, etc.) para garantizar que no se invada la zona de peligro, DPEL, se recomienda no sobrepasar el límite DPROX-1, para los "trabajadores autorizados" (o los que trabajen bajo su vigilancia). En el resto de los casos se recomienda no sobrepasar el límite DPROX-2.

En el caso de que los equipos o máquinas tengan que colocarse en una situación desde la que pudieran alcanzar la zona de peligro, o a los elementos en tensión debido a una falsa maniobra, se deberán poner barreras y/o instalar dispositivos que limiten la amplitud del movimiento de la parte móvil del equipo.

Cuando se esté trabajando bajo las líneas de tensión, se recordará a los trabajadores el procedimiento de seguridad, recordándoles que tienen a su disposición el presente Estudio de Seguridad donde vienen cogidos tales procedimientos para su consulta o aclaración de cualquier duda que pudiera surgir.

Queda prohibido levantar basculantes, cargar o descargar camiones fuera de la zona de seguridad, zona de seguridad que se encontrará delimitada por señalización horizontal, gálibos, si se pueden colocar y señales verticales. El recurso preventivo estará presente durante los trabajos que se realicen bajo la influencia de líneas eléctricas.




Por otra parte, los trabajadores que deban manejar o conducir las máquinas o equipos han de recibir la formación y entrenamiento necesarios para trabajar en proximidad de instalaciones eléctricas en tensión y, antes de comenzar los trabajos, deben ser informados de los riesgos existentes en la zona, de los límites de operación, de la señalización y de las restantes medidas preventivas.

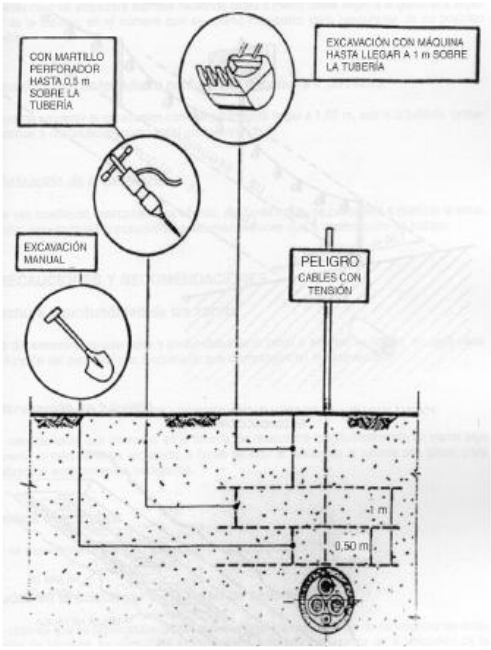
#### *5.2.2.5 Líneas eléctricas subterráneas*

No se requiere realizar excavaciones que puedan implicar la aparición de líneas subterráneas. Es posible que, si las líneas eléctricas subterráneas existentes no cumplen la normativa en cuanto a profundidad, pudiera aparecer alguna línea subterránea no identificada.

Si apareciera una línea eléctrica subterránea durante los trabajos y si se existen dudas sobre si dispone o no de tensión, todos los cables subterráneos se tratarán y protegerán como si fueran cargados con tensión. Nunca se permitirá tocar o intentar alterar la posición de ningún cable subterránea en la obra.

Se evitará tener cables descubiertos que puedan sufrir por encima de ellos el paso de maquinaria o vehículos, así como producir posibles contactos accidentales por personal de obra y ajeno a la misma.

Una vez detectada la instalación, se deberá consultar a la empresa suministradora cual es la potencia de la línea, para establecer cuál es la distancia mínima que deberá guardarse tanto para personas como para maquinaria.




Las distancias mínimas de seguridad para el personal especializado serán:

| Tensión entre fases (Kv) | Distancia mínima (m) |
|---|---|
| Hasta 10 | 0,80 |
| Hasta 15 | 0,90 |
| Hasta 20 | 0,95 |
| Hasta 30 | 1,10 |
| Hasta 45 | 1,20 |
| Hasta 66 | 1,40 |
| Hasta 132 | 2,00 |
| Hasta 220 | 3,00 |
| Hasta 380 | 4,00 |
| Distancias definidas en el Carnet de Prescripciones de Seguridad para Trabajos y Maniobras en Instalaciones Eléctricas de AMYS (UNESA) | |

El personal no especializado que realice trabajos en la proximidad de partes conductoras de líneas de alta o media tensión y utilicen herramientas, aparatos o equipos no podrá trabajar a una distancia inferior a:

- 3 metros, en instalaciones hasta 66.000 voltios
- 5 metros, en instalaciones superiores a 66.000 voltios.

Antes de comenzar los trabajos, se balizará la distancia de seguridad de la línea eléctrica.

Se empleará señalización indicativa de riesgo eléctrico, complementándose, siempre que sea posible, con la indicación de la proximidad a la línea en tensión y su área de seguridad. A medida que los trabajos sigan su curso, se velará porque se mantenga en perfectas condiciones de visibilidad y colocación la señalización anteriormente mencionada.

Se informará a la compañía propietaria inmediatamente, siempre que un cable subterráneo sufra algún daño. En tales supuestos, se conservará la calma y se alejará a todas las personas, para evitar los riesgos que puedan ocasionar accidentes.

No se utilizarán picos, barras, clavos, horquillas u otros utensilios metálicos puntiagudos en terrenos blandos (arcillosos) donde puedan estar situados cables subterráneos. Los trabajadores empleados en los trabajos con posible presencia y riesgo de contacto eléctrico estarán dotados de prendas de protección personal y herramientas aislantes.

En la apertura de zanjas con proximidad de canalizaciones eléctricas subterráneas localizadas (es decir, cuando se conozcan el trazado, la profundidad y buen estado del aislamiento de esta) se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- La ejecución de tareas con retroexcavadora puede realizarse hasta 1 m de la conducción.
- Con martillo rompedor hasta 0,5 m de la conducción.
- Con herramientas manuales el resto, sin golpear, arrastrando los materiales.

Se prohíbe la utilización de cualquier calzado que no sea aislante de la electricidad en proximidad con la línea eléctrica.

En cualquier caso, el Jefe de Obra o persona competente por él designada informará a todas las personas implicadas en el trabajo acerca de:

- El riesgo existente por la presencia de la línea eléctrica.
- El modo de proceder en caso de accidente.

Una vez descubierta y tomadas todas las medidas de protección y sostenimiento de excavación (y de la conducción si aplicara) se procederán con las cinco reglas principales en el orden expuesto:

1. Descarga de la línea.
2. Bloqueo contra cualquier alimentación.
3. Comprobación de ausencia de tensión.
4. Puesta a tierra y en cortocircuito.
5. Evitar cualquier contacto con partes cercanas en tensión

#### *5.2.2.6 Conducciones de gas*

Se trata de un trabajo con riesgo especial y puede detectarse por medio de una cinta plástica de color amarillo que coloca la Compañía Suministradora a una cierta profundidad de la zanja.

Si por cualquier motivo existiera emanación su olor es clásico y el terreno tiende a ennegrecer.

Queda terminantemente prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa dentro del área afectada.

Queda totalmente prohibido manipular o utilizar cualquier aparato, válvula o instrumento de la instalación en servicio.

Antes de emprender una operación de excavación y de una forma general hay que adoptar todas las disposiciones apropiadas a la naturaleza del trabajo a efectuar y a los riesgos que conduce este apartado.

Se debe mantener una vigilancia rigurosa durante el tiempo necesario, o supresión de la línea de gas si interfiere la ejecución de la obra.

Caso que no sea posible el desvío o supresión, se señalizará adecuadamente su traza y profundidad en las zonas que interfiera con áreas de excavación u otros trabajos que pudieran afectar a la línea de gas.

En los trabajos que puedan causar riesgo de emanaciones por contacto directo o indirecto con la línea de gas se extremarán las medidas para evitar riesgo de picado o rotura de la línea.

No se continuarán los trabajos cuando quede al descubierto la canalización. Se avisará al Jefe de Obra quien se pondrá en contacto con la compañía suministradora para que envíe a personal cualificado.

Actuación en caso de fuga de gas, incendio o explosión: en caso de escape incontrolado de gas, incendio o explosión, todo el personal de la obra se retirará más allá de la distancia de seguridad señalada y no se permitirá acercarse a nadie que no sea el personal de la Compañía instaladora

No deben realizarse excavaciones con máquina a distancias inferiores a 0.50 m de la tubería en servicio. Por debajo de esta cota se utilizará la pala manual.

En caso de que exista afección y las tuberías vayan enterradas se actuará según los pasos siguientes:

a) Identificación: Se identificará el trazado de la tubería que se quiere excavar a partir de los planos constructivos de la misma suministrados por la Compañía Suministradora del Gas.
b) Señalización: Se procederá a localizar la tubería mediante detector, marcando con piquetas su dirección y profundidad.

A. Procedimientos de operación:

a) Conducciones enterradas a profundidad igual o menor a 1 metro.

En este caso se empezará siempre haciendo catas a mano, hasta llegar a la generatriz superior de la tubería, se realizarán tantas como se estimen necesarias para asegurarse de la posición de la tubería.

b) Conducciones enterradas a distancia superior a 1 metro.

Se podrá empezar la excavación con máquina hasta llegar a 1 metro sobre la tubería, procediéndose a continuación como en el punto anterior.

Una vez localizada la tubería, se podrá excavar mediante medios mecánicos hasta 0,5 metros de la tubería.

B. Procedimientos de trabajo. Normas de seguridad

Cuando se trabaje en la proximidad de conducciones de líquidos y gases inflamables o cuando sea necesario descubrir las conducciones, se hará especial interés en los siguientes puntos:

a) Comprobación continúa de la existencia de gas en el ambiente. En caso de escapada de gas o incendio, todo el personal de obra se retirará más allá del límite de seguridad señalado, recibiendo solamente instrucciones del personal competente de la Compañía propietaria de la instalación.

b) La zona de trabajo estará vallada y señalizada convenientemente, quedando prohibido fumar o realizar cualquier tipo de fuego o chispa del área afectada, para lo cual se evitará el uso de máquinas de combustión, si no están dotadas de rejillas cortafuegos, suelas de zapatos con herrajes, etc.

c) Tanto los compresores como cualquier tipo de aparato eléctrico (grupo electrógeno, taladro, cortadora, sierra circular, etc.), se colocarán fuera de la zona.

d) Se proveerán y mantendrán todas las luces, cercos y vigilancia para la protección de las obras o para seguridad de terceros cuando el caso lo requiera.

#### *5.2.2.7 Conducciones telefónicas*

Todas las personas con riesgo de verse afectadas por un contacto con la línea recibirán instrucciones sobre la conducta a seguir en caso de accidente.

Cualquier línea existente en el emplazamiento de la obra se identificará antes del comienzo de los trabajos, mediante la información recibida a través de los Servicios Encargados de la Compañía Telefónica.

Los datos relativos a direcciones y números de teléfonos de la Compañía se registrarán debidamente y estarán disponibles para las personas aludidas anteriormente.

Se deben considerar, además, las normas indicadas para líneas eléctricas aéreas y subterráneas que sean de aplicación, para la interferencia con Líneas Telefónicas.

Se mantendrán mínimo 3 m de distancia de seguridad a las líneas telefónicas o de datos aéreas, en previsión a su rotura y golpeo a los trabajadores por el tensor que las sujeta.

#### *5.2.2.8 Interferencias con viales*

Todas las personas con riesgo de verse afectadas por el tráfico de vehículos recibirán instrucciones sobre las medidas de prevención a adoptar y la conducta a seguir en caso necesario.

Deberán disponer de chaleco reflectante.

Cualquier vial existente en el emplazamiento de la obra se identificará y señalizará convenientemente, de acuerdo con la legislación vigente.

El tramo de vial, común al recinto de obra o accesos de la obra se señalizará y/o protegerá convenientemente.

Los trayectos de las máquinas y vehículos de la obra, que necesariamente crucen un vial, se establecerán fijando los lugares de paso obligatorio, previamente autorizados por el Propietario, los cuales dispondrán de la señalización y protección adecuadas.

Dichos lugares de paso se situarán, siempre que sea posible, en zonas de buena visibilidad, tanto para el usuario del vial como para el personal de la obra.

En caso de que por el vial circule tráfico intenso o el movimiento de obra sea notable, se estudiará la posibilidad de asignar señalistas en los puntos de entrada y salida de los cruces.

Se dejarán de forma periódica respetando aproximadamente las distancias entre pasos peatonales existentes, pasos sin riego de emulsión para permitir el cruce de los peatones por las calles.

#### *5.2.2.9 Red de saneamiento*

Cualquier conducción, galería de saneamiento, pozo, arqueta, registro, etc., se identificará antes del comienzo de los trabajos mediante la información recibida a través de los Servicios encargados del Propietario de aquélla.

Los datos relativos a direcciones y números del teléfono del Propietario se registrarán debidamente y estarán disponibles para las personas que trabajan en la zona afectada.

Todas las personas con riesgo de verse afectadas por una fuga de agua, por afección de gases tóxicos, asfixia por falta de oxígeno, recibirán instrucciones sobre la conducta a

seguir. En el caso de trabajo en recintos confinados conocerán la norma de seguridad relativa al trabajo en recintos confinados.

Las zonas de obra que pudieran sufrir anegamientos o inundaciones a consecuencia de pérdidas por roturas de la conducción se protegerán con dispositivos de evacuación y drenajes.

Las aperturas de zanjas, pozos o cualquier otro tipo de excavación se realizarán adoptando las precauciones necesarias para no dañar la conducción.

La excavación final deberá ser manual para no dañar la conducción

#### *5.2.2.10 Naturaleza de los terrenos*

Debido a los trabajos a ejecutar y dado que no requieren grandes movimientos de tierras ni excavaciones, no se prevé que pueda existir afección al terreno ni riesgos derivados de este en condiciones normales.

Se tendrá en cuenta antes de ejecutar cada fase de obra, la existencia de rejillas de ventilación, o existencia de forjados de parquin o túneles de servicio que puedan tener menor capacidad de carga y puedan verse afectados por las vibraciones y pesos de la maquinará que ejecutará la obra.

En caso de detectarse este tipo de instalaciones en las zonas de trabajo se verificará de forma previa al inicio de trabajos la capacidad de carga de dichas superficies y elementos.

#### *5.2.2.11 Climatología*

Cuando las condiciones meteorológicas así lo exijan (viento, tormentas, niebla, etc.) se suspenderán los trabajos.

En determinados casos se adoptarán medidas tales como, circulación de vehículos con luces encendidas.

#### *5.2.2.12 Concentraciones humanas*

Reducción de ruidos, siempre que estos no impliquen disminución de las medidas de seguridad. Se valorará la posibilidad de trabajar con radios para la comunicación entre camiones y fresadora y extendedora, para así poder eliminar la señal acústica mediante claxon de avance o retroceso de estas máquinas.

Limitaciones de horarios.

Eliminación y/o reducción de polvo.

Los conductores de vehículos que atraviesen zonas limítrofes con la obra observarán escrupulosamente el Código de Circulación, en todas sus normas y especialmente en paso de peatones y límites de velocidad.

Lonas o redes para evitar derrames de material.

#### *5.2.2.13 Medio ambiente*

Con estas normas, se pretende aunar las técnicas de prevención de riesgos laborales con el sentimiento de protección del entorno de la obra, importante para ejecutar las obras previstas sin dañar la naturaleza.

Actuaciones básicas de obligado cumplimiento:

- Vertidos.

  Se prohíbe terminantemente el vertido de sólidos y fluidos contaminantes a la red de saneamiento y a los ríos.

  Entre estos productos destacan:

  - Productos procedentes de excavaciones y demoliciones.
  - Rocas, tierras, lodos, restos de fábrica, hormigón, madera, perfiles metálicos, chatarra, despuntes de armaduras, caucho, materiales plásticos, áridos, productos naturales o sintéticos, prefabricados y vidrios.
  - Restos y lavados de plantas o vehículos de transporte de hormigones y asfaltos, productos bituminosos, conglomerantes y aditivos.
  - Detergentes y otros productos químicos utilizados en construcción.
  - Pinturas, disolventes, aceites.
  - Basura.

  Para la retirada de estos desechos de la obra se clasificarán de acuerdo con la normativa al efecto del Organismo Competente de la Comunidad que extenderá el correspondiente justificante de retirada para su archivo en obra.

- Acopios.

  No se puede permitir el acopio de materiales, áridos, tierras, etc., así como el estacionamiento de máquinas y vehículos en zonas afectadas o adyacentes a ríos, cauces, etc.

  Se realizará un plan de acopios, en el que queden bien especificados estos puntos.

- Polvo.

  Estará fresado húmedo para evitar la producción de polvo.

- Humos.

  Se han de tener en cuenta los humos que puedan producirse por escapes de máquinas y vehículos.

  Es antieconómico retrasar el cambio de filtro y puesta a punto de un vehículo por su pérdida de potencia y aumento de consumo de combustible, circunstancias que aumentan la producción de humos.

- Ruidos.

  Se cuidará que las máquinas de obra productoras de ruido, compresores, grupos electrógenos y tractores mantengan las carcasas atenuantes en su posición.

- Deslumbramientos.

  Aunque no se considere un agente contaminante, la luz intensa y mal orientada puede afectar al usuario de las vías públicas y provocar accidentes de tráfico.

  Los focos de alumbrado intenso de obra deben situarse a una altura y posición adecuadas. Su mejor emplazamiento es sobre las torres de elevación hidráulica tipo “Jirafa” con panel de 1,5 Kw que permite iluminar un tajo de movimiento de tierras desde una altura de 8 a 12 metros.

- Basuras.

  La experiencia indica que no es suficiente disponer de un contenedor, tipo bidón con tapa, junto al comedor de obra. Para mantener limpia la obra habrá que disponer varios, en aquellas zonas donde es frecuente encontrar personal que prefiere comer al aire libre.

- Barro.

  En las obras de movimiento de tierras es fácil encontrar barro tras un día de lluvia. Teniendo en cuenta el riesgo de pérdida de control de un vehículo al pasar sobre barro es básica su eliminación, y sobre todo, contemplando la posibilidad de que vehículos de la obra, trasladen en sus neumáticos el barro a los viales públicos. Se adoptarán las medidas oportunas para eliminar este riesgo.

- Flora y Fauna.

Mentalización a todo el personal de obra de mantener una actitud respetuosa con los animales y plantas del entorno y no dañarlos, ni destruir sus nidos cooperando con los servicios de medio ambiente oficiales.

## 5.3 Actuaciones previas

### 5.3.1 Identificación de riesgos

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas al mismo nivel, tropiezos o resbalones.** | ▪ Falta de zonas de acopio de materiales bien delimitadas y señalizadas.<br>▪ Falta de zonas de acopio de escombros y material de desecho.<br>▪ Iluminación insuficiente. |
| **Atropellos, colisiones, choques, golpes o aplastamientos por maquinaria móvil.** | ▪ Interferencia de circulación de vehículos o maquinaria móvil de obra con zonas peatonales tanto en los accesos a la obra, como en el interior.<br>▪ Interferencias de vehículos o maquinaria móvil de obra con peatones ajenos a la obra en aceras y viales adyacentes.<br>▪ Falta de protección y señalización para peatones en los exteriores de la obra.<br>▪ Interferencias entre vehículos, maquinaria móvil de obra, camiones y tráfico rodado en viales adyacentes.<br>▪ Falta de balizamiento y señalización en vías públicas.<br>▪ Iluminación nocturna inadecuada. |
| **Vuelco o caída de maquinaria.** | ▪ Incorrecto emplazamiento o circulación de este. |
| **Golpes o aplastamiento por caída de carga transportada** | ▪ Personal situado en el radio de acción de la maquinaria móvil de elevación de cargas en la instalación de módulos prefabricados, casetas, servicios higiénicos, etc.<br>▪ Personal situado por debajo de la zona de montaje de cualquier otro elemento que se está colocando o montando en altura.<br>▪ Movimientos incontrolados de componentes de la grúa.<br>▪ Solapamientos de grúas de distintas obras. |
| **Vuelco, precipitación de la carga, durante la utilización de la grúa móvil autopropulsada.** | ▪ Manipulación e izado de cargas por grúa móvil autopropulsada. |
| **Caídas a distinto nivel.** | ▪ Trabajos de montaje de elementos de la pluma o la contrapluma.<br>▪ Acceso a aparte superior de casetas de obra<br>▪ Replanteo sobre bordes de los taludes |
| **Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Utilización de herramientas manuales.<br>▪ Contacto con partes móviles de las máquinas: útiles de corte, discos, punteros, etc.<br>▪ Entre las partes de la grúa u otros elementos que se estén montando. |
| **Proyección de partículas.** | ▪ Utilización de herramientas manuales y maquinaria portátil. |
| **Exposición a condiciones de humedad.** | ▪ Presencia de agua en determinadas ocasiones. |
| **Contacto eléctrico directo e indirecto.** | ▪ Trabajos con equipos eléctricos mal aislados o defectuosos. |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Incendio/explosiones.** | ▪ Almacenamiento y manipulación incorrectos de materiales combustibles o inflamables.<br>▪ Falta de recogida y eliminación adecuada de desechos combustibles e inflamables. |
| **Inhalación de polvo:**<br>**Trabajadores.**<br>**Operadores de máquinas.**<br>**Conductores de camiones.** | ▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos.<br>▪ Los propios trabajos de instalación.<br>▪ Operadores de maquinaria y conductores:<br>▪ Falta de estanqueidad de las cabinas de las máquinas. |
| **Intoxicación, asfixia por posible presencia de gases tóxicos en el lugar de trabajo.** | ▪ Trabajos sobre canalizaciones de gas enterradas. |
| **Inhalación de humos, gases o vapores provenientes de la maquinaria y vehículos.** | ▪ Trabajos en proximidad a maquinaria y vehículos que desprenden gases de combustión. |
| **Ruido.** | ▪ Manejo de maquinaria portátil: martillo neumático, radial, etc.<br>▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor.<br>▪ Circulación continua de máquinas o vehículos.<br>▪ Operadores de maquinaria y conductores:<br>▪ Falta de estanqueidad de las cabinas de las máquinas y vehículos de carga. |
| **Estrés térmico por frío o calor.** | ▪ Realización de trabajos en la intemperie durante épocas con temperaturas (altas o bajas)<br>▪ extremas. |
| **Radiaciones ultravioletas.** | ▪ Exposición a la radiación solar en épocas estivales por realizar trabajos en la intemperie. |
| **Vibraciones.** | ▪ Operadores de vehículos.<br>▪ Trabajos con equipos portátiles tales como martillo neumático. |
| **Contactos con tierras o materiales contaminados.** | ▪ De la propia parcela. |
| **Exposición a microorganismos y parásitos.** | ▪ Exposición/contacto con aguas residuales o estancadas, fosa séptica, zanjas filtrantes, etc. |
| **Posturas forzadas y sobreesfuerzos.** | ▪ Trabajos de instalación.<br>▪ Utilización de maquinaria portátil.<br>▪ Manipulación manual de cargas: postes, vallas metálicas, paneles de señalización, etc.<br>▪ Operadores de maquinaria y conductores:<br>▪ Diseños inadecuados de la cabina o de la ubicación de los mandos y controles. |

#### *5.3.1.1 Instalación eléctrica provisional de obra.*

**ASPECTOS GENERALES**

El hecho de tener que disponer de suministro eléctrico para la realización de una obra conlleva a la necesidad imperiosa de habilitar una instalación eléctrica provisional y acometer todas las acciones necesarias para ponerla y mantenerla en funcionamiento.

A tales efectos, se consideran como acciones necesarias a todas aquellas tareas que han de llevarse a cabo antes del comienzo de la obra con el fin de instalar el conjunto de los materiales y equipos mediante los cuales se genere, convierta, transforme, transporte, distribuya, o utilice la energía eléctrica. En este conjunto de materiales y equipos se incluyen los grupos electrógenos y cualquier otro equipo que almacene energía eléctrica.

Antes del comienzo de la obra, las instalaciones eléctricas provisionales existentes deben estar localizadas, verificadas y claramente señalizadas.

### Riesgos más frecuentes.

Los riesgos principales a tener en cuenta son:

- Electrocución.
- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Caída de objetos por derrumbamientos.
- Golpes y/o cortes por objetos y herramientas.

Otros riesgos frecuentes en los trabajos de izado y descarga de materiales son:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personal al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Sobreesfuerzos y posturas inadecuadas.
- Exposición a temperaturas ambientes extremas.

### Medidas preventivas.

Deben tenerse particularmente en cuenta factores tales como, por ejemplo, las características conductoras del lugar de trabajo (posible presencia de superficies muy conductoras, agua o humedad), la presencia de atmósferas explosivas, de materiales inflamables, o de ambientes corrosivos, y cualquier otro factor que pueda incrementar significativamente el riesgo eléctrico.

Cuando las condiciones climatológicas sean desfavorables, no se deben efectuar trabajos en tensión al aire libre, cualquiera que sea el método utilizado. Las principales razones son, entre otras, que: las tormentas pueden originar descargas eléctricas en los conductores con el consiguiente riesgo de sobretensión en la instalación; la lluvia y otras precipitaciones pueden reducir drásticamente el aislamiento de los equipos utilizados; el viento puede

dificultar el control de las distancias de seguridad y afectar a la estabilidad tanto de los trabajadores, como de los equipos de trabajo.

En el caso de tormenta, las descargas por rayo en una línea eléctrica aérea pueden originar sobretensiones que afectan a las instalaciones interiores de la obra que están directamente conectadas a dicha línea. Por esta razón, cuando se dan tales circunstancias, no se deben realizar trabajos en instalaciones interiores.

Las tareas de instalación de material y equipos eléctricos en la obra, así como la necesidad de simultanear estos trabajos tanto con la utilización de equipos de trabajo y herramientas eléctricas, como con la realización de trabajos de verificación y ensayo de las instalaciones eléctricas ejecutadas, hace imprescindible establecer un plan de trabajo específico para evitar las interferencias entre las distintas zonas de trabajo con el fin de garantizar una coordinación adecuada de las actividades que se realizan durante la ejecución de dichos trabajos.

En este sentido, los trabajos se deben organizar de tal forma que en la misma zona de trabajo no se realicen operaciones simultáneas que puedan suponer un riesgo de contacto eléctrico para los trabajadores. Para ello, se ha de respetar el plan de trabajo establecido. En dicho plan se tienen que distinguir los cuatro tipos de actividades siguientes:

- Actuaciones previas de colocación y puesta en obra de materiales y equipos (cuadros eléctricos, equipos de protección, cableados, grupo electrógeno, etc.).
- Mediciones, ensayos, y verificaciones, concebidas para comprobar el cumplimiento de las especificaciones o condiciones tanto técnicas, como de seguridad, necesarias para el adecuado funcionamiento de la instalación eléctrica. Se incluyen las dirigidas a comprobar su estado eléctrico, mecánico, o térmico, eficacia de protecciones, circuitos de seguridad o maniobra, etc.
- Trabajos sin tensión
- Trabajos en baja tensión

### Características de las instalaciones eléctricas en obra:

En el origen de cada instalación debe estar situado el cuadro general de mando y los dispositivos de protección principales.

En las instalaciones de obras, las instalaciones fijas están limitadas al conjunto que comprende el cuadro general de mando y los dispositivos de protección principales.

La obra podrá ser alimentada a partir de varias fuentes de alimentación, incluidos los generadores fijos o móviles, en función de las necesidades de cada fase de obra

En el diseño de la instalación:

- Se han de identificar los sectores de distribución de energía eléctrica en función de las fases de la obra.
- La alimentación de cada sector de distribución y de los aparatos de utilización debe realizarse a partir de cuadros de distribución en los que se integren:
  - Dispositivos de protección contra las sobreintensidades.
  - Dispositivos de protección contra los contactos indirectos.
  - Bases normalizadas para tomas de corriente.
- Se tiene que asegurar la existencia de medios de seccionamiento y corte omnipolar en carga en la alimentación de cada sector de distribución y de todos los aparatos plausibles de utilización. Estos dispositivos de seccionamiento deben poder ser bloqueados en posición abierta (por ejemplo, por enclavamiento o ubicación en el interior de una envolvente cerrada con llave) de forma que existan garantías de que el mismo no pueda ser activado por cualquier persona, sino sólo por la persona que ha realizado el enclavamiento.
- Las medidas de protección contra los contactos directos son preferentemente:
  - Por aislamiento de partes activas.
  - Por medio de barreras o envolventes.

Otros circuitos tales como los que alimentan bombas de elevación, ventiladores, y elevadores o montacargas para personas, cuya continuidad de servicio sea esencial, deben preverse de tal forma que la protección contra los contactos indirectos quede asegurada sin corte automático de la alimentación. Dichos circuitos han de estar alimentados por un sistema automático con corte breve que puede ser de uno de los tipos siguientes:

- Grupos generadores con motores térmicos.
- Baterías de acumuladores asociadas a un rectificador o un ondulador.

Las envolventes, la aparamenta, las tomas de corriente y los elementos de la instalación que estén a la intemperie deben tener, como mínimo, un grado de protección IP45.

El resto de los equipos han de tener los grados de protección adecuados según las influencias externas determinadas por las condiciones de la instalación.

Cada base o grupo de bases de toma de corriente debe estar: protegida por dispositivos diferenciales de corriente diferencial residual asignada igual a 30 mA, como máximo;

alimentada a muy baja tensión de seguridad MBTS; o protegida por separación eléctrica de los circuitos mediante un transformador individual.

**Pautas de actuación en locales de características especiales.**

| LOCALIZACION | MEDIDAS |
|---|---|
| Locales húmedos | ▪ Las cajas de conexión, interruptores, tomas de corriente y, en general, toda la aparamenta utilizada, debe presentar el grado de protección correspondiente a la caída vertical de gotas de agua, IPX1. Sus cubiertas y las partes accesibles de los órganos de accionamiento no han de ser metálicas. |
| | ▪ Los receptores de alumbrado tienen que estar protegidos contra la caída vertical de agua, IPX1 y no deben ser de clase 0. |
| | ▪ Los aparatos de alumbrado portátiles han de ser de la Clase II. |
| Locales mojados | ▪ En estos locales o emplazamientos se tienen que cumplir las condiciones para locales húmedos. |
| | ▪ Para terminales, empalmes y conexiones, se deben utilizar sistemas y dispositivos que presenten el grado de protección correspondiente a las proyecciones de agua, IPX4. |
| | ▪ Se han de instalar los aparatos de mando y protección, así como las tomas de corriente, fuera de estos locales. Cuando esto no se pueda cumplir, los citados aparatos tienen que ser del tipo protegido contra las proyecciones de agua, IPX4, o bien se deben instalar en el interior de cajas que les proporcionen un grado de protección equivalente |
| | ▪ Se debe instalar, en cualquier caso, un dispositivo de protección en el origen de cada circuito derivado de otro que penetre en el local mojado. |
| | ▪ Queda prohibido en estos locales la utilización de aparatos móviles o portátiles, excepto cuando se utilice como sistema de protección la separación de circuitos o el empleo de muy bajas tensiones de seguridad, MBTS (24 V.) |

#### *5.3.1.2 Cuadros eléctricos.*

Se ha de ubicar en un armario con las siguientes características:

- Los cuadros eléctricos (de exterior, interior o móviles) empleados en las instalaciones de una obra deben cumplir lo estipulado en la norma UNE-EN 60.439-4 (conjunto de aparamenta de baja tensión). Dichos cuadros han de tener marcado CE y Declaración CE de Conformidad deben cumplir lo estipulado en la norma UNE-EN 60.439-4 (conjunto de aparamenta de baja tensión). Dichos cuadros han de tener marcado CE y Declaración CE de Conformidad.
- El grado de protección (contra penetración de cuerpos sólidos, polvo y líquidos) de un cuadro eléctrico debe ser de IP 45 (protección contra proyecciones de agua directa). Este mismo grado de protección se exige a las tomas de corriente cuando estén a la intemperie.
- Los cuadros eléctricos que poseen carcasa metálica deben estar dotados de puesta a tierra de la misma.

- Ha de disponer de cerradura cuya llave tiene que estar al cuidado del personal de mantenimiento designado. Se debe mantener la puerta siempre cerrada.
- En un cuadro eléctrico únicamente pueden ser accesibles (sin necesidad de utilizar llave) las tomas de corriente, las manetas y los botones de mando (no los interruptores diferenciales ni los magnetotérmicos).
- En el origen de la instalación se ha de disponer un interruptor general de corte omnipolar, accesible desde el exterior del cuadro eléctrico sin tener que abrir la tapa, que corte la corriente eléctrica a la totalidad de la obra.
- Asimismo, se debe disponer de tantos interruptores magnetotérmicos como circuitos haya disponibles
- Todas las partes activas de la instalación han de estar cubiertas con un sistema de aislamiento adecuado que asegure su inaccesibilidad.
- Las tomas de corriente tienen que estar ubicadas, preferentemente, en los laterales del armario con el objeto de facilitar que éste pueda permanecer cerrado.
- Las bases de enchufe deben disponer de los correspondientes puntos de toma de tierra para asegurar así la adecuada conexión de las distintas máquinas que lo necesiten.
- Los cuadros eléctricos han de disponer de un dispositivo de corte de corriente en carga (interruptor de emergencia) accesible y bloqueable.
- Se tiene que establecer un plan de mantenimiento preventivo de los armarios. Este plan debe incluir el accionamiento periódico del botón de prueba para comprobar que funcionan correctamente los dispositivos de corte (interruptor diferencial y magnetotérmico).
- Los accesos al cuadro eléctrico deben mantenerse, en todo momento, limpios y libres de obstáculos en previsión de facilitar cualquier maniobra en caso de emergencia.

#### *5.3.1.3 Puestas a tierra.*

- Los conductores para puesta a tierra tienen que ir directamente de la toma de corriente al electrodo sin interposición de fusible ni dispositivo de corte alguno.
- En cualquier caso, las dimensiones de los elementos constitutivos de esta instalación de protección, vienen determinadas en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

- Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por barras, tubos, pletinas, conductores desnudos, placas, etc. Las canalizaciones metálicas de otros servicios (de agua, líquidos, gases, etc.) no deben ser nunca utilizadas como tomas de tierra.
- Las tomas de tierra han de ser diseñadas de forma que las posibles pérdidas de humedad del suelo, hielo etc. no aumenten su resistencia por encima del valor previsto. La profundidad no debe ser nunca inferior a 0,50 m. Las conexiones entre cable y picas tienen que ser accesibles para su verificación.
- El valor de resistencia debe ser tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V en local conductor o 50 V en los demás casos.
- Se debe establecer un plan de mantenimiento preventivo con el objeto de asegurar el correcto estado de las puestas a tierra existentes, así como de su adecuación mediante las mediciones correspondientes.

#### *5.3.1.4 Conductores eléctricos*

- Desde el punto de vista de la seguridad en el trabajo, en el tendido de mangueras de alimentación eléctrica hacia las distintas máquinas y debe asegurarse el cumplimiento, como mínimo, de los siguientes aspectos:
- Los cables usados en acometidas e instalaciones exteriores han de ser de tensión asignada mínima 450/750 V, con cubierta de policloropreno o similar; y para instalaciones interiores, de 300/500 V. Ambos aptos para servicios móviles.
- Asimismo, deben colocarse elevados si hay zonas encharcadas.
- Sus extremos han de estar dotados de las correspondientes petacas de conexión normalizadas, asegurando en todo momento su disponibilidad para evitar conexiones directas mediante hilos desnudos.
- En el caso de tener que realizar empalmes, éstos se tienen que realizar por una persona especializada, con elementos normalizados y asegurando unas condiciones de estanqueidad, como mínimo, iguales a las del propio conductor.
- La naturaleza y el espesor de los aislamientos deben estar en relación directa con el valor de la tensión correspondiente a la energía a conducir y con el ambiente.
- En el caso de deterioros del macarrón exterior de un cable debe evaluarse el daño y su posibilidad de reparación. De este modo:

- Si es reparable, se ha de realizar con material auto vulcanizante o similar que asegure unas condiciones de estanqueidad, como mínimo, iguales a las del propio conductor.
- Si las condiciones anteriores no fuesen posibles de cumplir, se tiene que proceder a la sustitución de la manguera eléctrica.

#### *5.3.1.5 Grupo electrógeno.*

En el caso de las obras de construcción, la instalación debe cumplir las normas que establece la ITC-BT-33 en las mismas condiciones que las instalaciones conectadas a la red general. Por lo tanto, deben disponer de, al menos, un conjunto para obras CO normalizado, un grado de protección IP 45 o superior para instalaciones a la intemperie, etc.

- Los grupos electrógenos, como máquinas que son, deben tener su correspondiente marcado CE y declaración CE de conformidad, así como manual de instrucciones del fabricante.
- En general, los grupos electrógenos se han de instalar de forma que los elementos activos del mismo resulten inaccesibles para las personas no especializadas ni autorizadas para su manejo.
- El lugar de ubicación del grupo electrógeno tiene que estar perfectamente ventilado con el fin de evitar atmósferas tóxicas o explosivas. Se debe situar sobre una superficie nivelada, establece inmovilizada.
- El grupo electrógeno ha de estar puesto a tierra en su origen, lo mismo que la carcasa que también tiene que estar conectada a tierra. El neutro del secundario del grupo electrógeno debe estar puesto a tierra mediante una toma de tierra independiente del resto de la instalación eléctrica. En cualquier caso, se ha de tener en cuenta el manual de instrucciones del fabricante para localizar en el grupo electrógeno el punto de la conexión de la masa del mismo a tierra.
- El grupo electrógeno tiene que alimentar a un cuadro general o, preferiblemente, lo puede llevar integrado. Además del aparellaje de uso y protección de toda instalación eléctrica, debe disponer de:
  - Sistema de puesta a tierra de las masas de los receptores eléctricos que se usen, totalmente independiente eléctricamente de la/s puesta/s a tierra del grupo.

- Sistema de protección diferencial acorde a la resistencia eléctrica de la puesta a tierra, con una sensibilidad de 30 mA.

- Toda reparación debe hacerse con la máquina parada y únicamente por personal especializado.



Grupo electrógeno



Dispositivo de parada de emergencia

#### *5.3.1.6 Instalaciones a muy baja tensión.*

Las tomas de corriente y prolongadores utilizados en estas instalaciones no deben ser intercambiables con otros elementos iguales utilizados en instalaciones a tensiones superiores a 50 V en corriente alterna o 75 V en corriente continua.

Las partes activas de los circuitos de MBTS no deben ser conectadas eléctricamente a tierra, ni a partes activas, ni a conductores de protección que pertenezcan a circuitos diferentes.

#### *5.3.1.7 Revisiones e inspecciones.*

Se debe establecer un Plan de Mantenimiento Preventivo (PMP) de las instalaciones eléctricas tanto fijas, como móviles, de una obra que, mediante una planificación de revisiones programadas, aseguren el correcto estado de la instalación, de los elementos que la conforman y de las puestas a tierra.

La puesta en práctica del PMP ha de ser realizada por un Instalador Autorizado que tiene que emitir el correspondiente Certificado de mantenimiento. Debe coordinar, en su caso, con la empresa suministradora y el usuario las operaciones que impliquen la interrupción del suministro.

En el caso de que exista un peligro manifiesto, se ha de dar cuenta inmediatamente de ello al usuario y, en su caso, a la empresa suministradora, y se pondrá la circunstancia en conocimiento del Órgano competente de la Comunidad Autónoma correspondiente en el plazo máximo de 24 horas (ITC-BT-03 – Instalador Autorizado en baja tensión).

#### *5.3.1.8 Acciones sobre ejecución.*

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico debe efectuarse sin tensión salvo en los casos que se indican a continuación:

- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de estas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En el caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido debe asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.
- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija, tales como, por ejemplo, la apertura y cierre de interruptores o seccionadores, la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.

#### *5.3.1.9 Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones.*

**CONSIDERACIONES GENERALES**

Entre los requisitos generales para la realización de maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones existen aspectos comunes a los requisitos que se aplican a los trabajos en tensión. En este sentido, antes de comenzar el trabajo es necesario estudiar una sistemática específica de ejecución que requiere la definición de la secuencia de operaciones a realizar por los trabajadores involucrados.

Las medidas preventivas para la realización de estas operaciones al aire libre deben tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables de forma que el trabajador quede protegido en todo momento.

El método de trabajo empleado, así como los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados han de asegurar la protección del trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales. Entre los equipos y materiales de protección a utilizar frente los citados riesgos se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).

- Los equipos de protección individual (pantallas, guantes, gafas, cascos, etc.).

A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales de trabajo o de protección empleados para la realización de estas operaciones se deben elegir de entre los concebidos para tal fin teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio. Dichos equipos y materiales se han de utilizar, mantener y revisar siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de estas operaciones se tienen que ajustar a la normativa específica que les sea de aplicación.

- Los trabajadores deben disponer de un apoyo sólido y estable que les permita tener las manos libres. Asimismo, han de disponer de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.
- La zona de trabajo tiene que señalizarse y delimitarse adecuadamente siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.
- Entre las tareas y operaciones que se tratan en el presente apartado conviene distinguir las maniobras del resto de los trabajos (mediciones, ensayos y verificaciones):

A. MANIOBRAS:

- Para realizar las maniobras locales, basta con ser trabajador autorizado a diferencia de lo establecido para la ejecución de trabajos en tensión, los cuales sólo pueden ser efectuados por trabajadores cualificados.
- Para cada tipo de maniobra se debe elaborar una sistemática segura de ejecución que contemple lo siguiente:
    - La secuencia de operaciones a realizar.
    - Los equipos auxiliares y los equipos de protección individual requeridos.
    - Las comprobaciones previas de dichos equipos.
    - Los casos que pueden obligar a suspender la ejecución de la maniobra.

B. MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES:

- Las pruebas que pueden llevarse a cabo en las instalaciones y equipos eléctricos son muy variadas: medición de tensiones, de intensidades, de resistencias, de temperatura, de corrientes de fuga, etc., así como ensayos y verificaciones de

aislamiento, de resistencia mecánica, de funcionamiento de dispositivos automáticos de protección, etc.

- Para cada tipo de prueba que suponga un grado relevante de complejidad se debe planificar un procedimiento que garantice su realización de manera segura. Por ejemplo, en principio, no sería necesario planificar un procedimiento para realizar medidas triviales de tensión o de intensidad en un sencillo circuito eléctrico en BT.
- En general, este procedimiento ha de incluir, al menos, lo siguiente:
  - La delimitación y señalización de la zona de trabajo.
  - Los aspectos relacionados con la puesta a tierra.
  - La forma de utilizar los equipos de pruebas.

### Procedimientos generales de actuación para mediciones, ensayos y verificaciones

| PROCEDIMIENTO | ACTUACIONES |
|---|---|
| **Delimitación y señalización de la zona de trabajo.** | ▪ Cuando exista la posibilidad de que otras personas o trabajadores ajenos a las operaciones entren en la zona de trabajo es necesario proceder a la delimitación y señalización de dicha zona. |
| | ▪ La delimitación puede efectuarse bien mediante la colocación de vallas o barreras que impidan el acceso a la zona de trabajo, o bien, por medio del uso de cintas o bandas con colores distintivos en cuyos soportes pueden colocarse señales de peligro y prohibición de acceder a la zona. |
| **Aspectos relacionados con la puesta a tierra.** | ▪ En los procedimientos de ejecución de las pruebas (mediciones, ensayos y verificaciones) es necesario adoptar prácticas seguras para la puesta a tierra de los equipos utilizados en las citadas pruebas. En general, todas las partes conductoras accesibles al trabajador que realiza las operaciones deben ser conectadas a tierra durante el tiempo que dure su ejecución. |
| | ▪ Todos los terminales o bornes puestos a tierra tanto de los equipos usados para realizar las pruebas, como de la instalación que va a ser objeto de ellas, deben ser tratados como elementos en tensión mientras no se compruebe que no lo están. |
| | ▪ Antes de instalar la puesta a tierra es necesario aislar la instalación en pruebas desconectándola de toda fuente de alimentación y suprimiendo la tensión, de acuerdo con el procedimiento descrito en el apartado 6.5.2 para trabajos sin tensión de la presente Sección PRL-IM5. |
| | ▪ Se debe emplear una conexión de puesta a tierra común para los equipos usados en las pruebas y la parte de la instalación en pruebas. |
| | ▪ En el caso de que se emplee algún vehículo en la zona de pruebas, su chasis ha de ser puesto a tierra. La protección contra las tensiones de contacto respecto al vehículo, panel de instrumentos y otras partes conductoras accesibles a los trabajadores, puede ser realizada mediante aislamientos adecuados o mediante una conexión equipotencial. |
| | ▪ Una vez concluidos los trabajos, antes de levantar las restricciones para el libre acceso a la zona es preciso suprimir la tensión de la instalación en pruebas y dejar instalado un equipo de puesta a tierra y en cortocircuito. |

| PROCEDIMIENTO | ACTUACIONES |
|---|---|
| | ▪ En el caso de que la instalación en pruebas posea condensadores de elevada capacidad, antes de instalar la puesta a tierra, estos condensadores deben ser descargados mediante un descargador que posea una resistencia dimensionada para la energía acumulada en los citados condensadores. A continuación, se ha de aplicar una puesta a tierra y en cortocircuito directamente conectada a los terminales de dichos condensadores cuando la energía almacenada en ellos caiga a un nivel en el que se pueda hacer esto de forma segura. |
| **Utilización de los equipos de pruebas.** | ▪ Los terminales o elementos accesibles de los equipos de medida y demás instrumentos utilizados para realizar las pruebas deben estar aislados (por ejemplo, con manguitos aislantes) para proteger a los trabajadores de los riesgos derivados de las tensiones que pueden aparecer en los mismos durante dichas pruebas. |
| | ▪ En general, se ha de evitar tender en la zona de pruebas los cables de los equipos utilizados en ellas, salvo que dichos cables dispongan de un apantallamiento o blindaje metálico (unido en sus extremos a conectores coaxiales apropiados de puesta a tierra), o bien, se utilicen otros sistemas que aseguren una protección equivalente.<br>▪ Por otra parte, en la medida de lo posible, se tienen que ordenar todos los cables de manera que se mantengan separados entre sí los de mando, los de fuerza y los de puesta a tierra. |
| | ▪ En el caso de que los trabajadores deban permanecer en la zona de pruebas durante la ejecución de éstas en tensión, el jefe de trabajo o el responsable de su ejecución debe vigilar su desarrollo y disponer de un medio que le permita la desconexión inmediata de los circuitos de prueba en caso de emergencia. |

C. SUPERVISIÓN DE LAS OPERACIONES:

Se debe asegurar el cumplimiento de la secuencia de operaciones de acuerdo con el procedimiento establecido. Entre otras cosas, se ha de comprobar que:

- El dispositivo de desconexión de la alimentación eléctrica para las pruebas está claramente identificado y es fácilmente accionable en caso de emergencia.
- Las tomas de tierra están claramente identificadas y en buen estado.
- El equipo de protección individual y los de protección auxiliar están en buen estado y se utilizan de forma correcta.
- Los sistemas de señalización y delimitación están correctamente instalados.

D. OTRAS PRECAUCIONES:

- Cuando se realizan pruebas de aislamiento en una instalación es necesario tener en cuenta que puede quedar cargada a la tensión suministrada por el equipo utilizado en las pruebas debido a las capacidades existentes tanto entre los conductores, como entre éstos y tierra. Aunque en la mayoría de los casos esta carga es muy pequeña, debe tomarse la precaución de proceder a su descarga una vez concluidas

las operaciones mediante el procedimiento de puesta a tierra y en cortocircuito descrito en la tabla 6.3 anterior.

- Por otro lado, los trabajadores no han de entrar en lugares donde existan elementos accesibles en tensión si no se dispone de una iluminación adecuada que permita realizar su trabajo de forma segura.
- Para realizar las pruebas en condiciones de seguridad, es necesario disponer de unos niveles de iluminación en la zona de trabajo acordes con las exigencias visuales de la tarea y libre de deslumbramientos.
- Cuando las medidas, ensayos o verificaciones hayan de ser realizadas al aire libre, el procedimiento de ejecución tiene que especificar las circunstancias que determinan la suspensión de los trabajos por poner en peligro la seguridad de los trabajadores, tales como, por ejemplo, la existencia de tormenta, viento o lluvia.
- En todo caso, si durante la realización de las maniobras, mediciones, ensayos o verificaciones tuvieran que ocuparse o pudieran invadirse accidentalmente las zonas de peligro de elementos en tensión circundantes, se debe aplicar lo establecido en el Anexo III para trabajos en tensión o lo establecido en el Anexo V para los trabajos en proximidad del Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

**CONSIDERACIONES PARTICULARES:**

Las consideraciones particulares establecidas a continuación para determinados tipos de intervención se deben tener en cuenta de forma complementaria a las indicadas en las consideraciones generales anteriores, salvo en los casos en los que las modifiquen explícitamente.

Procedimientos complementarios de actuación para maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones:

| | |
|---|---|
| **MANIOBRAS LOCALES.** | **Consideraciones particulares:**<br>▪ El método de trabajo empleado debe prever tanto los defectos razonablemente posibles de los aparatos, como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas (apertura de seccionadores en carga o cierre de seccionadores en cortocircuito).<br>▪ Para la protección frente a los riesgos de arco eléctrico, explosión o proyección de materiales, no es obligatoria la utilización de equipos de protección cuando el lugar desde donde se realiza la maniobra esté totalmente protegido frente a dichos riesgos por alejamiento o interposición de obstáculos.<br>▪ Para las maniobras locales realizadas mediante interruptores o seccionadores se ha |

| | |
|---|---|
| | de tener en cuenta lo siguiente:<br>▪ Seccionadores: pueden abrir y cerrar un circuito cuando es despreciable la corriente a interrumpir o establecer, es decir, cuando no hay cargas conectadas.<br>▪ Interruptores: son capaces de establecer e interrumpir corrientes en las condiciones normales del circuito, comprendidas circunstancialmente las condiciones especificadas de sobrecarga en servicio.<br>▪ Los errores más previsibles en las maniobras realizadas con seccionadores e interruptores se relacionan con dichas limitaciones: apertura o cierre de un seccionador con cargas conectadas y cierre de seccionadores o interruptores con la instalación en cortocircuito. En estos casos, se producirán arcos eléctricos o explosiones que pueden dar lugar a la emisión de radiaciones intensas, proyección de partículas incandescentes y ondas de choque, a las que podría verse expuesto el trabajador. |
| | **Medidas preventivas:**<br>▪ Dentro de las posibles maniobras realizables en las instalaciones eléctricas, las efectuadas mediante aparatos de conexión deben llevarse a cabo teniendo en cuenta las capacidades y limitaciones de los distintos aparatos.<br>▪ Instalar dispositivos automáticos de enclavamiento que impidan la apertura del seccionador con carga.<br>▪ Instalar resguardos entre el aparato de maniobra y el dispositivo de accionamiento manual de manera que, si se produce el arco o la explosión del aparato, se impida que las proyecciones o la onda de choque afecten al operador.<br>▪ Instalar sistemas de accionamiento a distancia en los interruptores automáticos (o que conlleve la existencia de paredes de separación entre el trabajador y el aparato), lo cual evita todo riesgo para el trabajador.<br>▪ En los seccionadores de puesta a tierra y en cortocircuito, instalar dispositivos de enclavamiento automático que impidan su accionamiento antes de haber<br>▪ desconectado la fuente de tensión.<br>. |
| **MEDICIONES ENSAYOS Y VERIFICACIONES** | **Consideraciones particulares:**<br>▪ En los casos en los que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se debe tomar las precauciones necesarias para evitar la realimentación intempestiva de la misma.<br>▪ Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior se ha de tomar precauciones para asegurar que:<br>▪ La instalación no pueda ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.<br>▪ Los puntos de corte tengan un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro.<br>▪ Las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico,<br>▪ cortocircuito o arco eléctrico se adecúan al nivel de tensión utilizado. |

**Medidas preventivas:**

- Esta eventualidad debe estar prevista en el procedimiento de ejecución, de manera que se adopten las medidas oportunas tales como, por ejemplo, trabajar mediante un método de «trabajo en tensión» durante el período de tiempo que dure la desconexión de la toma de tierra.
- De la misma forma, en la planificación del trabajo se ha de tener en cuenta las demás eventualidades.
- Se debe asegurar, especialmente, que el aislamiento existente entre los puntos de corte sea capaz de resistir una eventual aplicación simultánea de tensiones: las de servicio por un lado y las de ensayo por otro, dado que la combinación de dichas tensiones podría llegar a someter al dispositivo a una diferencia de potencial mayor de la que está preparado para soportar.

#### *5.3.1.10 Trabajos sin tensión.*

**CONSIDERACIONES GENERALES:**

Las operaciones y maniobras necesarias para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», así como la reposición posterior de la misma al finalizarlo, las deben realizar trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, han de ser trabajadores cualificados.

**SUPRESIÓN DE LA TENSIÓN:**

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se debe seguir el proceso que se describe a continuación, el cual se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

- 1ª Desconectar.
- 2ª Prevenir cualquier posible realimentación. 3ª Verificar la ausencia de tensión.
- 4ª Poner a tierra y en cortocircuito.
- 5ª Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas anteriores no puede autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se debe considerar en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa puede considerarse que la instalación está sin tensión si se sean completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

## PROCEDIMIENTOS DE TRABAJO SIN TENSIÓN:

| PROCEDIMIENTO | ACTUACIONES |
|---|---|
| **Desconexión** | ▪ La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. |
| | ▪ El aislamiento ha de estar constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento. |
| | ▪ Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deben descargarse mediante dispositivos adecuados. |
| **Prevenir cualquier posible realimentación.** | ▪ Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y ha de colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se tienen que adoptar medidas de protección equivalentes. En el caso de utilizar dispositivos telemandados debe impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando. |
| | ▪ Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta debe desactivarse o ha de actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada. |
| **Verificar la ausencia de tensión.** | ▪ La ausencia de tensión debe verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión ha de comprobarse antes y después de dicha verificación. |
| | ▪ Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se tienen que utilizar dispositivos que actúen directamente en los conductores (pincha-cables o similares), o emplear otros métodos siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico. |
| | ▪ Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión han de ser de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada. |
| **Poner a tierra y en cortocircuito.** | ▪ Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:<br>▪ En las instalaciones de alta tensión.<br>▪ En las instalaciones de baja tensión que, por inducción o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión. |
| | ▪ Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra y han de ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra tienen que colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda. |
| | ▪ Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deben tomarse medidas de protección tales como, por ejemplo, efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.<br>▪ Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, |

| PROCEDIMIENTO | ACTUACIONES |
|---|---|
| | el puente, deben ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.<br>▪ Se han de tomar precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se deben adoptar medidas preventivas apropiadas adicionales<br>▪ Los dispositivos telemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación tienen que ser de accionamiento seguro y su posición en el telemando ha de estar claramente indicada |
| **Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.** | ▪ Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deben adoptarse medidas de protección adicionales, las cuales se han de aplicar antes de iniciar el trabajo según lo dispuesto en el apartado 7 del artículo 4 del Real Decreto 614/2001. |

### *5.3.1.11 trabajos en tensión*

**CONSIDERACIONES GENERALES:**

Los trabajos en tensión deben ser realizados por trabajadores cualificados siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión, que se ajuste a los requisitos indicados a continuación. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deben realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.

El método de trabajo empleado, así como los equipos y materiales utilizados, deben asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto al suyo.

- Entre los equipos y materiales citados se encuentran:
    - Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
        - Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc).
        - Las pértigas aislantes.
        - Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).

- Los equipos de protección individual frente a riesgos eléctricos (guantes, gafas, cascos, etc.)

- Existen tres métodos de trabajo en tensión para garantizar la seguridad de los trabajadores que los realizan:
  - Método de trabajo a potencial, empleado principalmente en instalaciones y líneas de transporte de alta tensión.
  - Método de trabajo a distancia, utilizado principalmente en instalaciones de alta tensión en la gama media de tensiones.
  - Método de trabajo en contacto con protección aislante en las manos, utilizado principalmente en baja tensión, aunque también se emplea en la gama baja de alta tensión.
- Dentro de cada uno de dichos métodos es preciso desarrollar procedimientos específicos para cada tipo de trabajo a realizar. Por ejemplo: sustitución de aislamientos de cadena, conexión o desconexión de derivaciones, sustitución de apoyos, etc.

**METODO DE TRABAJO EN CONTACTO:**

Este método, que requiere la utilización de guantes aislantes en las manos, se emplea principalmente en baja tensión. Para poder aplicarlo es necesario que las herramientas manuales utilizadas (alicates, destornilladores, llaves de tuercas, etc.) dispongan del recubrimiento aislante adecuado conforme a las normas técnicas que les sean de aplicación.

En el método de trabajo en contacto las protecciones aislantes cumplen la misma función que en el método de trabajo a distancia: recubrimiento de conductores y elementos activos, herrajes, aparatos, etc., con los cuales el trabajador pueda entrar en contacto de forma accidental.

Cuando el trabajo se lleve a cabo en instalaciones de baja tensión, las principales precauciones que deben ser adoptadas son las siguientes:

- Mantener las manos protegidas mediante guantes aislantes adecuados.
- Realizar el trabajo sobre una alfombra o banqueta aislantes que, asimismo, aseguren un apoyo seguro y estable.
- Vestir ropa de trabajo sin cremalleras u otros elementos conductores.
- No portar pulseras, cadenas u otros elementos conductores.

- Usar herramientas aisladas, específicamente diseñadas para estos trabajos.
- Aislar, en la medida de lo posible, las partes activas y elementos metálicos en la zona de trabajo mediante protectores adecuados (fundas, capuchones, películas plásticas aislantes, etc.).

#### *5.3.1.12 Equipos de protección individual.*

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Contacto eléctrico.** | Instalador. | | Guantes aislantes y, si es preciso, manguitos aislantes.<br>Pantalla facial para la protección de proyecciones por arco eléctrico.<br>Gafas inactínicas (salvo que la pantalla facial usada lo sea).<br>Casco aislante con barboquejo.<br>Calzado aislante. |

#### *5.3.1.13 Formación e información*

Los trabajadores cuyos cometidos sean instalar, reparar o mantener instalaciones eléctricas deben acreditar una formación y capacitación específica al tipo concreto de trabajo que realicen, además de un nivel de formación en prevención de riesgos laborales adecuado a la normativa vigente y a su puesto de trabajo.

El trabajo en tensión solamente pueden realizarlo trabajadores cualificados especialmente entrenados para ello y utilizando tanto equipos y materiales, como métodos y procedimientos de trabajo, que aseguren su protección frente al riesgo eléctrico de acuerdo con las disposiciones establecidas en el anexo III del Real Decreto 614/2001.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las deben realizar trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, han de ser trabajadores cualificados.

## Formación/cualificación mínima que deben poseer los trabajadores según el Real Decreto 614/2001

| TIPO DE TRABAJADOR | DEFINICIÓN | OPERACIONES QUE PUEDEN REALIZAR |
|---|---|---|
| **Trabajador autorizado** | ▪ Trabajador que ha sido autorizado por el empresario para realizar determinados trabajos con riesgo eléctrico, en base a su capacidad para hacerlos de forma correcta, según los procedimientos establecidos en este Real Decreto.<br>▪ La formación (teórica y práctica) requerida por un «trabajador autorizado» debe capacitarle para realizar de forma correcta los trabajos que vaya a realizar. | ▪ Las operaciones y maniobras necesarias para dejar sin tensión las instalaciones de baja tensión, conforme a los procedimientos establecidos en el Anexo II de este Real Decreto ("Trabajos sin tensión").<br>▪ La reposición de fusibles en instalaciones de baja tensión, en las condiciones señaladas en la letra C) del Anexo III de este Real Decreto ("Disposiciones particulares").<br>▪ Las maniobras en alta y baja tensión, de acuerdo con lo establecido en el Anexo IV de este Real Decreto ("Maniobras, mediciones y ensayos").<br>▪ Las mediciones, ensayos y verificaciones en instalaciones de baja tensión, de acuerdo con los procedimientos establecidos en el citado Anexo IV.<br>▪ Los trabajos en proximidad de elementos en tensión (en baja y alta tensión), de acuerdo con lo establecido en el Anexo V de este Real Decreto ("Trabajos en proximidad").<br>▪ La determinación de la viabilidad de realizar trabajos en proximidad de elementos en tensión en baja tensión, según lo establecido en el citado Anexo V.<br>▪ La vigilancia del cumplimiento de las medidas de seguridad en los trabajos en proximidad, de acuerdo con lo establecido en el citado Anexo V.<br>▪ Los trabajos en instalaciones eléctricas en emplazamientos con riesgo de incendio, de acuerdo con lo contemplado en el Anexo VI de este Real Decreto ("Trabajos en emplazamientos con riesgo de incendio o explosión. Electricidad estática"). |

| TIPO DE TRABAJADOR | DEFINICIÓN | OPERACIONES QUE PUEDEN REALIZAR |
|---|---|---|
| **Trabajador cualificado** | ▪ Trabajador autorizado que posee conocimientos especializados en materia de instalaciones eléctricas, debido a su formación acreditada, profesional o universitaria, o a su experiencia certificada de dos o más años.<br>▪ Esta definición engloba a la anterior: un «trabajador cualificado» debe ser siempre un «trabajador autorizado». Esto significa que un trabajador no puede realizar un trabajo con riesgo eléctrico, aunque tenga conocimientos o formación en materia de instalaciones eléctricas, si no ha sido previamente autorizado para ello por el empresario.<br>▪ En cuanto a la «experiencia certificada», debe ser la empresa o empresas en las que el trabajador ha desarrollado los trabajos con instalaciones eléctricas las que emitan los certificados correspondientes. En el certificado debería indicarse el tipo concreto de instalación o instalaciones en las que el trabajador desarrollaba | ▪ Trabajos de mayor peligrosidad tales como, por ejemplo: trabajos en alta tensión.<br>▪ Los trabajos en tensión, siguiendo un procedimiento previamente estudiado.<br>▪ Trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil por su orografía, confinamiento u otras circunstancias. Estos trabajos deben realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios. |

## Cuadro resumen de operaciones según formación/capacitación mínima de los trabajadores

| | TRABAJOS SIN TENSIÓN | | TRABAJOS EN TENSIÓN | | MANIOBRAS, MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES | | TRABAJOS EN PROXIMIDAD | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Operaciones | Supresión y reposición de la tensión | Ejecución de trabajos sin tensión | Realización | Reposición de fusibles | Mediciones, ensayos y verificaciones | Maniobras locales | Preparación | Realización |
| BAJA TENSIÓN | A | T | C | A | A | A | A | T |
| ALTA TENSIÓN | C | T | C+AE (con vigilancia | C (a distancia) | C o C auxiliado por A | A | C | A o T vigilado por A |

| | TRABAJOS SIN TENSIÓN | | TRABAJOS EN TENSIÓN | MANIOBRAS, MEDICIONES, ENSAYOS Y VERIFICACIONES | | TRABAJOS EN PROXIMIDAD | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | de un jefe de trabajo) | | | | |
| **T= CUALQUIER TRABAJADOR**<br>**A= TRABAJADOR AUTORIZADO**<br>**C= TRABAJADOR CUALIFICADO**<br>**C+AE= CUALIFICADO Y AUTORIZADO POR ESCRITO** | | | | ▪ Los trabajos con riesgo eléctrico en AT no pueden ser realizados por trabajadores de una empresa de trabajo temporal (Real Decreto 216/1999).<br>▪ La realización de las distintas actividades contempladas se debe llevar a cabo según lo establecido en las disposiciones del Real Decreto 614/2001. | | | |

## 5.4 Trabajos de replanteo

Una vez colocada la señalización de obra se comenzarán los trabajos de ejecución. En este apartado se contemplan los riesgos y medidas preventivas de la actividad de replanteo y topografía de apoyo a cada fase de obra.

### 5.4.1 Identificación de riesgos

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas al mismo nivel, tropiezos o resbalones.** | ▪ Tránsito y cruce de calles.<br>▪ Tropiezos con señales, conos y otros elementos de señalización<br>▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología.<br>▪ Suelos con resaltes o zanjas de obra |
| **Atropellos, colisiones, choques, por vehículos.** | ▪ Durante la realización de los trabajos en calles abiertas al tráfico con circulación de vehículos.<br>▪ Realizar trabajos de topografía que implican disponer de puntos de referencia en espacios externos a la zona acotada de obra.<br>▪ Por disminución de la visibilidad en la calzada debida a su trazado o climatología (nieblas, lluvias, etc)<br>▪ Imprudencias / accidentes de los Vehículos que circulas por las carreteras afectadas por las obras. |
| **Golpes o aplastamiento por caídas de carga transportada.** | ▪ Caída de materiales al abrir el furgón por el desplazamiento de las cargas dentro del furgón durante la circulación de éste.<br>▪ Durante la elevación y manipulación de cargas |
| **Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Utilización de herramientas manuales.<br>▪ Colocación de estacas de referencia |
| **Proyección de partículas.** | ▪ De materiales y gravilla presente en la carretera con el tránsito de los vehículos.<br>▪ Proyecciones de fresado<br>▪ Polvo |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Inclemencias meteorológicas:** Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares | ▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos. |
| **Inclemencias meteorológicas:** Caídas, sobresfuerzos, hipotermia | ▪ Por trabajos en intemperie en días fríos.<br>▪ Por existencia de placas de hielo en las calles |
| **Inhalación de polvo** | ▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos.<br>▪ Polvo del fresado |
| **Inhalación de humos, gases o vapores provenientes de la maquinaria y vehículos.** | ▪ Trabajos en proximidad a vehículos que desprenden gases de combustión.<br>▪ Humos de asfalto |
| **Ruido.** | ▪ De la maquinara presente en la obra.<br>▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor.<br>▪ Circulación continua de máquinas o vehículos.<br>▪ Operadores de maquinaria y conductores |
| **Posturas forzadas y sobreesfuerzos.** | ▪ Manipulación manual de cargas: postes, vallas metálicas, paneles de señalización, |
| **Contacto eléctrico directo e indirectos** | ▪ Presencia de líneas eléctricas en servicio |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Bipedestación mantenida durante los trabajos de topografía<br>▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para el marcado de los puntos topográficos |
| **Agresiones de animales** | ▪ Presencia de animales sueltos |
| **Existencia de aguas estancadas o sépticas** | ▪ Rotura de canalizaciones durante la ejecución de los trabajos de obra |

Esta actividad se realiza desde el inicio de la obra hasta su final. Comprende todas las labores, que un equipo de topografía especializado, formado por Topógrafos y ayudantes, realiza para dejar datos físicos y medidas referenciadas en el terreno, definiendo por medio de los replanteos, todos los datos geométricos, para poder realizar las actividades y elementos constructivos que componen la obra. Cuando exista riesgo de atropello para el personal de topografía, se procederá a cortar la circulación, y en caso necesario a realizar los trabajos con el apoyo de un señalista.

Los topógrafos se verán expuestos a los riesgos de las fases de obra que se estén ejecutando en cada momento

### 5.4.2 Medidas preventivas

El atuendo de los operarios será el adecuado a la climatología del lugar, teniendo en cuenta la obligada exposición a los elementos atmosféricos. Se trabajará en zonas con todas las protecciones colectivas instaladas.

Deben evitarse subidas o posiciones por zonas muy pendientes, si no se está debidamente amarrado a una cuerda, con arnés de sujeción anclado a un punto fijo en la parte superior de la zona de trabajo.

Para la realización de comprobaciones o tomas y materialización de datos en zonas de encofrado o en alturas de estructuras y obras de fábrica, se accederá siempre por escaleras reglamentarias o accesos adecuados, como estructuras tubulares y escaleras fijas.

Todos los trabajos que se realicen en alturas, de comprobación o replanteo, han de llevarse a cabo con arnés de sujeción anclado a puntos fijos de las estructuras, si no existen protecciones colectivas.

Debe evitarse la estancia durante los replanteos en zonas donde puedan caer objetos, por lo que se avisarán a los equipos de trabajo para que eviten acciones que puedan dar lugar a proyección de objetos o herramientas mientras se esté trabajando en esa zona.

Para clavar las estacas con ayuda de los punteros largos se utilizarán guantes y punteros con protector de golpes en manos. Se hará uso de gafas para evitar proyecciones de materiales

Deberá evitarse el uso de los punteros que presenten deformaciones en la zona de golpeo, por presentar el riesgo de proyección de partículas de acero en cara y ojos. Se usarán gafas anti proyecciones durante estas operaciones.

En tajos donde la maquinaria esté en movimiento y en zonas donde se aporten materiales mediante camiones, se evitará la estancia de los equipos de replanteo, respetando una distancia de seguridad que se fijará en función de los riesgos previsibles. En casos de necesidad, la posición de los topógrafos y ayudantes se señalará adecuadamente, de manera que sean visibles a los operadores de máquinas y camiones.

Se comprobará, antes de realizar los replanteos, la existencia de cables eléctricos, para evitar contactos eléctricos directos o indirectos con los mismos. En cualquier caso, en las zonas donde existan líneas eléctricas las miras utilizadas serán dieléctricas.

Los replanteos en zonas de tráfico se realizarán con chalecos reflectantes, y con el apoyo de señalistas, así como con señalización de obras, si corresponde.

El equipo se desplazará a los tajos en un vehículo. Este vehículo deberá ir equipado con un botiquín, será revisado con periodicidad. Cuando el vehículo de obra, no sea estacionado correctamente, éste habrá de ser aparcado en un lugar visible para el resto de personas, además de señalizarse y balizarse.

Se colocarán adecuadamente los equipos de topografía en los vehículos de transporte, evitando que puedan moverse y sean causa de lesiones a los propios ocupantes del vehículo.

En todos los trabajos que se realicen en altura, así como en comprobaciones o replanteos de estructuras y obras de fábrica, tendrá que accederse por las escaleras reglamentarias o accesos adecuados, como andamios tubulares con descansillos y barandas o plataformas elevadoras.

No se procederá a realizar las labores de replanteo sin haber instalado las protecciones colectivas correspondientes para salvar huecos y desniveles.

Será obligatorio el uso del casco de seguridad en caso de que exista riesgo de caída de objetos

Se prohíbe la entrada en zanjas y otras excavaciones sin entibación o talud adecuado (en caso de más de 1,30 m de profundidad), o que presente riesgo de desprendimientos o caída de materiales.

No se transitará bajo cargas suspendidas, ni junto al radio de acción de máquinas o vehículos.

En vías se colocará la señalización vial, balizamiento, vallado y defensa necesario para garantizar la seguridad durante las labores de topografía. En caso necesario se trabajará de cara al tráfico, se parará el mismo el tiempo necesario o se colocarán señalistas.

Se colocarán setas de protección en los tochos.

Nunca se sobrepasará la señalización o protecciones colectivas sin haber implantado anteriormente medidas de seguridad complementarias y haberlo comunicado al recurso preventivo de la obra

Todos los tochos y marcas que se dejen en el terreno para indicar los puntos topográficos se colocarán de forma visible para evitar tropiezos, y en caso de ser con tochos metálicos se colocaran setas de protección sobre ellos.

### 5.4.3 Equipos de protección individual

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Caída de objetos y golpes en cabeza.** | General. | Casco. | |
| **Atropellos, choques, colisiones, golpes o** | General. | Chaleco reflectante. | Ropa Alta visibilidad |

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **aplastamientos por maquinaria y vehículos.** | | | |
| **Golpes, atrapamientos, punzonamientos o cortes.** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero. | |
| **Proyección de partículas.** | Operadores de herramientas manuales y maquinaria portátil. | | Gafas anti-proyecciones. |
| **Presencia de agua.** | General. | | Botas impermeables con puntera y plantilla, ropa impermeable de alta visibilidad. |
| **Exposición/contacto con aguas residuales o estancadas, fosa séptica, etc.** | General. | | Botas impermeables con puntera y plantilla, ropa impermeable alta visibilidad, guantes de goma o PVC, mascarilla de protección respiratoria. |
| **Ambiente pulvígeno.** | General. | | Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo. |
| **Ruido.** | General. | | Protector auditivo. |
| **Exposición a agentes biológicos y químicos.** | Terrenos contaminados, equipos con motores de combustión. | | Protección corporal y respiratoria frente a agentes biológicos / químicos. |

## 5.5 Demoliciones

Engloba todas las construcciones, obras de fábrica, etc., que obstaculicen la obra, incluyendo la carga en camión o acopia intermedio para su posterior transporte a vertedero.

Para la demolición se utilizarán principalmente una retroexcavadora con martillo acoplado, o martillo neumático y herramientas manuales.

El material procedente de la demolición se retirará a medida que se genera será cargado en camión o contenedor de obra mediante pala cargadora para su traslado a vertedero.

### 5.5.1 Riesgos laborales

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas al mismo nivel, tropiezos o resbalones.** | ▪ Tropiezos con material de obra y desniveles del terreno<br>▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología. |
| **Atropellos, colisiones, choques, por vehículos.** | ▪ Durante los trabajos en obra por la realización de trabajos con circulación de vehículos.<br>▪ Por disminución de la visibilidad (nieblas, lluvias, etc.)<br>▪ Imprudencias / accidentes de los Vehículos que circulan<br>▪ Poco espacio para la maniobrabilidad de equipos de trabajo y máquinas de movimiento de cargas, transporte o demoliciones |
| **Vuelco o caída de vehículos.** | ▪ Incorrecto emplazamiento o ubicación de este.<br>▪ Carga y descarga de materiales<br>▪ Incorrecta carga de los contenedores de escombro. |
| **Golpes o aplastamiento por caídas de carga transportada.** | ▪ Incorrecto apilamiento / amarre de material durante la descarga.<br>▪ Caída de materiales por maniobrar con viento o por fallo de sistemas de amarre. |
| **Caída de materiales** | ▪ Desprendimientos de materiales en demoliciones, o durante su transporte |
| **Derrumbamiento de acopios** | ▪ Materiales acopiados procedente de la demolición, incorrectamente depositado sobre el contendedor o superficie de acopio. |
| **Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Utilización de herramientas manuales (radial, grupo electrógeno…) y máquinas (pisón) |
| **Proyección de partículas.** | ▪ De materiales y gravilla presente en la carretera con el tránsito de los vehículos.<br>▪ De proyecciones durante la demolición |
| **Inclemencias meteorológicas:** Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares | ▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos. |
| **Inclemencias meteorológicas:** Caídas, sobresfuerzos, hipotermia | ▪ Por trabajos en intemperie en días fríos.<br>▪ Por existencia de placas de hielo. |
| **Inhalación de polvo y gases** | ▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos.<br>▪ Proveniente de las demoliciones<br>▪ Rotura de canalizaciones de gas |
| **Incendios y explosiones** | ▪ Por el uso de maquinaria y herramienta de mano cercanas a parques y jardines.<br>▪ Presencia de combustibles para el uso de equipos de trabajo<br>▪ Uso de herramientas de corte que proyectan material caliente.<br>▪ Contactos con líneas eléctricas subterráneas y aéreas<br>▪ Rotura de canalizaciones de gas |
| **Ruido.** | ▪ De la maquinara presente en la obra.<br>▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor. |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| | ▪ Circulación continua de máquinas o vehículos |
| **Posturas forzadas y sobreesfuerzos.** | ▪ Trabajos manipulados, uso de martillo compresor.<br>▪ Posturas forzadas<br>▪ Trabajos de rodillas |
| **Contacto eléctrico directo e indirecto** | ▪ Presencia de líneas eléctricas en servicio<br>▪ Uso de herramientas eléctricas, vibradores y manipulado de hormigón húmedo |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger, cargar y depositar el material |
| **Vibraciones** | ▪ Procedentes de las herramientas manuales y maquinaria.<br>▪ Vibradores de hormigón |

### 5.5.2 Medidas preventivas

Actuaciones con Servicios afectados se atenderá a lo descrito en el punto 4.2. del Estudio de Seguridad

Se señalizarán y acotarán las zonas de trabajo para evitar la entrada de personas ajenas a los trabajos, así como las zonas de circulación de los vehículos y maquinaria.

Antes de la demolición, se realizará una visita previa de reconocimiento para conocer al detalle la zona a demoler.

Se protegerán los elementos de servicio público que puedan verse afectados por la demolición.

Se realizarán riegos para prevención del polvo.

La carga de los camiones y contenedores será la adecuada para evitar caída de objetos durante el transporte.

Antes del comienzo de los trabajos se consultará con los organismos y compañías de suministro para conocer en detalle la posible existencia de servicios que se pudieran afectar, tomándose, en su caso, las medidas necesarias para la eliminación de riesgos.

Toda la maquinaria empleada mantendrá la distancia de seguridad a las posibles líneas eléctricas existentes, designando la empresa contratista principal a un encargado de comprobar dichas distancias.

Se establecerán zonas de aparcamiento de vehículos y máquinas, así como un lugar para el acopio de materiales, teniendo en cuenta que los productos inflamables y combustibles, queden en un lugar seguro fuera de la zona de influencia de los trabajos.

Se señalarán oportunamente los accesos y recorrido de los vehículos en entradas o salidas a carreteras u otras vías.

Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados por personal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas, en la correcta ejecución de maniobras, e impedirá la proximidad de personas ajenas a los trabajos.

Todo vehículo o maquinaria de movimiento de tierras dispondrá de avisador acústico de marcha atrás y rotativo

Durante el trabajo de máquinas giratorias, no podrá haber nadie en su radio de acción.

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo en perfectas condiciones de limpieza y orden.

No se realizarán con palancas el derribo manual.

Nunca se demolerá con una iluminación menor de los 250 Lux.

Se impedirá el acceso a los tajos al personal no autorizado, mediante barreras y señalizaciones.

Al finalizar la jornada de trabajo no quedarán elementos que presenten dudas sobre su estabilidad.

Se mantendrá el orden y la limpieza en la zona de trabajo

La maquinaria eléctrica estará protegida y poseerá interruptor con toma de tierra diferencial.

El personal que trabaje en esta actividad será informado de los riesgos inherentes a la misma y de los riesgos generales de obra, antes del inicio de los trabajos

### 5.5.3 Equipos de protección individual

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Atropellos** | General. | Ropa de Alta visibilidad y reflectante | |
| **Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes. Contacto con sustancias irritantes, causticas o corrosivas, desprendimiento de materiales** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad. Casco | |
| **Caída de objetos y golpes en cabeza.** | General. | Casco. | |

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Proyección de partículas.** | Salpicadura de gravilla | | Gafas anti-proyecciones. |
| **Inhalación de polvo.** | General. | Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo. | |
| **Ruido.** | Maquinaria y circulación de vehículos | | Protector auditivo. |
| **Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.** | Trabajos a la intemperie. | Ropa de protección contra bajas temperaturas.<br>Calzado de protección contra el frío.<br>Crema de protección. | |
| **Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.** | Transporte y manipulado de barrera | | Faja lumbar bajo prescripción del médico del trabajo/ uso puntual |
| **Vibraciones** | | | Faja lumbar |
| **Contacto con sustancias irritantes** | Contacto con hormigón | Guantes | |

## 5.6 Despeje y desbroce

Consiste en el despeje, desbroce y limpieza del terreno por medios mecánicos y transporte de material sobrante a vertedero o a lugar de empleo (materiales procedentes del desbroce se transportan a los vertederos considerados o bien se acopiarán en caso de que fuera necesario su posterior reutilización).

### 5.6.1 Riesgos laborales

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas al mismo nivel, tropiezos o resbalones.** | ▪ Tropiezos con material de obra y desniveles del terreno<br>▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología. |
| **Atropellos, colisiones, choques, por vehículos.** | ▪ Durante los trabajos en obra por la realización de trabajos con circulación de vehículos.<br>▪ Por disminución de la visibilidad (nieblas, lluvias, etc.)<br>▪ Imprudencias / accidentes de los Vehículos que circulan<br>▪ Poco espacio para la maniobrabilidad de equipos de trabajo y máquinas de movimiento de cargas, transporte o demoliciones |
| **Vuelco o caída de vehículos.** | ▪ Incorrecto emplazamiento o ubicación de este.<br>▪ Carga y descarga de materiales<br>▪ Incorrecta carga de los contenedores de escombro. |
| **Golpes o aplastamiento por caídas de carga transportada.** | ▪ Incorrecto apilamiento / amarre de material durante la descarga.<br>▪ Caída de materiales por maniobrar con viento o por fallo de sistemas de amarre. |
| **Caída de materiales** | ▪ Desprendimientos de materiales durante la ejecución, o durante su transporte |
| **Derrumbamiento de acopios** | ▪ Materiales acopiados incorrectamente sobre el contendedor o superficie de acopio. |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Utilización de herramientas manuales y máquinas |
| **Proyección de partículas.** | ▪ De materiales y gravilla presente con el tránsito de los vehículos.<br>▪ De proyecciones durante la ejecución de los trabajos. |
| **Inclemencias meteorológicas:** Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares | ▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos. |
| **Inclemencias meteorológicas:** Caídas, sobresfuerzos, hipotermia | ▪ Por trabajos en intemperie en días fríos.<br>▪ Por existencia de placas de hielo. |
| **Inhalación de polvo y gases** | ▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos.<br>▪ Proveniente del desbroce.<br>▪ Rotura de canalizaciones de gas |
| **Incendios y explosiones** | ▪ Presencia de combustibles para el uso de equipos de trabajo<br>▪ Uso de herramientas de corte que proyectan material caliente.<br>▪ Contactos con líneas eléctricas subterráneas y aéreas<br>▪ Rotura de canalizaciones de gas |
| **Ruido.** | ▪ De la maquinara presente en la obra.<br>▪ Circulación continua de máquinas o vehículos |
| **Contacto eléctrico directo e indirecto** | ▪ Presencia de líneas eléctricas en servicio<br>▪ Uso de herramientas eléctricas. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger, cargar y depositar el material |
| **Vibraciones** | ▪ Procedentes de las herramientas manuales y maquinaria. |

### 5.6.2 Medidas preventivas

Actuaciones con Servicios afectados se atenderá a lo descrito en el punto 4.2. del Estudio de Seguridad.

En la zona donde se realicen los trabajos solo permanecerá el personal que los lleve a cabo, informando al resto de trabajadores de la prohibición de transitar por estos tajos. Para delimitar el área de trabajo se balizará con la suficiente amplitud para comprender una zona de seguridad, en previsión de que fragmentos o el radio de acción de las maquinas pudieran ocasionar riesgos en espacios mayores.

Para prevenir los riesgos que se pudieran ocasionar a terceras personas ajenas a la obra se colorará la señalización vial necesaria y un operario advertirá la presencia de estos trabajos (a los peatones y vehículos) e indicará los itinerarios a seguir.

Se ordenará la circulación del trafico dentro de la obra, mediante el balizamiento y señalización vial necesaria, estableciendo pasos seguros para los operarios que transiten a pie.

El personal que maneje la maquinaria será especialista en su uso y contara con el permiso de conducir de la categoría correspondiente. Además, seguirá las normas que se incorporan en este Estudio de Seguridad y Salud para cada una de las maquinas.

Los lugares en los que puedan producirse desprendimientos de rocas o árboles con raíces descarnadas, sobre personas, máquinas o vehículos, deberán ser señalizadas, balizadas y protegidas convenientemente. Los árboles, postes o elementos inestables deberán apuntalarse adecuadamente con tornapuntas y jabalcones.

Una vez que se haya verificado que se han cumplido las normas anteriores, que se han colocado las protecciones colectivas, que los trabajadores llevan colocados los equipos de protección individual necesarios, que la señalización se encuentra correctamente colocada y que la maquinaria a emplear cumple con la normativa legalmente establecida y las normas que se indican en este Estudio de Seguridad, podrá autorizar el comienzo de estos trabajos.

Los productos del desbroce se conducirán al lugar de carga mediante el empleo de medios mecánicos o manuales, evitando arrojar estos productos. Los mismos serán evacuados tan pronto como sea posible y, en el caso de tener que evacuarlos en días sucesivos, serán amontonados en aquellos lugares más adecuados advirtiendo su presencia.

En invierno se dispondrá arena y sal gorda sobre los charcos susceptibles de heladas y en verano se procederá al regado previo de las zonas de trabajo que puedan originar polvareda.

Los elementos inestables deberán apearse y ser apuntalados adecuadamente.

Los operarios de las máquinas deberán mirar alrededor para observar las posibles fugas de aceite, las piezas o conducciones en mal estado y verificar que se ha llevado a cabo el mantenimiento necesario de ésta.

Se colocarán topes de final de recorrido para los camiones.

### 5.6.3 Equipos de protección individual

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Atropellos** | General. | Ropa de Alta visibilidad y reflectante | |

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes. Contacto con sustancias irritantes, causticas o corrosivas, desprendimiento de materiales** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad. Casco | |
| **Caída de objetos y golpes en cabeza.** | General. | Casco. | |
| **Proyección de partículas.** | Salpicadura de gravilla | | Gafas anti-proyecciones. |
| **Inhalación de polvo.** | General. | Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo. | |
| **Ruido.** | Maquinaria y circulación de vehículos | | Protector auditivo. |
| **Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.** | Trabajos a la intemperie. | Ropa de protección contra bajas temperaturas. Calzado de protección contra el frío. Crema de protección. | |
| **Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.** | Transporte y manipulado de tierra | | Faja lumbar bajo prescripción del médico del trabajo/ uso puntual |
| **Vibraciones** | | | Faja lumbar |
| **Contacto con sustancias irritantes** | Contacto con plantas. | Guantes | |

## 5.7 Terraplenes y desmontes

En esta unidad se incluye la ejecución de desmontes y terraplén que se realicen para el correcto acondicionamiento y nivelación del terreno para el montaje de las estructuras y la construcción de los viales, tanto interno como de acceso a la planta.

### 5.7.1 Riesgos laborales

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Atropellos, colisiones, choques, por vehículos.** | ▪ Durante los trabajos en obra por la realización de trabajos con circulación de vehículos.<br>▪ Por disminución de la visibilidad (nieblas, lluvias, etc.)<br>▪ Imprudencias / accidentes de los Vehículos que circulan<br>▪ Poco espacio para la maniobrabilidad de equipos de trabajo y máquinas de movimiento de cargas, transporte o demoliciones |
| **Vuelco o caída de vehículos.** | ▪ Incorrecto emplazamiento o ubicación de este.<br>▪ Carga y descarga de materiales<br>▪ Incorrecta carga de los contenedores de escombro. |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caída de materiales** | ▪ Desprendimientos de materiales durante la ejecución, o durante su transporte |
| **Derrumbamiento de acopios** | ▪ Materiales acopiados incorrectamente sobre el contendedor o superficie de acopio. |
| **Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Utilización de herramientas manuales y máquinas |
| **Inhalación de polvo y gases** | ▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos.<br>▪ Proveniente de los movimientos de tierras.<br>▪ Rotura de canalizaciones de gas |
| **Incendios y explosiones** | ▪ Presencia de combustibles para el uso de equipos de trabajo<br>▪ Uso de herramientas de corte que proyectan material caliente.<br>▪ Contactos con líneas eléctricas subterráneas y aéreas<br>▪ Rotura de canalizaciones de gas |
| **Ruido.** | ▪ De la maquinara presente en la obra.<br>▪ Circulación continua de máquinas o vehículos |
| **Contacto eléctrico directo e indirecto** | ▪ Presencia de líneas eléctricas en servicio<br>▪ Uso de herramientas eléctricas |
| **Vibraciones** | ▪ Procedentes de las herramientas manuales y maquinaria. |

### 5.7.2 Medidas preventivas

Previamente al inicio de los trabajos deben definirse los itinerarios para vehículos y maquinaria, así como procederse a su señalización, tratando de evitar cruces y recorridos por las vías públicas.

La circulación de vehículos se realizará respetando una distancia de seguridad de aproximadamente 3 metros respecto al borde de la excavación. En condiciones de tráfico en caminos estrechos sin posibilidad de ensanchamiento, se ordenará el tráfico de manera que los vehículos cargados circulen pegados al talud y los vacíos al terraplén.

En condiciones de elevada generación de polvo en los caminos de acceso a los tajos, con el consiguiente posible efecto de reducción de la visibilidad para los vehículos tanto con personas como con materiales, se valorará por parte del Jefe de Obra y de la Coordinación de Seguridad y Salud la necesidad de riegos periódicos.

En el caso de que sea necesaria la realización de trabajos simultáneos de trabajadores y maquinaria en un tajo de excavación será necesaria la presencia de un Recurso Preventivo designado en el centro de trabajo.

Las zonas de trabajo se mantendrán ordenadas, señalizándose o balizándose según las necesidades. Se debe evitar la acumulación de objetos y material a una distancia inferior a 2 metros del borde de una excavación.

Antes de iniciar el trabajo de excavación se deberán retirar los árboles, grandes piedras y otros obstáculos susceptibles de caída o desprendimiento.

Los taludes deben ser revisadas de manera continua, y especialmente en circunstancias de lluvia intensa con encharcamiento, tras situaciones de desprendimiento de material y tras la realización de voladuras, por parte del Encargado, saneándose si se estima necesario.

Los frentes de excavación y los bordes y taludes de los terraplenes se sanearán convenientemente, prestando especial atención en el caso de trabajos de excavación en roca.

Se debe asegurar la estabilidad de las escombreras.

Se adoptarán las medidas oportunas para minimizar la presencia de agua en las excavaciones.

El personal que maneje la maquinaria estará específicamente "autorizado" por su empresario sobre la base de disponer de suficiente capacitación y de formación específica en relación a los riesgos derivados de su uso tanto para el operador como para otros trabajadores en proximidad.

En proximidad a los equipos de trabajo, así como sobre los mismos, sólo permanecerán los trabajadores estrictamente necesarios y dotados de chaleco de alta visibilidad. El operador de cada máquina deberá, más allá de la señalización acústica previa a cada maniobra, verificar continuamente la no presencia de trabajadores en el sentido de la marcha de estos o en su zona de posible influencia (entorno de máquina, caja del camión, …).

El operador de la maquinaria deberá trabajar siempre asegurándose una óptima visibilidad de la zona de trabajo, debiendo solicitar el auxilio de un señalista cuando los estime necesario. Este se colocará de tal manera que esté siempre a la vista del maquinista.

Durante las operaciones de carga de un camión "bañera", éste deberá frenarse y, si se estima necesario por parte del operador, calzarse. Previamente a la carga el palista verificará que no hay ningún trabajador en la caja, procediendo luego a la carga que se realizará de tal manera que no se el borde de esta y la capacidad de carga máxima del camión. El cazo de la retroexcavadora no deberá pasar por encima de la cabina del camión.

Cuando se tenga que circular por superficies inclinadas, se hará siempre según la línea de máxima pendiente. El levantamiento de la caja de un camión "bañera" se realizará siempre sobre terreno perfectamente horizontal. Está terminantemente prohibido:

- La innecesaria presencia de trabajadores en proximidad a máquinas trabajando.

- La innecesaria presencia de trabajadores bajo materiales susceptibles de desprendimiento.
- Trabajar en condiciones de iluminación deficiente o en zonas con muy encharcadas (debe realizarse previamente el achique del agua acumulada).
- La acumulación de objetos y materiales en los bordes de excavación.
- Situarse sobre las máquinas fuera de los puestos o plataformas definidos para tal fin.
- La utilización, así como la realización de operaciones de mantenimiento de la maquinaria sin estar "autorizado" sobre la base de disponer de suficiente capacitación y de formación específica en relación a los riesgos derivados.
- Circular a excesiva velocidad (según la señalización establecida en obra).
- Abandonar una máquina funcionando.
- Abandonar una retroexcavadora una vez parada con el cazo en altura (suspendido).
- La sobrecarga de los camiones por encima del borde de las "bañeras".
- El desplazamiento de los camiones con la caja levantada.
- Puentear la señalización acústica o luminosa de la maquinaria.
- Fumar durante las operaciones de reportaje de combustible en máquinas.
- Descansar junto a la maquinaria durante las pausas.

La maquinaria debe disponer de marcado CE y escaleras de acceso, cabina cerrada, resguardos de partes móviles, señalización acústica y luminosa, placas informativas, extintor.

Se colocarán pórticos de limitación de alturas para asegurar el mantenimiento de las distancias de seguridad en caso de posible interferencia con líneas aéreas

### 5.7.3 Equipos de protección individual

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Atropellos** | General. | Ropa de Alta visibilidad y reflectante | |
| **Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes. Contacto con sustancias irritantes, causticas o corrosivas,** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad. Casco | |

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **desprendimiento de materiales** | | | |
| **Caída de objetos y golpes en cabeza.** | General. | Casco. | |
| **Proyección de partículas.** | Salpicadura de tierra | | Gafas anti-proyecciones. |
| **Inhalación de polvo.** | General. | Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo. | |
| **Ruido.** | Maquinaria y circulación de vehículos | | Protector auditivo. |
| **Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.** | Trabajos a la intemperie. | Ropa de protección contra bajas temperaturas.<br>Calzado de protección contra el frío.<br>Crema de protección. | |
| **Vibraciones** | | | Faja lumbar |

## 5.8 Excavaciones, rellenos y compactación de tierras.

Comprende las obras de ejecución de zanjas para cámaras de registro, instalación de tubos para conducciones, relleno y compactación de zanjas, transporte de tierras a vertedero, acopios, y otras obras complementarias, como la ejecución de los viales internos y de acceso a la planta.

Los trabajos de relleno se corresponden con el vertido y extensión de tierras y arena procedentes de excavaciones o préstamos, que se realiza normalmente utilizando medios mecánicos en el interior de las excavaciones realizadas.

La ejecución de rellenos se realizará mediante la aportación de material traído en camión o dumpers, si es de aportación, o bien con la ayuda de retroexcavadora, si se encontraba en las proximidades de la obra.

El material será colocado en tongadas, controlando la calidad del material y la humedad, de modo que obtengamos la compactación fijada en proyecto.

También incluye la ejecución de la red de drenaje interior, que consistirá en la ejecución de una serie de cunetas,. Las cunetas se ejecutarán excavando el terreno con maquinaria propia del movimiento de tierras (retroexcavadora, retroexcavadora mixta…).

### 5.8.1 Riesgos laborales detectados.

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas al mismo nivel, tropiezos o resbalones.** | ▪ Tropiezos con material de obra y desniveles del terreno<br>▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología.<br>▪ Presencia de pequeñas zanjas |
| **Atropellos, colisiones, choques, por vehículos.** | ▪ Durante los trabajos en obra por la realización de trabajos en vás con circulación de vehículos.<br>▪ Por disminución de la visibilidad en la calzada debida a su trazado o climatología (nieblas, lluvias, etc.)<br>▪ Imprudencias / accidentes de los Vehículos que circulan por las calles afectadas por las obras.<br>▪ Poco espacio para la maniobrabilidad de equipos de trabajo y máquinas de movimiento de cargas, transporte, compactado o demoliciones. |
| **Vuelco o caída de vehículos.** | ▪ Incorrecto emplazamiento o ubicación de este.<br>▪ Carga y descarga de materiales<br>▪ Incorrecta carga de los contenedores de escombro<br>▪ Al bascular la carga de camiones o dumper. |
| **Golpes o aplastamiento por caídas de carga transportada.** | ▪ Caída de materiales por exceso de carga en los camiones o con los equipos de trabajo (pala, minicargadora, mixta etc.).<br>▪ Equipos de compactación y movimiento de tierras |
| **Caída de materiales** | ▪ Desprendimientos de materiales en la carga de estos a los camiones, o durante su transporte. |
| **Derrumbamiento de acopios** | ▪ Materiales acopiados procedente de las excavaciones, incorrectamente depositado sobre el contendedor o superficie de acopio.<br>▪ Vertido de tierras |
| **Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Utilización de herramientas manuales (radial, grupo electrógeno…) y máquinas (pisón)<br>▪ Por falta de distancias de seguridad a la maquinaria de movimiento y compactado de tierras |
| **Proyección de partículas.** | ▪ De materiales y gravilla presente en la carretera con el tránsito de los vehículos.<br>▪ De proyecciones durante la excavación o movimiento de tierras, de forma manual o mecánica. |
| **Inclemencias meteorológicas:** Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares | ▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos. |
| **Inclemencias meteorológicas:** Caídas, sobresfuerzos, hipotermia | ▪ Por trabajos en intemperie en días fríos.<br>▪ Por existencia de placas de hielo en las calles |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Inhalación de polvo y gases** | ▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos.<br>▪ Proveniente de las demoliciones y vertidos de tierras<br>▪ Rotura de canalizaciones de gas |
| **Incendios y explosiones** | ▪ Presencia de combustibles para el uso de equipos de trabajo<br>▪ Uso de herramientas de corte que proyectan material caliente.<br>▪ Contactos con líneas eléctricas subterráneas y aéreas<br>▪ Rotura de canalizaciones de gas |
| **Ruido.** | ▪ De la maquinara presente en la obra.<br>▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor.<br>▪ Circulación continua de máquinas o vehículos |
| **Posturas forzadas y sobreesfuerzos.** | ▪ Posturas forzadas<br>▪ Trabajos de rodillas<br>▪ Manipulación de herramientas manuales |
| **Contacto eléctrico directo e indirecto** | ▪ Presencia de líneas eléctricas en servicio<br>▪ Uso de equipos eléctricos |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger, cargar y depositar el material |
| **Vibraciones** | ▪ Procedentes de las herramientas eléctricas, compresores y maquinaria. |
| **Agresiones de animales** | ▪ Presencia de animales sueltos |

### 5.8.2 Medidas preventivas

Actuaciones con Servicios afectados se atenderá a lo descrito en el punto 4.2. del Estudio de Seguridad

Se señalizarán y acotarán las zonas de trabajo para evitar la entrada de personas ajenas a los trabajos, así como las zonas de circulación de los vehículos y maquinaria.

Métodos de retirada periódica de materiales y escombros de la zona de trabajo. Las tierras extraídas no se acopiarán, se retirarán mediante dúmper, o se depositarán directamente en contendores para su retirada.

Establecimiento de las zonas de estacionamiento, espera y maniobra de la maquinaria.

Para determinar las características del terreno se realizará un estudio geotécnico que formará parte del proyecto. Tomando como base la información obtenida en dicho estudio se aplicarán las medidas preventivas necesarias. Si por el contrario no se ha establecido la obligatoriedad de realizar un estudio geotécnico, bien porque la obra carece de proyecto o

por cualquier otro motivo, se tomará el caso más desfavorable para el diseño de las medidas preventivas.

Las características de la entibación, sus dimensiones y las separaciones de los elementos que la componen, vendrán definidas en el proyecto y en su ausencia en las normas UNE-EN 13331-1 y 2.

Los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgos las cargas a que sean sometidos.

El fabricante del sistema de entibación debe declarar todas las configuraciones posibles, así como sus medidas y las resistencias características de los sistemas cuando se montan los elementos en su posición más desfavorable.

El fabricante o suministrador debe presentar:

- Manual de instrucciones, disponible en el idioma del país en el que se va a utilizar el sistema de entibación, mostrando un contenido básico reflejado en la normativa vigente.
- Marcado de informaciones en los paneles, dispositivos de sostenimiento, correderas, travesaños (excepto en sistemas de sujeción de tipo integrado).
- Declaración de conformidad según normas EN 13331 - Sistemas de entibación de zanjas.
- Evaluación de conformidad, con características técnicas y materiales, además del cálculo de cada elemento con los oportunos planos de fabricación. El equipo debe evaluarse según norma, para verificar su conformidad con dicha norma y la información facilitada. La evaluación debe realizarse en las condiciones más desfavorables del manual de instrucciones, obligatorio con cada sistema de entibación.
- Sistemas de protección de borde acordes con su producto según normas EN 13374 – Sistemas provisionales de protección de borde.

Existencia y situación de edificios próximos; profundidad y afección por la obra. Medidas a disponer: apeos, apuntalamientos de fachadas, testigos de movimientos de fisuras, etc.

Se prohibirá expresamente el apilado de materiales en zona de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso.

Todo el personal que maneje los camiones y dúmper será especialista en el manejo de estos vehículos, estando en posesión de la documentación de capacitación acreditativa

Todos los vehículos serán revisados periódicamente (según criterio) en especial en los órganos de accionamiento neumático, quedando reflejadas las revisiones en el libro de mantenimiento.

Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible.

Se cumplirán los requisitos exigidos para cada tipo de máquina a utilizar.

Todos los equipos deberán emplearse para los usos y conforme a las instrucciones de manejo de sus respectivos fabricantes. Todos los operadores de la maquinaria empleada dispondrán de formación adecuada y específica y autorización del manejo de la maquinaría.

Siempre que el compactador inicie un movimiento el trabajador responsable del equipo mirara que no hay personal en sus inmediaciones que pueda ser arrollado. El movimiento de los equipos de compactación se regirá por un plan preestablecido, procurando que estos desplazamientos mantengan sentidos constantes.

No se abandonará el pisón o el compactador en funcionamiento. Durante la utilización del pisón se evitará aproximarse al mismo para evitar el aplastamiento de las extremidades inferiores. El pisón se sujetará fuertemente con las dos manos.

Durante los trabajos de relleno se debe tener en cuenta que el vertido de material por basculamiento suele verse sujeto a riesgos cuando se realiza en zonas próximas a bordes de la excavación. En estos casos, resultará necesario que los trabajos se realicen previo montaje de topes anti-retroceso, y que las maniobras se dirijan por parte de un señalista bajo condiciones de insuficiente visibilidad.

Se implementarán además las siguientes medidas preventivas:

- Avisadores luminosos y acústicos de marcha atrás. Rotativos luminosos.
- Señalización radio de acción maquinaria.
- Pórticos de balizamiento. Señalización de líneas eléctricas.
- La maquinaria y vehículos serán revisados antes de comenzar a trabajar en la obra, en todos los elementos de seguridad, exigiéndose tener al día el libro de mantenimiento y el certificado que acredite su revisión por un taller cualificado.
- Se prohíbe sobrecargar los vehículos por encima de la carga máxima admisible, que llevarán siempre escrita de forma legible. Todos los vehículos de transporte de material empleados especificarán claramente la tara y la carga máxima.

- Cuando sea necesario se regarán periódicamente los tajos para evitar las polvaredas.
- Vehículos de tierras tapados con lonas para conducir por calles o carreteras.
- Todas las maniobras de vertido en retroceso serán dirigidas por personal capacitado.
- Se prohíbe la permanencia de personas en un radio no inferior a los 5 m., como norma general, en torno a los compactadores y apisonadoras en funcionamiento.
- Todos los vehículos empleados en esta obra, para las operaciones de relleno y compactación, estarán dotados de bocina automática de marcha atrás.
- Los vehículos de compactación y apisonado irán provistos de cabina de seguridad para evitar las consecuencias de su vuelco.
- Antes de comenzar el relleno de la excavación se comprobará que no existe personal alguno dentro de la misma y también se comprobará el estado de los taludes.
- Los movimientos de vehículos y máquinas serán regulados, si fuese preciso, por personal auxiliar que ayudará a conductores y maquinistas en la correcta ejecución de maniobras, e impedirá la proximidad de personas ajenas a estos trabajos.
- Se evitará siempre que sea posible mantener abiertos tramos largos de zanja, se procederá siempre que se pueda a dejar cerrados los tramos demolidos y excavados en el día. En caso contrario quedaran debidamente protegidos y señalizados ante personal de obra y terceros.
- Las cabinas de los dumpers o camiones para el transporte de tierras estarán protegidas contra la caída o desplazamiento del material a transportar por viseras incorporadas a las cajas de estos vehículos.
- Los vehículos se cargarán adecuadamente tanto en peso a transportar como en distribución de la carga, estableciéndose el control necesario para que no se produzcan excesos que puedan provocar riesgos por caída incontrolada de material desde los vehículos o por circulación de éstos con sobrecarga.
- Se prohíbe que los vehículos transporte personal fuera de la cabina de conducción y en número superior a los asientos existentes.
- No se abandonará el pisón o el compactador en funcionamiento.

- Durante la utilización del pisón se evitará aproximarse al mismo para evitar el aplastamiento de las extremidades inferiores.

### 5.8.3 Equipos de protección individual

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Atropellos** | General. | Ropa de Alta visibilidad y reflectante | |
| **Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes.**<br>**Contacto con sustancias irritantes, causticas o corrosivas** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero. Casco | |
| **Proyección de partículas.** | Salpicadura de gravilla y fresado | | Gafas antiproyecciones. |
| **Inhalación de polvo y humos** | General. | Mascarilla antipolvo FFP 2, gafas antipolvo. | |
| **Ruido.** | General. | | Protector auditivo. |
| **Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.** | Trabajos a la intemperie. | Ropa de protección contra bajas temperaturas.<br>Calzado de protección contra el frío.<br>Crema de protección. | |
| **Caída de objetos y golpes en cabeza.** | General. | Casco. | |
| **Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.** | Señales y balizas | | Faja lumbar bajo prescripción del médico del trabajo/ uso puntual |

## 5.9 Montaje de tubería para canalizaciones

El montaje de tubería engloba todas las canalizaciones a realizar (Cruce de viales, tanto internos como públicos, vías pecuarias o arroyos, así como con en las zonas de cruces de servicios afectados).

Dependiendo de la profundidad de las zanjas donde se van a ubicar dichas tuberías se deberán emplear medios de entibación cuando se supere el 2.00 m de profundidad, prestando especial atención a la situación de los taludes de las zanjas. En caso de optar por entibación, el sistema de entibación empleado será tal que permita su puesta en obra sin necesidad de que el personal entre en la zanja hasta que ésta esté lo suficientemente

soportada, realizándose la misma según lo especificado en las normas UNE-EN 13.331-1:2002 y UNE-EN 13.331-2:2002.

Cada día, al comenzar la jornada de trabajo, se revisarán las entibaciones y la estabilidad de las zanjas por él encargado de obra.

Como criterio general para acceder desde el exterior a la instalación de las estructuras enterradas, se deberá dejar un espacio mínimo de seguridad para trabajar de 0,50 m de anchura.

La longitud de las planchas de entibación viene determinada por la longitud del tubo a instalar puesto que éste debe pasar entre los codales de la entibación. La información técnica del fabricante debe contener información precisa de la máxima longitud de los tubos a instalar.

El diseño, dimensionamiento y cálculo de la entibación serán acordes al estudio geotécnico del terreno.

La colocación de tubos se iniciará con la preparación del terreno, su regularización mediante cama de asiento, la colocación de los tubos o marcos mediante una grúa adecuada, arriñonado de los tubos y relleno. Se procurará siempre que se pueda, no colocar más de dos tramos de tubería sin proceder al relleno parcial de la zanja, prohibiéndose colocar más de 100 m de tubería sin realizar al relleno parcial de la zanja.

Para el proceso de ejecución de colocación de tubos el primer paso es el acopio. La zona de acopio elegida estará fuera de toda interferencia que se pueda generar (paso de maquinaria, actividades concurrentes, carreteras abiertas al tráfico rodado...). Se instalarán calzos o topes en tubos para evitar su rodamiento, y se cumplirán las medidas que en materia de acopios recoge el presente documento. La colocación de los prefabricados se realizará con una maquinaria adecuada, siendo las operaciones dirigidas y supervisadas por el encargado.

Si bien en principio durante el montaje de tubería no se requerirá el uso de herramientas eléctricas, debe considerarse el riesgo eléctrico que podría implicar la combinación entre su uso y la presencia de agua. Para evitarlo, esta presencia de agua se controlará debidamente mediante el empleo de bombas de achique, y se prohibirá el empleo de herramientas de tipo eléctrico en el interior de excavaciones y en todas las zonas caracterizadas por humedades o la existencia de agua. Por otra parte, puesto que buena parte de las actividades se realizarán a la intemperie, resultará obligatorio que todas las herramientas eléctricas dispongan de un doble aislamiento y protección mínima IP-45.

Todas las bombas de achique dispondrán de la correspondiente carcasa o rejilla mediante las que se eviten posibles atrapamientos.

A la zona de trabajo se accederá por lugares de tránsito fácil y seguro, sin que los operarios se vean obligados a realizar saltos y movimientos extraordinarios. Por lo tanto, se preverá la disposición de escaleras de mano, o bien se realizará una rampa de acceso, diferenciando la circulación de vehículos de los trabajadores a pie.

Los accesos a la excavación se realizarán mediante escaleras de mano que superarán siempre al menos un metro el nivel de desembarco y que serán amarradas de forma firme en la parte superior e inferior para evitar su deslizamiento.

Siempre que la zanja supere los 1,5 m de profundidad y sea necesaria la presencia de operarios en su interior, será obligatoria la presencia del recurso preventivo en la zona de trabajos y la presencia permanente de un trabajador en el exterior que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse una emergencia

Las canalizaciones deben estar dispuestas de manera que no se ejerza ningún esfuerzo sobre las conexiones de los cables, a menos que estén previstas especialmente para este efecto.

En el tendido de cables y distribución de mangueras eléctricas debe asegurarse la protección de estos frente al deterioro. En el caso de afectar a zonas de paso de peatones o vehículos, o a zonas de acopio de materiales, se ha de disponer de sistemas de protección especial contra los daños mecánicos y contra contactos con elementos de la construcción.

En el caso de cables enterrados, su instalación debe ser conforme a lo indicado en ITC-BT-20 e ITC-BT-21.

El grado de protección mínimo suministrado por las canalizaciones tiene que ser el siguiente:

- Para tubos, según UNE-EN 50086 -1:
    - Resistencia a la compresión "Muy Fuerte".
    - Resistencia al impacto "Muy Fuerte".
- Para otros tipos de canalización:
    - Resistencia a la compresión y resistencia al impacto, equivalentes a las definidas para tubos

### 5.9.1 Riesgos laborales detectados

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas al mismo y distinto nivel, tropiezos o resbalones.** | ▪ Tropiezos con material de obra y desniveles del terreno<br>▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología.<br>▪ Tránsito por suelo deslizante, blando o pastoso<br>▪ Zanjas abiertas |
| **Golpes o aplastamiento por caídas de carga transportada.** | ▪ Manipulación área de cargas |
| **Caída de materiales** | ▪ Desprendimientos de materiales en la carga de estos a los camiones, o durante su transporte. |
| **Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Utilización de herramientas manuales y eléctricas |
| **Proyección de partículas.** | ▪ De materiales y gravilla presente en los viales con el tránsito de los vehículos.<br>▪ De proyecciones durante la excavación o movimiento de tierras, de forma manual o mecánica. |
| **Inclemencias meteorológicas:** Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares | ▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos. |
| **Inclemencias meteorológicas:** Caídas, sobresfuerzos, hipotermia | ▪ Por trabajos en intemperie en días fríos.<br>▪ Por existencia de placas de hielo. |
| **Inhalación de polvo y gases** | ▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos.<br>▪ Proveniente de las demoliciones y vertidos de tierras<br>▪ Rotura de canalizaciones de gas |
| **Ruido.** | ▪ De la maquinara presente en la obra.<br>▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor.<br>▪ Circulación continua de máquinas o vehículos |
| **Posturas forzadas y sobreesfuerzos.** | ▪ Posturas forzadas<br>▪ Trabajos de rodillas<br>▪ Manipulación de herramientas manuales. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger, cargar y depositar el material |
| **Vibraciones** | ▪ Procedentes de las herramientas eléctricas, compresores y maquinaria y vibradores de hormigón |
| **Agresiones de animales** | ▪ Presencia de animales sueltos |

### 5.9.2 Medidas preventivas

- Delimitar y señalizar el área de trabajo.
- Tapar o proteger de inmediato las cajas de registro después de construirlas.
- Colocar medios de protección colectiva a lo largo de las zanjas abiertas.

- Mantener bien iluminada el área
- Suspender por sus extremos con eslingas los tramos de tubería, uñas de montaje o balancines.
- Mantener el cuerpo en una postura correcta con los pies firmes y balanceados.
- Realizar la carga manual de materiales con peso superior a 25 kg., con la ayuda de otros compañeros o utilizar medios auxiliares.

### 5.9.3 Equipos de protección personal

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Caída en altura** | Instalación de tubería | Uso de arnés | |
| **Atropellos** | General. | Ropa de Alta visibilidad y reflectante | |
| **Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes. Contacto con sustancias irritantes, causticas o corrosivas, desprendimiento de materiales** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero. Casco | |
| **Caída de objetos y golpes en cabeza.** | General. | Casco. | |
| **Proyección de partículas.** | Salpicadura de gravilla | | Gafas antiproyecciones. |
| **Inhalación de polvo.** | General. | Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo. | |
| **Ruido.** | Maquinaria y circulación de vehículos | | Protector auditivo. |
| **Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.** | Trabajos a la intemperie. | Ropa de protección contra bajas temperaturas. Calzado de protección contra el frío. Crema de protección. | |
| **Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.** | Transporte y manipulado de barrera | | Faja lumbar bajo prescripción del médico del trabajo/ uso puntual |
| **Vibraciones** | | | Faja lumbar |
| **Contacto con sustancias irritantes** | Contacto con hormigón | Guantes | |

## 5.10 Tendido de conductores

### 5.10.1 Riesgos laborales detectados

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas al mismo y distinto nivel, tropiezos o resbalones.** | ▪ Tropiezos con material de obra y desniveles del terreno<br>▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología.<br>▪ Tránsito por suelo deslizante, blando o pastoso<br>▪ Zanjas abiertas |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Golpes o aplastamiento por caídas de carga transportada.** | ▪ Manipulación área de cargas (bobinas de cable) |
| **Caída de materiales** | ▪ Desprendimientos de materiales en la carga/descarga de estos a los camiones, o durante su transporte. |
| **Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Utilización de herramientas manuales y eléctricas |
| **Proyección de partículas.** | ▪ De materiales y gravilla presente en la carretera con el tránsito de los vehículos.<br>▪ De proyecciones durante la excavación o movimiento de tierras, de forma manual o mecánica. |
| **Inclemencias meteorológicas:** Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares | ▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos. |
| **Inclemencias meteorológicas:** Caídas, sobresfuerzos, hipotermia | ▪ Por trabajos en intemperie en días fríos.<br>▪ Por existencia de placas de hielo en las calles |
| **Inhalación de polvo y gases** | ▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos.<br>▪ Proveniente de las demoliciones y vertidos de tierras<br>▪ Rotura de canalizaciones de gas |
| **Ruido.** | ▪ De la maquinara presente en la obra.<br>▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor.<br>▪ Circulación continua de máquinas o vehículos |
| **Posturas forzadas y sobreesfuerzos.** | ▪ Posturas forzadas<br>▪ Trabajos de rodillas<br>▪ Manipulación de herramientas manuales. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger, cargar y depositar el material |
| **Vibraciones** | ▪ Procedentes de las herramientas eléctricas, compresores y maquinaria y vibradores de hormigón |
| **Agresiones de animales** | ▪ Presencia de animales sueltos |

### 5.10.2 Medidas preventivas

Realizar una inspección visual de los carretes de bobinas en sitio, para garantizar que el cable no haya sufrido ninguna avería durante el traslado.

El descenso del carrete de la grúa se debe realizar instalando en el carrete un eje y en sus extremos se coloca un estrobo de acero, para que la grúa pueda izarlo (sin apretar las paredes del carrete) Los carretes deben ubicarse en una plataforma giratoria o “alza bobinas” La manipulación de los carretes debe garantizar que el cable no sufra ninguna avería durante la ejecución de los trabajos.

Las medidas a considerar antes de comenzar el tendido y sus distintas formas dependiendo de la ubicación del cable son:

| | |
|---|---|
| 1. Ubicación de la bobina | Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el mismo. En el caso con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.<br>Si existen tubulares, curvas o puntos de paso dificultoso próximos a uno de los extremos de la canalización es preferible colocar la bobina en el otro extremo a fin de que durante el tendido quede afectada la menor longitud del cable. |
| 2. Extracción del cable | La extracción se hará haciendo rodar la bobina alrededor del eje, extrayendo el cable por la parte superior de la bobina. También la bobina puede estar montada sobre un vehículo y soportada por el eje, efectuándose entonces la extracción por desplazamiento del vehículo.<br>La bobina será suspendida por medio de una barra o eje adecuado que pasa por el agujero central. El eje se soportará mediante gatos mecánicos u otros elementos de elevación adecuados al peso y dimensiones de la bobina. Los pies de soporte de eje, deben estar dimensionados para asegurar la estabilidad de la bobina durante su rotación.<br>Cuando la bobina esté suspendida por el eje, de forma que pueda hacerse rodar se quitarán las duelas de protección de forma que ni ellas ni la herramienta utilizada para desclavarlas puedan dañar al cable y se inspeccionará la superficie interior de las tapas para eliminar cualquier elemento saliente que pudiera dañar al cable (clavos, astillas, etc).<br>El desenrollado ha de ser lento para evitar que las capas superiores penetren entre las inferiores debido a la presión, con el consiguiente trabado del cable.<br>Se dispondrá de algún dispositivo de frenado; normalmente, es suficiente disponer un tablón en el suelo por un extremo, con el que se hace presión contra la superficie convexa inferior del plato. El tablón debe disponerse en la parte de la bobina por donde sale el cable durante el tendido. |
| 3. Tendido en zanja | Antes de proceder al tendido del cable se recorrerán detenidamente las zanjas y se comprobarán los siguientes puntos:<br>• La entrada del cable a la zanja debe hacerse con una pendiente suave.<br>• El suelo de la zanja debe ser liso, limpia de cantos y piedras, estar libre de aristas vivas, y disponer de un lecho de arena o tierra cribada.<br>• A lo largo de la zanja debe haber rodillos distribuidos cada 3 a 6 m. según el peso del cable.<br>• Los bordes de la zanja, así como los montones de tierra cercanos a los mismos, deberán estar libres de piedras, cantos u objetos que puedan caer al fondo de la zanja.<br>Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de manera uniforme a lo largo de la zanja. Habrá operarios en la entrada del cable a la zanja, en las curvas y en las entradas y salidas de tubulares. En la bobina habrá un operario que se ocupará exclusivamente del frenado de esta cuando tome demasiada velocidad. Otro operario irá siguiendo el extremo del cable por si aparece alguna dificultad. La parada intempestiva del cable se anunciará mediante silbatos, timbres u otro medio de comunicación eficiente. |

| | |
|---|---|
| | Cuando los cables se tiendan con medios mecánicos será necesario la colocación de dinamómetros para medir la tracción que se le aplica al cable, siendo siempre inferior a la indicada por el fabricante. Con el tendido mecánico deberán utilizarse sistemas de vigilancia y aviso, de forma que el operador del cabrestante pueda responder inmediatamente a la necesidad de cualquier parada intempestiva. Debe también existir un sistema de comunicaciones eficiente entre el operador del cabrestante, el personal que controla el frenado de la bobina y el resto de personal distribuido por la zanja. |
| 4. Tendido en tubería | Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el tubo, asegurándose de que no hay cantos vivos ni aristas y que no existen taponamientos.<br>Durante el tendido hay que proteger el cable de las bocas del tubo para evitar daños en la cubierta. Para conseguirlo se coloca un rodillo a la entrada de manera que el cable sea conducido por el centro y de igual manera se colocará otro rodillo a la salida.<br>En el caso de tendido a mano, el personal se distribuirá en las arquetas a lo largo del trazado de la canalización, que irán ayudando a pasar el cable. Los recorridos para el tendido deben ser cortos y en caso necesario, ir sacando el cable en cada arqueta para volver a meter la punta y evitar la mayor fricción del cable sobre los tubos.<br>En el caso de tendido con medios mecánicos, se actuará de la misma forma que en el apartado anterior.<br>Una vez instalado el cable, y con autorización del Responsable de Zona, se taparán las bocas de los tubos para evitar la entrada de gases y roedores. Previamente, se protegerá la parte correspondiente de la cubierta del cable con yute, arpillera alquitranada, trapos, etc, y se taparán las bocas con mortero pobre o lechada que sea fácil de eliminar y no esté en contacto con la cubierta del cable. |
| 5. Tendido en galería | En galerías, los cables se pueden instalar en:<br>• Sobre bandejas.<br>• Sobre soportes transversales que deben estar lo suficientemente próximos entre sí para evitar que los cables cuelguen excesivamente.<br>• En canales que pueden o no rellenarse de arena, sobre el fondo.<br>El cable se dispondrá paralelo a la zona de instalación y se trasladará luego lateralmente a su posición definitiva.<br>Una vez instalado el cable, debe evitarse su desplazamiento, sea lateral o axial, y para ello, cuando sea necesario, se fijará el cable a su soporte por medio de piezas de sujeción adecuadas. |

Con el fin de evitar la falla prematura del cable, en el momento del tendido se deben evitar las siguientes prácticas indeseadas:

- Pisar
- Azotar
- Ejercer fricción excesiva (arrastrar)
- Punzar

- Doblar o superar los radios de curvatura de 90°

En la preparación para el tendido del cable es importante tener en cuenta, no exceder la máxima tensión ni el radio mínimo de curvatura del cable. El radio mínimo de curvatura a que se puede someter un cable aislado no debe ser menor que los recomendados por las normas internacionales y/o el fabricante.

En los casos en que se requiera, durante la introducción del cable a los ductos se debe ir aplicando el lubricante apropiado para disminuir la fricción, sin afectar las propiedades fisicoquímicas y eléctricas del cable.

El cable debe ser tendido con un equipo que proporcione una velocidad constante y regulada. Se pueden utilizar malacates mecánicos neumáticos o hidráulicos controlados.

Si se utiliza la grúa para el tendido del cable, se debe realizar con el winche, conservando una distancia máxima de 30 metros al rodillo o tubo de desplazamiento, en la salida del cable. Si no se puede tender el cable de acuerdo con lo establecido en el párrafo anterior, y hay acceso para un vehículo pequeño, se puede hacer uso de éste, conservando igualmente una distancia máxima de 30 metros al rodillo o tubo de desplazamiento.

El tendido se debe realizar siempre en tramos rectos con buena visibilidad.

En los casos donde no hay acceso vehicular, se debe realizar con el personal, de tal manera que los operarios repartan las fuerzas con movimientos sincronizados, utilizando siempre los elementos de protección personal y con los movimientos adecuados para evitar lesiones en la espalda.

Nunca se debe realizar directamente de los conductores, se debe realizar siempre por la parte exterior de la chaqueta.

Siempre se deben proteger las puntas del conductor encintándolas.

En la alimentación del cable, del carrete a la cámara de inicio del tendido, se debe procurar que la curvatura del mismo entre el carrete y la entrada al ducto quede en un arco continuo sin curvas inversas (en s) pronunciadas, pero, en cualquier caso, siempre protegido del rozamiento con la cámara y con la boca del ducto, mediante boquillas flexibles especialmente diseñadas para esta aplicación.

Durante la instalación del cable se debe verificar que el mismo no vaya a tener contacto forzado o rozamiento con otros cables, porque, podría generar la rotura de la chaqueta o una explosión.

Adicionalmente, no se deben instalar cables subterráneos de media tensión en un ducto con presencia de cables de baja tensión, alumbrado público y/o telemáticos.

La disposición de los cables de mayor tensión debe ser en la parte inferior y los de menor tensión y telemáticos deben quedar en la parte superior.

En cada punta del cable se deben identificar las correspondientes fases para garantizar su correcta conexión.

Adicionalmente, se deben realizar las pruebas de aislamiento de cable con el equipo respectivo, aplicando la regla de oro (pruebe, cruce y aterrice), igualmente, debe verificarse el paralelo antes que el cable tome carga, para garantizar la rotación.

La realización de derivaciones y empalmes deben hacerse siguiendo las instrucciones y normas de los fabricantes.

Todos los elementos de unión a través de los cuales vaya a pasar la corriente se montarán totalmente limpios.

La puesta en servicio de la red se realizará con autorización de la Compañía Eléctrica Suministradora a la cual va a quedar conectada, procediéndose a colocar todos los medios de corte y de protección necesarios para poder realizar estos tipos de trabajo con la completa seguridad para las personas y las cosas.

Una vez terminado todos los trabajos descritos se asegurará que todos los medios de protección utilizados para la conexión final hayan sido retirados y dará su consentimiento a la Compañía Eléctrica Suministradora para la puesta en servicio.

### 5.10.3 Medidas preventivas

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Atropellos** | General. | Ropa de Alta visibilidad y reflectante | |
| **Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes. Contacto con sustancias irritantes, causticas o corrosivas, desprendimiento de materiales** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero. Casco | |
| **Caída de objetos y golpes en cabeza.** | General. | Casco. | |
| **Proyección de partículas.** | Salpicadura de gravilla | | Gafas antiproyecciones. |
| **Inhalación de polvo.** | General. | Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo. | |
| **Ruido.** | Maquinaria y circulación de vehículos | | Protector auditivo. |
| **Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.** | Trabajos a la intemperie. | Ropa de protección contra bajas temperaturas. Calzado de protección contra el frío. | |

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general | Uso específico |
|---|---|---|---|
| | | Crema de protección. | |
| **Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.** | Transporte y manipulado de barrera | | Faja lumbar bajo prescripción del médico del trabajo/ uso puntual |
| **Vibraciones** | | | Faja lumbar |
| **Contacto con sustancias irritantes** | Contacto con hormigón | Guantes | |
| **Contacto eléctrico directo y/o indirecto** | Cables con tensión | Ropa ignifuga<br>Guantes dieléctricos de acuerdo con el nivel de tensión<br>Casco dieléctrico<br>Botas dieléctricas<br>Pantalla<br>Herramientas aisladas | |

## 5.11 Montaje de estructuras soporte.

### 5.11.1 Riesgos laborales detectados

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas al mismo nivel, tropiezos o resbalones.** | ▪ Tropiezos con material de obra y desniveles del terreno<br>▪ Existencia de suelos deslizantes por la climatología. |
| **Atropellos, colisiones, choques, por vehículos.** | ▪ Durante los trabajos en obra por la realización de trabajos en caminos abiertas a tráfico con circulación de vehículos.<br>▪ Por disminución de la visibilidad en la calzada debida a su trazado o climatología (nieblas, lluvias, etc)<br>▪ Imprudencias / accidentes de los Vehículos que circulas por las carreteras afectadas por las obras.<br>▪ Poco espacio para la maniobrabilidad de equipos de trabajo y maquinas |
| **Vuelco o caída de vehículos.** | ▪ Incorrecto emplazamiento o ubicación de este. |
| **Golpes o aplastamiento por caídas de carga transportada.** | ▪ Incorrecto apilamiento / amarre de las estructuras y resto de material durante la descarga.<br>▪ Caída de materiales por maniobrar con viento o por fallo de sistemas de amarre. |
| **Atrapamientos, golpes, cortes, pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Utilización de herramientas manuales (radial, hinca…) |
| **Proyección de partículas.** | ▪ De materiales y gravilla presente con el tránsito de los vehículos.<br>▪ De proyecciones del corte con radial de los materiales metálicos, desprendimiento del galvanizado de la estructura. |
| **Inclemencias meteorológicas: Golpe de calor, deshidratación, insolación y quemaduras solares** | ▪ Debido a la exposición al sol y trabajos en intemperie en días calurosos. |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Inclemencias meteorológicas: Caídas, sobresfuerzos, hipotermia** | ▪ Por trabajos en intemperie en días fríos.<br>▪ Por existencia de placas de hielo |
| **Inhalación de polvo** | ▪ Circulación continúa de máquinas o vehículos.<br>▪ Proveniente de los campos y tierras que rodean los tajos. |
| **Incendios** | ▪ Proyecciones de las virutas de corte con la radial de las barreras sobre la vegetación de la cuneta |
| **Inhalación de humos, gases o vapores provenientes de la maquinaria y vehículos.** | ▪ Trabajos en proximidad a vehículos que desprenden gases de combustión. |
| **Ruido.** | ▪ De la maquinara presente en la obra.<br>▪ Presencia de grupo electrógeno, compresor.<br>▪ Circulación continua de máquinas o vehículos |
| **Exposición a microorganismos y parásitos.** | ▪ Exposición/contacto insectos y animales presentes |
| **Posturas forzadas y sobreesfuerzos.** | ▪ Trabajo manipulado, carga y posicionamiento de la estructura de forma manual.<br>▪ Posturas forzadas |
| **Contactos eléctrico directo e indirecto** | ▪ Presencia de líneas eléctricas aéreas en servicio<br>▪ Uso de herramientas eléctricos |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger, cargar y depositar el material |
| **Vibraciones** | ▪ Procedentes de las herramientas manuales y maquinaria. |

### 5.11.2 Medidas preventivas

Todo el personal deberá estar equipado con las protecciones individuales necesarias para el trabajo que esté realizando.

Las causas primordiales de atropellos por maquinaria son la señalización defectuosa y las maniobras de marcha atrás. Ésta deberá atenerse a los croquis de señalización a utilizar en cada caso.

El límite de velocidad no debe ser inferior al que las circunstancias del caso exijan, dentro de las condiciones normales de seguridad.

Los elementos de señalización que se utilicen de noche serán reflectantes, y la señal de obras irá dotada de balizas luminosas intermitentes.

La perfilería será acopiada de forma prevista y en lugares predeterminados. Dichos perfiles se acopiarán sobre durmientes de madera y en capas dispuestas de forma perpendicular con respecto a la anterior

Para prevenir las pisadas sobre objetos se dotará al personal de las protecciones adecuadas, botas de seguridad y guantes de cuero

Se adiestrará y formará a los trabajadores sobre el uso adecuado de herramientas, con el fin de evitar golpes, cortes e incluso sobreesfuerzos.

Se utilizarán guantes de protección contra agresiones mecánicas, y botas de seguridad con puntera de acero, en todos los trabajos en que el hierro o la chapa sean materiales habituales.

El operario que trabaje con los postes deberá protegerse frente al ruido que produce la máquina hinca postes

Los perfiles se descargarán directamente en el suelo desde el camión grúa, estando prohibido la manipulación manual durante esta operación. Una vez en el suelo, los operarios manualmente irán distribuyendo los tramos de barrera a los puntos definitivos de ubicación.

Durante la colocación estará prohibido que los trabajadores se sitúen en su radio de acción y en la vertical del mismo.

Para el acceso de los trabajadores a la caja del camión para proceder al enganche o desenganche de los perfiles se emplearán escaleras manuales que sobresaldrán un metro por encima del nivel de desembarco.

Los elementos pesados o voluminosos se harán preferiblemente por medios mecánicos o por un número suficiente de operarios en función del peso y de las dimensiones del elemento a retirar

Se prohibirá el paso de cargas suspendidas sobre personas o vehículos mediante la correcta formación del gruista, así como dispositivos de seguridad. Se utilizará un señalista en operaciones de manejo de grúa en casos de falta de visibilidad del gruista.

Todas las máquinas que intervengan llevarán luz ámbar intermitente giratoria. Todas las máquinas tendrán las carcasas de protección ajustadas.

No haga ajuste mientras funciones la máquina hinca perfiles

En caso de tener que poner la estructuras junto a una zona con desnivel y consiguiente riesgo de caída de distinto nivel. Se deberá de estar sujeto a un punto fijo con arnés de seguridad

Mantener la obra ordenada, diseñando zonas de acopio separadas de las de tránsito y trabajo.

En ningún caso se izarán cargas por encima de los trabajadores

Los colocadores se separarán de la zona de recepción y no regresarán hasta que las piezas hayan sido descargadas y estén junto a la zona de colocación.

Las zonas de trabajo de maquinarias deben estar balizadas para impedir el paso del personal.

Las reparaciones se realizarán con los materiales y las condiciones adecuadas y siempre por técnicos autorizados.

Los trabajadores se distribuirán en los tajos de tal manera que no se estorben entre sí.

Se utilizarán herramientas en buen estado, desechando las tengan mangos astillados o rotos.

Cada herramienta se utilizará únicamente para los trabajos para los que ha sido concebida.

Las máquinas se utilizarán únicamente para el fin para el que han sido concebidas y siguiendo en todo momento las indicaciones del manual de utilización.

Las máquinas se mantendrán bien cuidadas y con todas las revisiones al día.

Cada trabajador realizará los trabajos físicos de acuerdo con su capacidad.

Las máquinas cumplirán unas condiciones mínimas desde el punto de vista ergonómico: posición de trabajo, absorción de vibraciones…

Los trabajadores dispondrán de ropa de trabajo en función del clima del lugar.

Se deberá llevar permanentemente un extintor de 21A-113B de eficacia en cada máquina, en óptimas condiciones de uso.

Se organizará la obra para que los trabajadores no prolonguen la jornada laboral y gocen de los descansos oportunos.

Establecimiento de un procedimiento para mantener la comunicación con el trabador aislado, así como establecer pausas en el trabajo.

Ningún operario transitará por el carril de la calzada abierto al tráfico.

Toda entrada de maquinaria estará regulada por señalistas para su entrada y salida de obra.

Durante los trabajos que requieran el corte de material metálico se dispondrá de un extintor junto a la zona de trabajos. Si se prevé la proyección de chispas sobre vegetación seca en la cuneta, se colocarán barreras para impedir que prenda o se humedecerá la zona.

En caso de realizarse trabajos en puentes o lugares donde existan taludes muy inclinados, con riesgo de caída de altura, se hará uso de arnés anticaídas antes de retirar o manipular la barrera existente.

### 5.11.3 Equipos de protección personal

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Atropellos** | General. | Ropa de Alta visibilidad y reflectante | |
| **Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes. Contacto con sustancias irritantes, causticas o corrosivas** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero. Casco | |
| **Proyección de partículas.** | Salpicadura de gravilla<br>Corte con radial | | Gafas anti-proyecciones. |
| **Inhalación de polvo.** | General. | Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo. | |
| **Ruido.** | Máquina hincapostes y circulación de vehículos | | Protector auditivo. |
| **Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.** | Trabajos a la intemperie. | Ropa de protección contra bajas temperaturas. Calzado de protección contra el frío. Crema de protección. | |
| **Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.** | Transporte y manipulado de barrera | | Faja lumbar bajo prescripción del médico del trabajo/ uso puntual |
| **Caída a distinto nivel** | Puentes y taludes inclinados. | | Arnés anticaída |

## 5.12 Cimentación

### 5.12.1 Riesgos laborales detectados

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Atropellos y aplastamientos por vehículos** | ▪ Interferencia de personal en el radio de acción de maquinaria y vehículos (camiones de por vehículos. carga, camiones cuba de hormigón, retroexcavadoras; etc.) / Interferencia de vehículos y máquinas con zonas de paso de personal<br>▪ Simultaneidad de trabajos de máquinas de movimiento de tierras, máquinas de cimentación y personal de trabajos de cimentación |
| **Vuelco de vehículos y/o máquinas.** | Vertido de hormigón:<br>▪ Aproximación de camiones a excavaciones, para vertido directo.<br>▪ Aproximación de camiones bomba a bordes de talud de vaciado, en vertido mediante bombeo.<br>Otros<br>▪ Descuido y/o falta de atención del conductor de la máquina.<br>▪ Falta de iluminación en la zona de trabajo o acceso a excavación. |
| **Caídas a distinto nivel.** | ▪ Trabajos de armado, encofrado, hormigonado y vibrado en zapatas enterradas. |
| **Rozaduras y/o pinchazos.** | ▪ Contacto directo con armaduras o caída de personas sobre armaduras.<br>▪ Pisadas sobre puntas en maderas de encofrados, o puntas sueltas y/o manipulación de maderas y puntas para encofrados. |
| **Proyección de partículas.** | ▪ Operaciones de corte y conformación de armaduras y montaje de las mismas.<br>▪ Operaciones de vertido de hormigón / Desencofrado. |
| **Golpes, aplastamientos, atrapamientos y contacto con elementos cortantes.** | ▪ Manipulación, transporte, instalación de armaduras y encofrados, así como en desmontaje de estos últimos.<br>▪ Manipulación de cubilotes de hormigonados y/o mangueras de hormigonado.<br>▪ Caída de cargas en suspensión (armaduras, encofrados, entubados, etc.). |
| **Incendios y explosiones / Contactos térmicos.** | ▪ Trabajos con equipos de soldadura para el corte de armaduras o ensamblaje de armaduras. |
| **Contactos eléctricos directos e indirectos.** | ▪ Puesta en tensión de armaduras y encofrados acopiados sobre mangueras eléctricas.<br>▪ Trabajos con equipos eléctricos mal aislados o defectuosos.<br>▪ Puesta en tensión de terrenos encharcados. |
| **Inhalación de polvo / partículas.** | ▪ Manipulación y preparado de cemento.<br>▪ Corte de madera con sierra circular.<br>▪ Circulación continua de máquinas o vehículos y trabajos de movimiento de tierras próximos a zonas de trabajo. |
| **Inhalación de humos, gases, vapores o sustancias tóxicas.** | ▪ Utilización de desencofrantes de limpieza y aditivos del hormigón (especialmente los que presentan alcalinos, sílice cristalina y cromo). |
| **Contacto con sustancias caústicas, tóxicas o corrosivas.** | ▪ Contacto con hormigón.<br>▪ Utilización de desencofrantes de limpieza y aditivos del hormigón |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| | (especialmente los que presentan alcalinos, sílice cristalina y cromo). |
| **Ruido.** | ▪ Vehículos de transporte de hormigón.<br>▪ Sierras de corte de madera. |
| **Vibraciones.** | ▪ El manejo del equipo de vibrado del hormigón. |
| **Estrés térmico por frío o calor.** | ▪ Realización de trabajos en intemperie, durante épocas con temperaturas (altas o bajas) extremas. |
| **Radiación no ionizante (ultravioleta).** | ▪ Exposición a la radiación solar en épocas estivales, por trabajos en intemperie. |
| **Movimientos repetitivos.** | ▪ Atado de armaduras.<br>▪ Flexiones y trabajos en cuclillas a nivel de suelo para montaje / recogida de armadura y encofrados.<br>▪ Fuerza aplicada en apriete de encofrado y desencofrado. |
| **Posturas forzadas.** | ▪ Montaje y atado de armaduras.<br>▪ Manipulación y transporte de cargas pesadas (armaduras, encofrados, pilotes prefabricados y entubados) / Limpieza de encofrados.<br>▪ Colocación / recogida de material de encofrado, limpieza de encofrados, etc., a nivel de suelo. |

## 5.13 Acciones o medidas preventivas

**Acciones sobre los taludes**

A efectos de esta Sección, se considerará que los taludes de los terraplenes y los taludes de las excavaciones practicadas (desmontes, vaciados y zanjas) que afectan a la ejecución de las zapatas han sido ya ejecutados, tal como se indica en el movimiento de tierras. Seguían siendo de aplicación estas medidas preventivas.

En terraplenes y/o taludes de vaciado próximos a cimentaciones perimetrales

La necesidad de realizar trabajos en zonas próximas a taludes del vaciado y, en su caso, terraplenes para montar la armadura, el vertido de hormigón y el posterior vibrado, implica trabajar en un espacio con riesgo de desprendimiento o desplome de las paredes de la excavación. En aquellos casos en los que se dé esta circunstancia, se aplicarán las siguientes acciones:

Acciones orientativas para trabajos de cimentación en zonas adyacentes a taludes de vaciado / terraplenes.

| Sobre taludes | | Sobre sistemas de sostenimiento |
|---|---|---|
| **Reconocimiento y evaluación.** | Reconocer el estado de los taludes del vaciado | Reconocer el estado de los sistemas de sostenimiento instalados |
| **Estabilización** | Planificar los trabajos de forma que se dispongan encofrados interiores para sostener paredes, en aquellas zonas en las que la estabilidad de taludes no esté asegurada (cortes verticales de >2m, o taludes que no cumplan la relación 2H/1V) | |
| **Accesibilidad** | Asegurar una accesibilidad adecuada para facilitar la retirada de los trabajadores, así como una evacuación de emergencia. | |

En excavaciones para zapatas, encepados y pozos de cimentación interiores

Dado que los trabajos de armado de zapatas requieren el trabajar en el interior de las excavaciones, encepados y/o pozos de cimentación, ha de considerarse también el riesgo de desprendimiento o desplome de las paredes de las excavaciones. En estos casos se deberán asegurar las acciones orientativas dispuestas en la siguiente tabla:

Acciones orientativas para los trabajos en el interior de excavaciones de zapatas

| Sobre taludes | | Sobre sistemas de sostenimiento |
|---|---|---|
| **Reconocimiento y evaluación.** | Reconocer el estado de los taludes de las zanjas de cimentación | Reconocer el estado de los sistemas de sostenimiento instalado |
| **Estabilización** | Planificar los trabajos de forma que se dispongan encofrados interiores para sostener paredes, en aquellas zonas en las que la estabilidad de taludes no esté asegurada (cortes verticales de >2m, o taludes que no cumplan la relación 2H/1V) | |
| **Accesibilidad** | Asegurar una accesibilidad adecuada para facilitar la entrada y salida de los trabajadores, así como una evacuación de emergencia. | |

**Acciones Organizativas**

Cuando exista alguna simultaneidad entre las actividades de movimiento de tierras, armado y/o hormigonado, se hace imprescindible establecer un plan de trabajo específico para evitar las interferencias entre las zonas de trabajo en las que se realicen operaciones de excavación y las zonas en que se ejecuten las estructuras de zapatas, encepados o pozos, asegurando una coordinación adecuada de las actividades.

De igual forma se actuará cuando sea previsible la simultaneidad entre trabajos de armado y hormigonado, para evitar el paso de cargas suspendidas sobre las zonas de hormigonado / armado.

Se organizará el trabajo de modo que, se vierta el hormigón en los pozos de cimentación en el mismo momento de su excavación evitando de este modo la permanencia del pozo abierto para evitar desprendimientos de tierras y derrumbes de material

Ningún trabajador permanecerá en el borde del pozo siendo obligatorio el uso del arnés atado a un punto fijo para realizar las mediciones de su profundidad, y se mantendrá una distancia alrededor del pozo de cimentación para evitar la sobrecarga de los taludes.

No se permitirá la circulación de maquinaria pesada al rededor del pozo de cimentación

Acondicionamiento y señalización de la zona de trabajo. Accesos de personal

Para la ejecución de las cimentaciones se tratará de acceder lo mínimo posible a la excavación, en caso de ser necesario para la realización de los trabajos:

- El acceso y salida de una excavación o pozo para cimentación no debe suponer un riesgo añadido para el trabajador. Para el dimensionado del sistema de acceso es preciso tener en consideración la profundidad, la anchura y la longitud de la excavación, así como el número de trabajadores que vayan a estar en el interior.
- En la tabla siguiente se recogen unos criterios orientativos, y no exhaustivos, para la definición de estos accesos:

Tipología de accesos al interior de excavaciones profundas de cimentaciones directas.

| Zonas de trabajo | Profundidad orientativa (H) | Tipo de acceso | Otras consideraciones |
|---|---|---|---|
| **Excavaciones de cimentación poco profundas.** | H < 0,50 m | Pequeñas escaleras de mano y/o banquetas. | Altura a determinar en función de la profundidad. |
| **Excavaciones profundas para cimentación.** | 0,50 < H | Escaleras de mano, con anclaje superior resistente para evitar su vuelco y dispositivo de reparto de cargas en su apoyo para evitar hundimiento y/o desestabilización. | Cantidad: A determinar en función de la longitud de la excavación y del número de operarios, para garantizar una evacuación rápida. |

**Acciones sobre la ejecución de los trabajos**

Trabajos de acabado y compactación de fondo de excavación.

En aquellas zapatas en las que sea preciso realizar, en el fondo de la misma, una compactación de este y/o realizar una cama de hormigón, se deben tener en cuenta las consideraciones establecidas a este respecto para trabajos en el interior de zanjas, descritas en la fase de movimiento de tierras.

- Durante el encofrado

  El encofrado de zapatas y encepados se considerará en aquellos casos en los que la cimentación se ejecute de forma directa sobre el terreno, sin tener que realizar excavación previa.

  Asimismo, para zapatas enterradas con paredes de excavación que presenten una cohesión insuficiente, se dispondrán encofrados para evitar posibles desprendimientos.

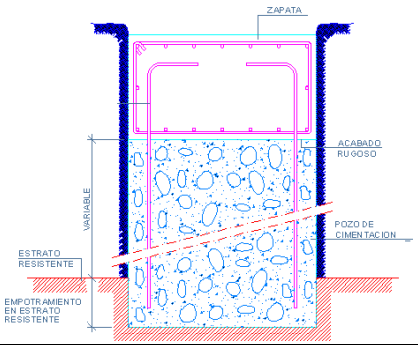
  Durante el encofrado se deben organizar las tareas de forma que:

  - Los encofrados metálicos se utilicen de conformidad a las especificaciones del fabricante y en especial a los esfuerzos que deben soportar
  - Se asegure el mantenimiento diario del orden y limpieza de la zona afectada, eliminando residuos y en especial maderas y puntas.
  - En el transporte de paneles de encofrado, siempre que intervengan aparatos elevadores (como grúas torre, grúas autopropulsadas, camiones pluma, etc.), es necesario asegurar la calidad y condiciones de uso de los aparejos de izado y la definición del método de eslingado, según proceda, y atendiendo a las especificaciones del fabricante.

- Durante el armado

  Se deben organizar los trabajos y circulación de forma que se eliminen sobrecargas dinámicas en zonas próximas a los bordes de las excavaciones de cimentación en las que se esté trabajando, muy especialmente en excavaciones superiores a 1,30 m de profundidad, restringiendo la aproximación de los vehículos a las mismas.

  Durante el montaje de la ferralla para el armado, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

| | |
|---|---|
| **Zapatas superficiales elaborada.(sobre terreno)** | **La armadura, de forma general, se montará "in situ", si bien también podrá estar** |
| **Zapatas enterradas (en excavación)** | En zapatas profundas:<br>Prioritariamente, se asegurará que la armadura se introduzca ya elaborada, para evitar el acceso de trabajadores al interior (instalación de armaduras y atado) y/o tiempos prolongados de permanencia en su interior.<br>En pozos de cimentación:<br>Preferentemente, realizar un vertido de hormigón en masa, para elevar la cota de trabajo y, posteriormente, elaborar la zapata.<br>  |
| | Si fuese preciso acceder al interior de zapatas, encepados o pozos, por causa justificada técnicamente, antes de la realización de los trabajos en el interior se revisarán los taludes y/o sistemas de sostenimiento instalados. |
| | En zapatas de grandes dimensiones, para alturas superiores a 2 m, se asegurará la disponibilidad de líneas auxiliares de anclaje horizontales, para posibilitar la fijación del sistema anticaídas por parte de los trabajadores. |

Una vez realizado el armado, se asegurará la instalación de sistemas de protección (setas o tapones, cajeados, o sistemas similares, etc.) sobre las armaduras verticales, teniendo en cuenta la resistencia de estos sistemas ante las características del posible daño que las armaduras puedan provocar ante contactos directos (rozamiento) o caídas sobre las mismas (impacto).

En zapatas, emparrillados y losas de gran superficie, durante el montaje "in situ" de la armadura se habilitarán pasillos de desplazamiento sobre las mismas (plancha de madera, tablones de madera o sistemas similares) para minimizar riesgos de torceduras y caídas al mismo nivel en estas tareas.

- Durante el hormigonado y vibrado

  En las operaciones de hormigonado y vibrado de zapatas, encepados y/o pozos de cimentación, su realización dependerá de la disposición en el terreno de los mismos (en superficie o enterrada).

  En el caso de cimentación enterrada, prioritariamente se realizará desde el exterior, pero si fuese preciso ubicarse sobre el mismo, por dimensiones del cimiento, se debe

asegurar la disponibilidad de plataformas de trabajo resistentes (transportables) y protegidas con barandillas en su perímetro, y dispuestas perpendicularmente al eje de la zanja o zapata, de forma que se impida el deslizamiento imprevisto de las mismas.

En zapatas, emparrillados y losas de gran superficie, durante el vertido de hormigón desde la propia armadura se habilitarán pasillos de desplazamiento sobre las mismas (plancha de madera, tablones de madera o sistemas similares) para minimizar riesgos de torceduras y caídas al mismo nivel en estas tareas.

- Durante el desencofrado

  Se organizarán las tareas de desencofrado, de forma que durante el "despegue" del encofrado, no exista personal en el radio de acción de la carga, en prevención de posibles golpes por el balanceo de esta.

  En la utilización de desencofrantes de limpieza se deberá tener en cuenta la dosificación establecida por el fabricante. Durante las mezclas del producto y su aplicación, se asegurará la utilización de guantes impermeables y gafas antiproyecciones.

**Acciones sobre los trabajos con hormigón**

Tendiendo a la tipología de los encofrados y de la estructura, se ha de asegurar una distribución uniforme del hormigón y así garantizar un adecuado reparto de las cargas. Durante el hormigonado se tendrán previstos los casquillos para el posterior empotramiento de las protecciones colectivas de borde.

1) Vertido con cubilote

En las maniobras de aproximación de los camiones a la zona de llenado de cubilote, se debe asegurar que determinadas maniobras de los vehículos se identifiquen con señales acústicas.

La maniobra del vertido ha de dirigirla personal cualificado para evitar la realización de maniobras inseguras. Se asegurará la utilización de cubilotes que una vez llenos, no superen la carga máxima admisible de la grúa que lo sustenta.

En cualquier caso, los cubilotes que se empleen deben estar en buenas condiciones de uso, con palanca de vertido adecuada y dispositivo de enganche para el izado en buen estado y con suficiente resistencia.

En el caso de ser necesario realizar vertidos en altura, se deben utilizar medios auxiliares adecuados a la altura de trabajo (andamios, plataformas elevadoras, torres de hormigonado., etc.), que en cualquier caso deben asegurar las condiciones de seguridad den los trabajadores.

2) Vertido directo con camión hormigonera

Las maniobras de aproximación de los camiones a la zona de vertido tienen que ser dirigidas por personal cualificado, para evitar una eventual caída de los mismos al interior de la excavación. Determinadas maniobras de los vehículos han de identificarse con señales acústicas.

De igual forma, una vez posicionado el vehículo hay que proceder a su estabilización, con el fin de evitar su desplazamiento accidental.

3) Vertido con camión bomba.

Hay que tomar las medidas necesarias para asegurar que determinadas las maniobras de los vehículos se identifiquen con señales acústicas.

El personal encargado de estas operaciones ha de conocer los procesos y las operaciones a realizar en la manipulación de mangueras y en la limpieza de estas.

**Vibrado:**

Las operaciones de vibrado de hormigón han de realizarse desde zonas de trabajo estables y, en su caso, protegidas frente a caídas en altura. Es necesario utilizar medios auxiliares adecuados a la altura de trabajo (andamios, plataformas elevadoras, torres de hormigonado., etc.), que aseguren las condiciones de seguridad para la realización de estas tareas.

Con carácter general se organizarán las tareas de vibrado, de forma que se posibilite la existencia de turnos entre 2 trabajadores para evitar una exposición continuada a las vibraciones.

**Taller de ferralla.**

El taller de ferralla y la zona de acopio de barras y armaduras conformadas, en la medida de lo posible, deben estar localizados en una zona accesible para las grúas y así posibilitar:

- La carga y descarga de paquetes de ferralla.

- La carga de armaduras conformadas para su acopio o transporte a zona de posicionamiento en obra.

Los trabajos realizados en el taller de ferralla se han de organizar de forma que se asegure la máxima coordinación entre las partes intervinientes, con objeto de conseguir:

- La utilización de equipos de trabajo, máquinas y aparejos de izado y complementos en buenas condiciones de uso y acordes a la normativa.
- Que el personal encargado de estas operaciones esté capacitado y sea conocedor de las tareas a realizar.
- Reducir los riesgos de accidente.
- El establecimiento de una planificación de rotaciones, turnos y periodos de descanso, en función de la tipología de los trabajos a realizar, para dar a los puestos de trabajo y actividades la mayor variedad de contenidos posibles y evitar la monotonía en el trabajo, de acuerdo con criterios de producción y de salud.
- La limpieza periódica del taller para eliminar obstáculos, superficies resbaladizas y retirar materiales residuales, con especial atención a restos de armadura y alambre, y en su caso darles el tratamiento oportuno, según lo determinado en el Plan de gestión de residuos de la obra.
- La disponibilidad de herramientas de mano resistentes, apropiadas por sus características y tamaño a la operación a realizar, y libres de defectos ni desgaste que dificulten su correcta utilización.

En aquellos casos en que el taller de ferralla deba ser ubicado en alguna zona afectada por trabajos en cotas superiores, han de adoptarse las medidas pertinentes para asegurar la protección de los trabajadores del taller frente a la posible caída de objetos o materiales.

Con el fin de evitar interferencias (además de cargas manuales innecesarias) entre los trabajos, posibilitando a su vez que los materiales a utilizar se dispongan lo más cerca posible de la zona de trabajo y de forma ordenada, mediante auxilio de medios mecánicos de elevación. Se ha de procurar la distribución más adecuada de las zonas de acopio de materiales.

La zona de acopio de ferralla debe quedar señalizada y delimitada con malla de señalización tipo “stopper” o sistema similar, o bien protegida con barandillas en aquellas zonas próximas a taludes con alturas superiores a 2 m.

En el acopio de material

Se han de adoptar las medidas oportunas para asegurar que el acopio de los paquetes de redondos se realice en posición horizontal, disponiendo elementos de reparto de cargas (durmientes de madera o similar) de forma que:

- Las barras se agrupen por diámetros.
- No se sobrepasen alturas superiores a 1,50 m.
- Se imposibilite el deslizamiento de los materiales acopiados.
- Se encuentren lo más cerca posible de la dobladora y del banco de trabajo.
- No interfieran con la instalación eléctrica ni los cables de reparto.
- Se mantengan pasillos limpios para el desplazamiento de las personas.

Durante el transformado de armaduras

Los bancos de trabajo para montaje de armaduras serán estables y adecuados a la altura de trabajo.

Durante el doblado de armaduras con máquina, se ha de acotar (malla tipo “stopper”, valla autónoma o similar) y señalizar la zona de barrido de las barras, para evitar el acceso de personal no autorizado e impedir que se realicen tareas y acopios en el área afectada.

Para los trabajos de atado o anudado de armaduras se han de utilizar, prioritariamente, herramientas eléctricas para el anudado/atado de barras al objeto de evitar movimientos repetitivos de las manos, dedos y muñecas durante las tareas.

En el caso de tener que realizar trabajos en altura (atado de armaduras, soldado, etc.) para conformar grandes jaulas, se han de emplear medios auxiliares (andamios tubulares, castilletes tubulares, etc.) con distintos niveles de plataformas adecuadas a la altura de trabajo, y han de estar protegidas perimetralmente.

Durante el transporte de armaduras

En el transporte de armaduras o paquetes de ferralla, siempre que intervengan aparatos elevadores (grúas torre, grúas autopropulsadas, etc.), se ha de asegurar la calidad, las adecuadas condiciones de uso de los aparejos de izado y la definición del método de eslingado, según proceda, evitando en todo momento tomar como base de enganche los latiguillos de atado o alambre de agrupamiento de las armaduras o barras.

Para el transporte en suspensión de paquetes y armaduras, es necesario:

- Que los paquetes de ferralla sean izados, en posición horizontal, mediante eslingas que abracen el paquete por dos puntos cercanos a sus extremos y formando un ángulo no superior a 90º con respecto al gancho de la grúa, para evitar la inestabilidad de la carga.
- En armaduras de grandes dimensiones, prioritariamente se tratará de utilizar balancines de reparto para el izado y transporte de las mismas. Excepcionalmente, en el caso de ser justificado técnicamente su transporte vertical, se ha de utilizar un enganche auxiliar de seguridad.

Acciones frente a la electricidad

La maquinaria del taller de ferralla, en especial cizalladora y dobladora eléctrica, se debe instalar sobre un entablado montado sobre una capa de gravilla y con una anchura de 3 m., para evitar pisar sobre agua o barro durante el accionamiento de las máquinas, y con ello caídas o contactos eléctricos.

La zona de acopio de ferralla (barras, armaduras conformadas, etc.) ha de ubicarse en zonas por las que no pasen mangueras eléctricas de alimentación, para evitar su apilamiento sobre las mismas o el posicionamiento de mangueras sobre las armaduras o paquetes de ferralla.

### 5.13.1 Equipos de protección individual.

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Caídas a distinto nivel.** | Cimentaciones directa en zapatas de grandes dimensiones y profundidad > 2 m / Armado yhormigonado. | Calzado de seguridad | Equipo anticaída (Arnés, fijaciones, eslinga, mosquetones, etc.), en aquellos casos en que se justifique técnicamente la imposibilidad utilizar protecciones colectivas o cuando la protección colectiva no evite el riesgo de caída. |
| **Golpes, cortes y aplastamientos.** | Caída armaduras en suspensión.<br>Transporte rodado (grúa autopropulsada) de armaduras. | Ropa de alta visibilidad<br>Casco<br>Calzado de seguridad<br>Guantes | |
| **Caída de objetos y golpes en cabeza.** | General. | Casco. | |

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general Uso específico |
|---|---|---|
| **Proyección de partículas.** | Corte de armaduras con radial.<br>Corte de armaduras por oxicorte.<br>Trabajos con hormigón | Pantalla anti-proyecciones y anti-impactos.<br>Gafas anti-polvo.<br>Gafas anti-proyecciones.<br>Pantalla facial de soldador.<br>Casco |
| **Inhalación de polvo.** | Movimiento de tierras | Mascarilla antipolvo FFP2. |
| **Ruido.** | Uso de maquinaria | Protectores auditivos. |
| **Quemaduras.** | Corte de armaduras por soldadura.<br>Soldadura de barras en solapes de armaduras de pilotes. | Guantes y mandil de cuero para soldadura. |

## 5.14 Estructuras

La estructura del edificio de control está realizada por perfiles metálicos. en pórticos unidos ente si mediante bigas de atado.

### 5.14.1 Factores de riesgo

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Atropello y aplastamiento por vehículos** | ▪ Interferencia de personal en el radio de acción de maquinaria y vehículos (camiones de carga, camiones cuba de hormigón, camiones bomba, grúas autopropulsadas, grúas autocargantes, plataformas elevadoras, motovolquete, maquinaria de movimiento de tierras, etc.).<br>▪ Interferencia de vehículos y máquinas con zonas de paso de personal. |
| **Caídas a distinto nivel** | ▪ Por frentes de trabajo, perímetros de forjados y huecos:<br>▪ En la instalación de sistemas de encofrado, placas alveolares, chapas grecadas, etc.<br>▪ Deslizamiento de casetones, tableros de encofrado mal fijados.<br>▪ En la instalación de armaduras en forjados.<br>▪ En la ejecución de pilares.<br>▪ En la instalación de sistemas de protección / prevención.<br>▪ Desde medios auxiliares:<br>▪ Durante la utilización de andamios tubulares en operaciones de: armado, encofrado, hormigonado y vibrado en pilares y alzados verticales.<br>▪ En la utilización de torretas de hormigonado para pilares.<br>▪ En la utilización de torres de acceso y pasarelas.<br>▪ En la utilización de escaleras de mano.<br>▪ Uso de plataformas elevadoras para recepción e instalación de piezas en altura.<br>▪ Otros:<br>▪ Colapso de estructuras<br>▪ Trabajos sobre tableros en zonas en fase de desencofrado. |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas al mismo nivel** | ▪ Falta de orden y limpieza.<br>▪ Irregularidad del terreno.<br>▪ Deficiente iluminación.<br>▪ Superficies heladas y/o mojadas.<br>▪ Pérdida de estabilidad durante la manipulación de los materiales (ferralla, manguera bomba, hormigón, etc.). |
| **Sepultamientos y atrapamientos** | ▪ Derrumbes o colapso de estructuras:<br>▪ Incorrecto o insuficiente sistema de arriostramiento y/o apeo.<br>▪ Desencofrado prematuro.<br>▪ Deficiente reparto en el vertido del hormigón.<br>▪ Mala elección de puntales, puntales deteriorados, número insuficiente o insuficiente capacidad portante.<br>▪ Doble apuntalamiento (contra-andamio).<br>▪ Inestabilidad de puntales inclinados en borde de forjado. |
| **Rozaduras, pinchazos, cortes y amputaciones.** | ▪ Manipulación de armaduras y otros medios auxiliares.<br>▪ Contacto o caída sobre armaduras instaladas.<br>▪ Pisadas sobre puntas en maderas de encofrados, o puntas sueltas y/o manipulación de maderas y puntas para encofrados.<br>▪ Corte de madera con sierra de corte (sierra circular). |
| **Proyección de partículas** | ▪ Operaciones de corte y conformación de armaduras y montaje de las mismas.<br>▪ Operaciones de vertido de hormigón / vibrado / desencofrado.<br>▪ Picado de hormigón o demolición de elementos con martillo neumático.<br>▪ Rotura de discos de sierra de corte de madera. |
| **Golpes y aplastamientos** | ▪ Manipulación, transporte, instalación de armaduras, encofrados y andamios, así como en desmontaje de estos.<br>▪ Manipulación de cubilotes de hormigonados y/o mangueras de hormigonado.<br>▪ Caída / Balanceo de cargas en suspensión (armaduras, encofrados, placas prefabricadas, andamios, etc.). Estribado inadecuado.<br>▪ Caída de cargas (encofrados, prefabricados, chapas, etc.) acopiados.<br>▪ Caída de materiales y herramientas por huecos interiores.<br>▪ Atranques o movimientos bruscos durante los trabajos con bombas de hormigonado.<br>▪ Interferencia entre radios de giro de grúas. |
| **Vuelco de vehículos y/o máquinas** | ▪ Maquinaria de elevación con capacidad de carga insuficiente. Izado de cargas con peso superior a la carga máxima admitida por el equipo de elevación<br>▪ Maquinaria de elevación con cimentación / arriostramiento insuficiente.<br>▪ Accesos y zonas de tránsito inadecuados: trazado, capacidad portante del terreno, etc.<br>▪ Descuido y/o falta de atención del conductor de la máquina.<br>▪ Vertido de hormigón mediante camión junto a excavaciones. |
| **Incendios y explosiones / Quemaduras** | ▪ Trabajos con equipos de soldadura para el corte de armadura, ensamblaje de armadura, fijación de chapa colaborante / instalación de sistemas de fijación para protecciones |

### 5.14.2 Medidas preventivas

**Estructura metálica.**

Se deberá asegurar una coordinación de actividades, cuando se prevea o exista alguna simultaneidad entre:

- Recepción y montaje de estructuras con la ejecución de cimentaciones y/o forjados en niveles inferiores o en el perímetro de los edificios (saneamiento).
- Recepción y montaje de estructuras en altura con la zona de barrido de cargas suspendidas.
- Estructura con trabajos de cerramiento exterior, de forma que se elimine la posibilidad de realizar trabajos en la vertical o bien asegurar la dotación de sistemas de retención de materiales que impida la caída de estos a niveles inferiores de trabajo.

Se debe organizar la circulación (interior y exterior) de personal y maquinaria o vehículos, para facilitar el acceso de grandes trailers y maquinaria pesada, en aquellos casos en que sea preciso instalar elementos estructurales (vigas, cerchas, etc.) de grandes dimensiones. Se considerarán, entre otras:

- Las acciones y señalización para adoptar en el exterior de la parcela para facilitar el acceso.
- Las acciones a adoptar dentro de la parcela para su posicionamiento. Se delimitará con cinta de balizamiento las zonas donde se prohíbe el paso por interferencia con el manipulado aéreo de cargas.

Dado que es preciso utilizar plataformas elevadoras o castilletes tubulares (andamio) para realizar los trabajos en altura, debe procederse al acondicionamiento de la superficie (terreno / suelo) afectada por el posicionamiento de estos. Debiendo estar la superficie por donde circulan estos elementos auxiliares, libres de objetos.

Una vez preparada la zona de trabajo, se elevarán los elementos metálicos y se colocarán provisionalmente en su lugar.

El plan de montaje se organizará de forma que las zonas afectadas por los trabajos de montaje de la estructura en niveles superiores quedan delimitadas y acotadas (malla tipo “stopper” o similar, valla de contención) en todo su perímetro, para evitar el acceso de personal a las mismas y suprimir los trabajos en dichas zonas.

Procedimiento de izado y manipulación de cargas

1) Previo al trabajo:

Se darán instrucciones para que no se dejen cargas suspendidas sobre otros operarios, ni sobre zonas del exterior de la obra que puedan afectar a personas, vehículos u otras construcciones.

Se suspenderán los trabajos cuando haya fuertes vientos. En cualquier caso, cuando el viento sea excesivo el gruista interrumpirá temporalmente su trabajo y asegurará la flecha en posición de marcha del vehículo portante

Debe acotarse y señalizarse la zona de izado de las cargas.

Prohibir, mediante señalización y balizado el paso a la zona de trabajo de personas bajo cargas en suspensión, permanecer bajo cargas suspendidas y en zonas próximas al izado.

Antes de poner en marcha la maquinaria, se debe comprobar que:

- El gruista dispone de toda la información necesaria para realizar sin riesgos su trabajo (radio de trabajo, peso de la carga, altura de elevación, posibles obstáculos, etc.). La ejecución segura de una maniobra exige el conocimiento del peso de la carga por lo que, de no ser previamente conocido, deberá obtenerse una aproximación por exceso, cubicándola y aplicándole un peso específico entre 7,85 y 8 Kg/dm3 para aceros.
- Al peso de la carga se le sumará el de los elementos auxiliares (estrobos, grilletes, etc.).
- Conocido el peso de la carga, se verificará en las tablas de trabajo, propias de cada grúa, que los ángulos de elevación y alcance de la flecha seleccionados son correctos, de no ser así deberá modificar alguno de dichos parámetros.
- La grúa posee la correspondiente documentación y esta se encuentra en vigor.
- Se dispone del Manual de instrucciones junto a las tablas de carga del aparato.
- Se realiza un análisis exhaustivo de la grúa móvil autopropulsada, análisis que irá desde la revisión de aceite, agua y niveles de presión hasta la comprobación individual de las partes que componen el aparato.

2) Ejecución del trabajo:

Estrobado y elementos auxiliares:

- El estrobado se ha de realizar de manera que el reparto de carga sea homogéneo para que la pieza/estructura suspendida quede en equilibrio estable, evitándose el contacto de estrobos con aristas vivas mediante la utilización de salvacables.

- El ángulo que forman los estrobos entre sí no superará en ningún caso 120º debiéndose procurar que sea inferior a 90º. En todo caso deberá comprobarse en las correspondientes tablas, que la carga útil para el ángulo formado es superior a la real.
- Cada uno de los elementos auxiliares que se utilicen en las maniobras (eslingas, ganchos, grilletes, ranas, etc.) deben tener capacidad de carga suficiente para soportar, sin deformarse, las solicitaciones a las que estarán sometidos. Se desecharán aquellos cables cuyos hilos rotos, contados a lo largo de un tramo de cable de longitud inferior a ocho veces su diámetro, superen el 10% del total de los mismos

Maniobra de izado:

- Debe asegurarse que toda la maniobra de izado sea supervisada por personal técnico cualificado (encargado de maniobra), con la formación y capacidad necesaria para poder dirigirla, que será responsable de su correcta ejecución, el cual podrá estar auxiliado por uno o varios ayudantes de maniobra, si su complejidad así lo requiere.
- El gruista solamente deberá obedecer las órdenes del encargado de maniobra y de los ayudantes, en su caso, quienes serán fácilmente identificables por distintivos o atuendos que los distingan de los restantes operarios
- Las órdenes serán emitidas mediante un código de ademanes que debe conocer perfectamente tanto el encargado de maniobra y sus ayudantes, como por el gruista, quien a su vez responderá por medio de señales acústicas o luminosas. Generalmente se utiliza el código de señales definido por la Norma UNE 003.
- Durante el izado de la carga hay que evitar que el gancho alcance la mínima distancia admisible al extremo de la flecha, con el fin de reducir lo máximo posible la actuación del dispositivo de fin de carrera, evitando así el desgaste prematuro de contactos que pueden originar averías y accidentes
- Cuando la maniobra requiere el desplazamiento del vehículo-grúa con la carga suspendida, es necesario que los maquinistas estén muy atentos a las condiciones del recorrido (terreno no muy seguro o con desnivel), mantengan las cargas lo más bajas posible, den numerosas y eficaces señales a su paso y estén atentos a la combinación de los efectos de la fuerza de inercia que puede imprimir el balanceo o movimiento de péndulo de la carga.

- Deben evitarse oscilaciones pendulares que, cuando la masa de la carga es grande, pueden adquirir amplitudes que pondrían en peligro la estabilidad de la máquina, por lo que, en la ejecución de toda maniobra se ha de adoptar como norma general que el movimiento de la carga a lo largo de aquella se ha de realizar de forma armoniosa, es decir, sin movimientos bruscos, pues la suavidad de movimientos o pasos que se siguen en su realización inciden más directamente en la estabilidad que la rapidez o lentitud con que se ejecuten.

Recepción y posicionamiento de los elementos (vigas, pilares y cerchas):

- Durante la recepción y posicionado de elementos (pilares, vigas, cerchas, etc.) en altura, se mantendrán en suspensión de la grúa hasta posicionado y fijación. No se soltarán del gancho de la grúa hasta que esté asegurada su estabilidad. Se consultará con el fabricante el modo correcto de amarre y transporte de las cargas.
- Para los trabajos de recepción, posicionamiento y fijación de los elementos en altura prioritariamente se deben utilizar plataformas elevadoras, torres andamiadas o castilletes de hormigonado, estando prohibido para este fin el uso de escaleras de tijera o mano.
- No ser realizarán los trabajos desde escaleras de mano, se utilizarán plataformas elevadoras móviles de personas para lo cual el terreno por donde estas deben circular deberá acondicionarse correctamente. Será obligatorio el uso de arnés de seguridad tanto durante la ejecución de los trabajos en la plataforma, como durante los traslados en la plataforma.
- En el caso de uniones atornilladas, todos los tornillos de fijación a los perfiles (vigas, pilares, etc.) estarán debidamente apretados, sin omitir ninguno. En el atornillado se verificará el par de apriete y en la soldadura realizada en obra se aplicará lo mismo que para las realizadas en taller.
- Se colocará toda la estructura metálica, planta baja y primera y se dejaran preparados en los finales de los pilares metálicos, barras estructurales que puedan servir para la instalación de una línea de vida para los trabajos posteriores de encofrado y hormigonado.

**Medidas preventivas generales para estructura metálica:**

En todo momento se seguirán estrictamente las normas de montaje que se marquen en el proyecto de montaje. No se improvisará en ningún caso.

Los trabajos de montaje en altura se suspenderán cuando las condiciones meteorológicas incidan negativamente en la seguridad de los operarios.

Los materiales y elementos estructurales se apilarán en lugares preseñalados debiendo quedar libres de obstáculos las zonas de trabajo y paso del personal.

Los perfiles se apilarán ordenadamente sobre durmientes de madera de soporte de cargas estableciendo capas hasta una altura no superior al 1,50m.

Las diversas piezas metálicas se estrobarán siempre de manera que el conjunto transporte colocación quede simplificado al máximo. Se adoptarán posiciones de transportes semejantes a la de ensamblaje, o caso de no ser posible lo anterior, tales que permitan una manipulación y colocación final que no obligue los operarios a adoptar posiciones expuestas o realizar sobreesfuerzos.

Las operaciones de corte o limado de cualquier perfil metálico se efectuarán: siempre que sea posible, sobre el terreno, y no en su emplazamiento definitivo.

Las diferentes piezas estructurales contarán con los elementos auxiliares apropiados de transporte y unión, a fin de que sean mínimos los riesgos de montaje.

El estrobado de los perfiles se efectuará de modo cuidadoso y con eslingas en buen estado, a fin de garantizar la estabilidad e integridad de aquellos durante su movimiento. Se pondrá especial atención para soslayar posibles atrapamientos de las extremidades superiores entre elementos y eslingas.

Las maniobras de ubicación “in situ” de pilares y vigas (montaje de la estructura) serán gobernadas por los operarios necesarios para que las maniobras sean seguras. El operario de la grúa que aproxime y presente el elemento metálico tendrá que ver en todo momento a los operarios que coloquen el mismo; en caso contrario se auxiliará de un señalista. Durante el proceso ningún trabajador quedará situado ocasionalmente debajo de la carga.

Cuando la pieza esté correctamente ubicada se procederá a su punteado, no considerándose como elemento seguro en tanto no se termine la operación de soldar. El elemento metálico a colocar no podrá ser soltado por la grúa hasta que el encargado del equipo de montaje lo ordene, una vez que aquel se encuentre en su posición correcta y unido al resto de la estructura.

El operario de la grúa que aproxime y presente el elemento tendrá que ver en todo momento a los operarios que coloquen el mismo; en caso contrario, se auxiliará de un señalista. Durante tal proceso ningún trabajador quedará situado ocasionalmente debajo de la carga.

El operario que vaya a recibir la pieza no se expondrá al riesgo de caída por tratar de guiar aquella, previamente a su recepción.

Se señalizará la zona de paso de los perfiles suspendidos, y durante las operaciones de izado, punteado y soldado se prohibirán los trabajos y la permanencia de personal en la vertical de estas operaciones.

Se extremará la vigilancia y control de los cables, eslingas, balancines, pestillos y demás elementos auxiliares, que se controlarán a diario y antes y después de cada esfuerzo importante.

No se comenzarán los trabajos en una altura hasta que la inferior esté totalmente terminada y con todos los elementos de protección colectiva debidamente colocados.

El trabajo simultáneo en dos o más niveles superpuestos de mutua influencia evitará siempre que sea posible. Únicamente será admitido en casos especial previo análisis de todas las situaciones de riesgo que pudiesen presentarse disposición acorde con las protecciones intermedias que impidan la transferencia de riesgos causada por la simultaneidad de actividades.

El diseño, composición y colocación de dichas protecciones será objeto de estudio particular, a realizar en la obra.

Se cumplirán las condiciones de seguridad y medidas preventivas establecidas para los trabajos con equipos de soldadura.

Se habilitarán espacios determinados para el acopio de la perfilería.

Finalizados los trabajos con andamios estos deberán revisarse al término de cada utilización, sustituyéndolos cuando presenten alguna anormalidad.

Las botellas de gases en uso permanecerán siempre en el interior del carro porta botellas.

Para soldar sobre tajos de otros operarios, se tenderán viseras o protectores de chapa.

Se prohíbe trepar directamente por la estructura.

Se prohíbe la permanencia de personal dentro del radio de acción de cargas suspendidas.

**Preparación de la estructura para la colocación de las protecciones colectivas**:

Se podrá optar por alguna de estas opciones:

Dada la imposibilidad de instalación de líneas de vida entre pilares para la ejecución del forjado de la cubierta plana en su lateral exterior, pues los pilares no sobrepasan la cubierta, se solicitará que los pilares se suministren con un implemento de características

indicadas a continuación que estará soldado a la parte superior de los pilares y permitirá la instalación de la línea de vida para la posterior colocación de las losas de cubierta. Se preverá que en el trazado de la línea de vida de tipo cinta no pueda desgastarse o rozarse con las aristas de la estructura metálica para lo cual estas quedarán protegidas con elementos de goma.

Los balaustres para el perímetro de forjado se podrán instalar, en lugar de con cartuchos embebidos en el hormigón, mediante la soldadura de varillas de acero corrugado Ø20 a las vigas de cada forjado. Las varillas de acero serán soldadas durante la colocación de las vigas, desde plataformas elevadoras móviles de personas o plataformas andamiadas. Se instalarán en todo el perímetro del forjado. Dichas varillas quedarán protegidas por topes de goma hasta la colocación del balaustre sobre ellas.

**Colocación de losa**

Para la instalación de la losa de planta baja no serán necesarios medios de protección colectiva dado que según indica el proyecto, no hay riesgo de caída de altura (altura <1,50).

Dado que existe una superficie estable y resistente (forjado, losa) por debajo de la cota de instalación de las losas de la cubierta, se utilizarán, o bien plataformas elevadoras móviles de personas (dado que el forjado es alargado y se puede alcanzar desde PEMP ubicadas en el exterior), o castilletes tubulares (fijos o móviles) cumpliendo las siguientes condiciones:

- Que sean adecuados a la altura de trabajo.
- Que cumplan con los requisitos normativos que le son de aplicación, y en su caso a las propias especificaciones del fabricante en cuanto a uso e instalación se refiere.
- Que se asegure la inmovilidad del andamio frente a desplazamientos eventuales.
- Que la zona de ubicación del andamio dispone de sistemas de protección frente a caídas a distinto nivel, si existe un desnivel superior a 2,00 m.

Se solicitará al fabricante de las placas la información pertinente a la descarga y montaje de las placas, sistemas de amarre y procedimientos de trabajo seguros para su manipulado y colocación.

En caso de que la empresa que ejecute la colocación de losa, disponga de un sistema y procedimiento propio para la colocación de losa, ésta facilitará el procedimiento de trabajo de forma previa al inicio de la ejecución de los trabajos que será confirmado con el fabricante de las losas y en caso de ser compatible se presentara para su aprobación al Coordinador de Seguridad.

Medidas preventivas generales para el montaje de prefabricados:

- Se nombrará por parte de la empresa que ejecuta la colocación de las placas alveolares un director de montaje de elementos prefabricados de hormigón.
- Se debe establecer previamente el recorrido de la carga a transportar, la cual se llevará a la altura adecuada para que no sean alcanzados los trabajadores.
- La pieza prefabricada será izada del gancho de la grúa mediante el auxilio de balancines, y/o útil correspondiente, que deberá estar homologado.
- Se garantizará que los puntos de sujeción para el izado de los paneles sean firmes.
- El prefabricado en suspensión del útil de izado se manipulará según instrucciones del fabricante
- Una vez presentando en el sitio de instalación el prefabricado, se procederá, sin descolgarlo del gancho de la grúa y sin descuidar la guía mediante los cabos, el montaje definitivo. Concluido el cual, podrá desprenderse el útil de izado, y sólo después de que lo ordene el encargado del equipo de montaje.
- El riesgo de caída desde altura se evitará realizando los trabajos de recepción e instalación del prefabricado desde el interior de una plataforma de trabajo rodeada de barandillas de 90 cm. de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié de 15 cm, montados sobre andamios. No se permite la retirada de protecciones colectivas de estos medios auxiliares (bien sean castilletes o PEMP)
- Se prohíbe trabajar o permanecer en lugares de tránsito de piezas suspendidas, en prevención del riesgo de desplome.
- Está prohibida la permanencia de operarios, en la zona de paso de cargas suspendidas a gancho de grúa, durante la operación de izado y colocación de los paneles; así evita el riesgo de caída de objetos sobre los trabajadores.
- Se instalarán señales de “peligro, paso de cargas suspendidas” sobre pies derechos bajo los lugares destinados a su paso.
- Se prepararán zonas de la obra compactadas para facilitar la circulación de camiones de transporte de prefabricados.
- Los prefabricados se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes dispuestos por capas de tal forma que no se dañen los elementos de enganche para su izado.

- A los prefabricados en acopio antes de proceder a su izado para ubicarlos en obra, se les amarrarán los cabos de guía, para realizar las maniobras sin riesgos.
- Se paralizarán la labor de instalación de los prefabricados bajo régimen de vientos superiores a los 60 km/h.
- Si alguna pieza prefabricada llegara a su sitio de instalación girando sobre sí misma, se la intentará detener utilizando exclusivamente los cabos de gobierno.
- Se prohíbe intentar detenerla directamente con el cuerpo o alguna de sus extremidades, en prevención del riesgo de caídas por oscilación o penduleo de la pieza en movimiento.
- Las plantas permanecerán limpias de materiales o herramientas que puedan obstaculizar las maniobras de instalación.

Antes de proceder a la colocación de la placa, se habrán instalado las líneas de vida perimetrales, desde las PEMP. Diariamente antes del inicio de los trabajos se revisará el tensado de las líneas de vida perimetrales. Solo se accederá a la cubierta de forma puntual dado que es posible la colocación de la placa desde las plataformas exteriores.

El acceso al forjado en construcción se realizará desde escalera de mano, ubicada junto a una línea de vida, de modo que el trabajador pueda anclarse a esta al desembocar en el forjado en altura.

No se permitirá la presencia de operarios diferentes a quienes participan directamente en la realización de los trabajos, en las áreas de descarga, acopio y manipulación de elementos prefabricados. Existirá prohibición expresa de que cualquier personal permanezca debajo de las cargas.

Una vez llega a la obra el transporte con la partida de placas alveolares, el montaje se realiza directamente desde el medio de transportes hasta su posición definitiva en la estructura mediante una grúa autopropulsada.

**Acceso de personal**

A la zona de trabajo se debe acceder por lugares de tránsito fácil y seguro; es decir, sin verse obligado a realizar saltos y movimientos extraordinarios. En ningún caso se hará uso de los llamados “puentes de un tablón” o plataformas de paso no definidas y diseñadas para tal uso.

Los accesos a zonas de trabajo en altura que no posean acceso peatonal deben realizarse desde escaleras fijas o equipos de trabajo adecuados, como torres de acceso, escaleras de mano, pasarelas con barandillas, andamios, plataformas elevadoras u otro medio seguro.

Cuando sea preciso acceder por medio de escaleras de mano:

- El acceso a la cubierta mediante escaleras de mano no se debe practicar por huecos inferiores a 50 x 70 cm. La escalera tiene que sobrepasar en 1 m la altura que se necesite salvar.
- Sólo se tienen que usar escaleras de menos de 5 metros de altura, para alturas superiores se deben usar otro equipo certificado para la elevación de personas.

Cuando no pueda asegurarse la disponibilidad de accesos interiores seguros, es necesario disponer de torres de acceso cuyo montaje y configuración se tiene que realizar atendiendo a las especificaciones del fabricante o suministrador.

En aquellos casos en que pueda justificarse técnicamente la imposibilidad de garantizar un acceso seguro, se puede utilizar una protección individual anticaídas, durante el ascenso y descenso de la cubierta.

### 5.14.3 Equipos de protección individual.

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Atropello** | Trabajos en proximidad de vehículos | | Chaleco reflectante |
| **Caídas a distinto nivel** | Instalación de armadura / Encofrado y desencofrado de forjados / Instalación y desmontaje de cimbras / Montaje de andamios o torres de acceso / Instalación de protecciones colectivas / Trabajos en plataformas de trabajo | | Equipo anticaída (Arnés, fijaciones, eslinga, mosquetones, etc.), en aquellos casos en que se justifique técnicamente la imposibilidad utilizar protecciones colectivas o cuando la protección colectiva no evite el riesgo de caída. |
| **Golpes, aplastamientos, atrapamientos y punzonamientos o cortes** | General | Casco, guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero | |
| **Proyección de partículas** | Uso de martillo neumático manual en el picado de elementos estructurales mal ejecutados | | Pantalla anti-proyecciones y anti-impactos |
| | Soldadura de armadura / Corte de armaduras por oxicorte | | Pantalla soldador |
| | Corte de armaduras y otros elementos metálicos con radial / Corte de madera / Vertido y vibrado de hormigón / Limpieza de | | Gafas antiproyecciones |

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general Uso específico |
|---|---|---|
| | hormigón tras su picado / Desencofrado / Retirada de redes bajo forjado. | |
| **Presencia de agua / hormigón** | Vertido y extendido de hormigón | Botas impermeables con puntera y plantilla de seguridad Guantes |
| **Quemaduras** | Corte de armaduras por oxicorte / Soldadura en el conformado de la armadura (premontaje) / Soldadura de estructuras metálicas / Soldadura de fijaciones para protecciones colectivas / Soldado de remaches | Guantes y mandil de cuero para soldadura |
| **Inhalación de polvo** | Simultaneidad con otras actividades que puedan generar polvo (movimiento de tierras) | Mascarilla antipolvo FFP1, gafas antipolvo |
| **Inhalación de partículas en suspensión** | Corte de madera con sierra circular / Preparación de cemento | Mascarilla antipolvo FFP1 |
| **Inhalación de vapores tóxicos** | Utilización de desencofrantes | Mascarilla FFA1P2D |
| | Trabajos de soldadura eléctrica | Mascarilla FFP2 |
| | Trabajos de oxicorte | Mascarilla FFP2 |
| **Ruido** | Corte de madera / Uso de martillo neumático manual en el picado de elementos estructurales mal ejecutados. | Protector auditivo |
| **Contactos cáusticos, corrosivos o tóxicos** | Vertido y manipulación de hormigón / Desencofrado / Aplicación de desencofrantes | Guantes de goma, o similar, para protección en manos Botas impermeables, altas, con puntera y plantilla de seguridad Gafas antiproyecciones |
| **Posturas forzadas** | Armado y encofrado | Rodilleras acolchadas |
| **Manipulación de cargas** | Ferrallas | Transporte manual de barras de ferralla: Almohadillas acolchadas para hombros |

## 5.15 Cerramientos exteriores del edificio de control

Los muros exteriores se realizarán con paneles prefabricados de hormigón, con terminación exterior a base de china proyectada

### 5.15.1 Factores de riesgo

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Atropellos.** | ▪ Interferencia de zonas peatonales con circulación de vehículos o maquinaria móvil en operaciones de carga y descarga de materiales.<br>▪ Transporte de material con transpaleta, carretilla, etc. |
| **Caídas a distinto nivel.** | ▪ Carga y descarga de materiales en camión de transporte de cargas.<br>▪ Trabajos en proximidad de huecos horizontales y verticales: colocación de materiales, instalación de sistemas de protección, etc.<br>▪ Acceso a zonas de trabajo en altura (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, torres de acceso inadecuadas, etc.).<br>▪ Recepción de materiales en bordes de fachada.<br>▪ Montaje y utilización de medios auxiliares (andamios, plataformas elevadoras, etc.). |
| **Caídas al mismo nivel.** | ▪ Acopio de materiales en zonas de tránsito.<br>▪ Irregularidad del terreno.<br>▪ Iluminación insuficiente. |
| **Golpes o aplastamientos por caída de cargas u otros objetos.** | ▪ Recepción de material en planta con grúas, montacargas, maquinillo, etc.<br>▪ Manipulación y transporte manual de otros materiales (cubos, carretillas, etc.) y herramientas en planta.<br>▪ Trabajos de instalación o acopio próximos a:<br>  ▪ Bordes de forjado.<br>  ▪ Huecos horizontales interiores sobre superficies de paso en niveles inferiores. |
| **Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales.<br>▪ Contacto accidental con partes móviles de las máquinas.<br>▪ Manipulación de materiales diversos (cerámico, metálicos, ladrillos, perfilería o elementos de perfilería y anclajes, etc.). |
| **Proyección de partículas o materiales.** | ▪ Operaciones de fijación y anclaje a paramento o estructura de elementos auxiliares (perfilería, etc.).<br>▪ Corte de materiales cerámicos o metálicos.<br>▪ Manipulación de vidrio. |
| **Vuelco o desplome de máquinas y otros equipos de trabajo.** | ▪ Instalación inadecuada de andamios, plataformas elevadoras.<br>▪ Inspección periódica insuficiente o mantenimiento deficiente de los elementos componentes de andamios apoyados<br>▪ Utilización de plataformas elevadoras móviles de personal en remates del cerramiento, montaje de prefabricados, retirada de sistemas de protección y, en general, trabajos en zonas de limitada accesibilidad. |
| **Incendios y explosiones.** | ▪ Utilización de sustancias químicas inflamables durante los trabajos de proyección de espuma de poliuretano. |
| **Contactos eléctricos directos e indirectos.** | ▪ Cableado que discurre por zonas de trabajo.<br>▪ Trabajos con equipos eléctricos mal aislados o defectuosos.<br>▪ Inspección periódica insuficiente de la instalación eléctrica provisional de la obra. |
| **Inhalación de polvo.** | ▪ Manipulación de cemento, tierra, etc.<br>▪ Corte o perforación de ladrillo, hormigón, etc. |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Inhalación de fibras, gases o vapores de sustancias tóxicas o nocivas.** | ▪ Espuma de poliuretano, lana de roca, lana de vidrio.<br>▪ Siliconas, adhesivos, etc. |
| **Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.** | ▪ Hormigón, cemento, mortero.<br>▪ Espuma de poliuretano, lana de roca, lana de vidrio y poliestirenos.<br>▪ Siliconas de sellado, masillas de fijación, adhesivos, etc. |
| **Exposición a ruido.** | ▪ Utilización de máquinas y otros equipos de trabajo generadores de ruido. |
| **Vibraciones.** | ▪ Manejo de maquinaria portátil y de corte. |
| **Estrés térmico por frío o calor.** | ▪ Realización de trabajos a la intemperie durante épocas con temperaturas (altas o bajas)<br>▪ extremas. |
| **Radiación no ionizante:**<br>**• UV (ultravioleta).** | ▪ Exposición a la radiación solar en épocas estivales, por realizar trabajos a la intemperie. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Construcción de parte inferior de cerramientos de fábrica (de rodillas o en cuclillas).<br>▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger el material (ladrillos, mortero del cubo, perfiles, etc.).<br>▪ Recepción y fijación de prefabricados en su base (de rodillas o en cuclillas).<br>▪ Manipulación y transporte manual de cargas pesadas (chapas metálicas, paneles, materiales cerámicos, piezas de hormigón, perfilería, etc) |

### 5.15.2 Medidas preventivas

Los trabajos de cerramientos se deben organizar de forma que se asegure la máxima coordinación entre las partes intervinientes tanto en dichos trabajos, como en otros simultáneos, con el objeto de conseguir:

- Que el personal que va a realizar los citados trabajos de cerramiento sea perfecto conocedor de las tareas a realizar y de las protecciones a utilizar.
- Que las tareas simultáneas (ejecución de cubiertas, instalaciones, etc.) no representen riesgos para el personal que realiza el cerramiento y viceversa. Esta coordinación se realizará a través de las reuniones de prevención y a través del encargado de obra al resto de encargados de seguridad o recursos preventivos de la obra.
- La accesibilidad segura a los trabajos en altura (zonas fijas y medios auxiliares).
- La delimitación de las zonas de trabajo, de manera que se evite el paso de personal por zonas inferiores situadas en la vertical de los trabajos realizados en altura.
- La adecuada protección de la zona de trabajo, en especial frente a los riesgos de caídas desde altura y de caída de objetos y materiales desde plantas superiores.

- La utilización de máquinas, aparejos de izado, complementos y otros equipos de trabajo en buenas condiciones de uso y acordes a la normativa vigente.
- La existencia de un plan de circulación y maniobras para los vehículos y maquinaria en la cercanía de la zona de trabajo con el objeto de evitar aglomeraciones de camiones para la recepción de materiales, trabajos sobre plataformas elevadoras, etc.

Asimismo, en el caso de interferencias con zonas de paso o afección a terceros, se deben definir las medidas de protección, señalización y delimitación necesarias para minimizar los riesgos derivados de las mismas.

El cerramiento de la fachada se realizará desde un andamio de fachada. Dicho andamio se instalará y permanecerá montado hasta la finalización de los trabajos de cubierta ya que servirá también como protección de borde durante la ejecución de la cubierta, ya que se garantizará mediante el uso de ménsulas de acercamiento que la distancia del andamio a la fachada no excederá 20cm.

El andamio dispondrá de una marquesina en la zona de paso a la planta baja para prevenir la caída de objetos de altura en la zona de acceso.

**Acciones sobre la ejecución de los trabajos**

Los cerramientos de fábrica vista se ejecutan sobre una superficie horizontal nivelada y aplomada. Estos trabajos de cerramiento se inician desde el exterior del paramento (cara vista), ya que dicha parte descansa en el extremo del voladizo. El citado paramento se realiza con los ladrillos, bloques de hormigón o piedra trabados aplicando técnicas de ligazón con morteros. En la ejecución del paramento exterior visto se debe cuidar la intersección de la fachada con los sectores de antepechos de ventanas y dinteles de cajas de persiana, así como con los forjados y pilares, salvo en la primera planta en la que la fábrica descansa en toda su superficie.

| Medidas de prevención / protecciones orientativas a instalar en cerramientos de fábrica vista | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Fachadas (si se afecta a terceros o zonas de paso, o si existen trabajos en niveles superiores)** | | | * | | | | | | | | | * |
| **Replanteo de fachadas** | | | | * | | | * | | * | | * | |
| **Andamios** | | * | | | | * | | | | * | | * |
| **Sistemas de protección de borde** | | | | | | | | | | | | |
| **Redes de seguridad** | | | | | | | | | | | | |
| **Otros sistemas** | | | | | | | | | | | | |

P1 Barandillas propias del medio mínimo 0.60 auxiliar.
P2 Sistemas provisionales de protección para la de borde en forjados (retención de materiales).
P3 Red de seguridad vertical (retención de materiales).
P4 Plataformas de ancho m.
P5 Malla mosquitera o similar cubrición del andamio
P6 Marquesinas de protección.
P7 Sistemas anticaídas.
P8 Valla autónoma de contención, o sistema similar, en zona de afección del andamio.

**Colocación de prefabricados de hormigón.**

Para la ejecución se colocará un andamio de borriquetas o plataformas de trabajo con una altura <2 m. En su defecto se trabajará sobre PEMP o torres andamiadas sobre ruedas con protección de borde y acceso interior.

El andamio dispondrá de una marquesina en la zona de paso a la planta baja para prevenir la caída de objetos de altura en la zona de acceso

**Limpieza de fachada terminada**

Normalmente, las labores de limpieza de la fábrica se deben realizar al final de la obra. Para estos trabajos es preciso desempeñar trabajos en altura, por lo que se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- En el caso de usar los andamios utilizados durante la ejecución del cerramiento, se debe atender a lo indicado en el de andamios.
- En el caso de emplear plataformas elevadoras, se ha de garantizar:
    - Que las superficies de desplazamiento de estas están nivelada, libre de obstáculos y sin huecos en el suelo.
    - El acotado, delimitación y señalización de la zona de desplazamiento de la máquina con el objeto de evitar el acceso de personal ajeno al área de trabajo.

## 5.16 Cerramientos interiores

A efectos de la presente Sección, se consideran los tipos de particiones interiores con placas de yeso laminado que se indican en la tabla que se muestra a continuación, cuya tipología

tanto del material empleado, como del propio proceso constructivo, van a determinar las acciones concretas que se deben adoptar para eliminar o controlar los distintos riesgos laborales que se pueden generar en esta actividad.

Tipos de placas de yeso laminado prefabricadas con alma celular de cartón y clasificación de sistemas constructivos

1) Tipos de placas de yeso laminado

1. Placa de yeso laminado (PYL) (UNE-EN-520): es un material básico de construcción que se fabrica mediante un proceso de laminación continua, de tal manera que cumpla las características específicas marcadas en la Norma UNE-EN 520, y que se presenta en forma de placas rectangulares de textura lisa y con espesores y dimensiones variables. Las placas consisten en un alma de yeso de origen natural embutida e íntimamente ligada a dos láminas superficiales de celulosa multihoja.
   Admiten la utilización de distintos aditivos y agregados con el fin de conseguir placas con determinadas propiedades mejoradas, o la aplicación de una terminación decorativa en una de sus caras.
2. Transformados con placas de yeso laminado procedentes de procesos secundarios, según UNE-EN 14190: transformados según norma EN-14190 de una PYL, a la que por su dorso se le ha incorporado una lámina especial que actúa de barrera de vapor, o una plancha de plomo para protecciones radiológicas, o con perforaciones o ranuras para conformar unidades de acondicionamiento acústico de locales, etc.



3. Transformados de placa de yeso laminado con aislamiento térmico/ acústico, según UNE-EN 13950: transformados según norma EN 13950 de una PYL a la cual se incorpora en su dorso una plancha de poliestireno expandido o extruido, de diferente espesor, para unidades de aislamiento térmico, o un producto manufacturado de lana mineral, en forma de plancha, que se utiliza para el aislamiento térmico y acústico de los edificios.
4. Transformados de placa de yeso laminado, según UNE-EN 13915: transformados según norma EN 13915, formados por dos PYL y un alma de cartón celular, en forma de nido de abeja, conformando paneles con dos caras vistas y utilizados normalmente para la realización de estanterías, así como unidades de decoración.
5. Placas de yeso con velo de fibra de vidrio (UNE-EN 15283-1): PYL reforzada con tejido de fibra, cuyo uso previsto son las

obras de edificación. Normalmente estas placas tienen una clasificación al fuego de A1 Incombustible.

Por lo tanto, los materiales más utilizados en esta actividad son los que se especifican a continuación:

- Placas de yeso laminado (PYL), transformados de PYL procedentes de procesos secundarios, transformados con aislamiento térmico / acústico, y placas de yeso con velo de fibra de vidrio. Además de estos transformados descritos en la tabla anterior, pueden encontrarse otros tipos en el mercado, sin embargo, en la presente Sección se consideran los más usuales y generales).
- Perfiles metálicos de acero galvanizado: canales, montantes, angulares, maestras.
- Accesorios para perfiles: piezas de arriostramiento, encaje, cuelgue, etc., utilizadas como elementos complementarios del montaje de las placas tales como, por ejemplo, fijaciones o anclajes (clavos con fulminantes, tacos de expansión, remaches, tornillos, clips, etc.), cuelgues, piezas de cruce y conexión (que se utilizan para la unión de los perfiles).
- Tornillos: pueden ser de varios tipos y están indicados para la unión de los diferentes elementos que componen los distintos sistemas de PYL. Estos tipos pueden ser: tipo Placa-Metal P (diseñados para el atornillado de las placas a los perfiles metálicos), tipo Metal-Metal M (para el atornillado de perfiles entre sí) y tipo Placa-Placa (para el atornillado de placas entre sí).
- Pastas: pastas de agarre, adhesivos y cementos cola, pastas de acabado (pasta de relleno con cinta, pasta de relleno sin cinta, polivalentes).
- Cintas: papel microperforado o de malla (para ejecución de juntas entre placas), cintas o perfiles guardavivos (para proteger los cantos vivos de todos los sistemas de PYL).
- Junta o banda estanca para colocar bajo los canales con el objeto de aislar el paso de vibraciones y aminorar puentes acústicos.
- Placas aislantes: lana de fibra de vidrio, poliestireno expandido, etc.
- Cercos para carpintería de madera, aluminio, etc.

### 5.16.1 Factores de riesgo

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Atropellos.** | ▪ Interferencia de zonas peatonales con circulación de camiones y vehículos de transporte en operaciones de carga y descarga de materiales.<br>▪ Transporte de material con transpaleta, carretilla, etc. |
| **Caídas a distinto nivel.** | ▪ Carga y descarga de materiales en camión de transporte de cargas.<br>▪ Trabajos en proximidad de huecos horizontales y verticales (patios, escaleras interiores, ascensor, etc.): ejecución del paramento vertical (fábrica, placas de yeso laminado, paneles, mamparas, etc.), instalación de sistemas de protección, etc.<br>▪ Acceso a zonas de trabajo en altura (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, etc.).<br>▪ Recepción de materiales en bordes de fachada.<br>▪ Montaje y utilización de medios auxiliares (escaleras manuales, andamios borriquetas o similares, andamios/torres móviles o similares, plataformas elevadoras, andamios tubulares apoyados, etc.). |
| **Caídas al mismo nivel.** | ▪ Acopio de materiales en zonas de tránsito o zonas de trabajo.<br>▪ Superficies de trabajo irregulares, escalonadas, etc.<br>▪ Iluminación insuficiente. |
| **Golpes o aplastamientos por caída de cargas u otros objetos.** | ▪ Recepción de material en planta<br>▪ Transporte manual de materiales (cubos, carretillas, etc.) en planta.<br>▪ Durante la realización de trabajos de tabiquería o instalación de acopios próximos a:<br>– Perímetros de fachada.<br>– Bordes de escaleras.<br>– Huecos horizontales interiores sobre zonas o superficies de paso en niveles inferiores. |
| **Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales, en general.<br>▪ Contacto accidental con partes móviles de las máquinas. |
| **Proyección de partículas o materiales.** | ▪ Operaciones de perforación de paramentos.<br>▪ Amolado y corte de materiales metálicos, paneles de yeso, PVC, etc. |
| **Vuelco o desplome de máquinas y otros equipos de trabajo.** | ▪ Instalación inadecuada de andamios tubulares, torres de trabajo, andamios de borriqueta o plataformas de carga y descarga de materiales.<br>▪ Inspección periódica insuficiente o mantenimiento deficiente de los elementos componentes de andamios apoyados, torres de trabajo, o plataformas de carga y descarga de materiales.<br>▪ Utilización de plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP) para la ejecución de los trabajos. |
| **Contactos eléctricos directos e indirectos.** | ▪ Acometidas a cuadros eléctricos (primarios o secundarios) inadecuados o deficientes.<br>▪ Cableado que discurre por zonas de trabajo.<br>▪ Trabajos con equipos eléctricos mal aislados o defectuosos.<br>▪ Inspección periódica insuficiente de la instalación eléctrica provisional de la obra. |
| **Inhalación de polvo.** | ▪ Manipulación de cemento, yeso, etc.<br>▪ Corte de material metálico, placas de yeso laminado, PVC, etc.<br>▪ Operaciones de perforación, fijación y anclaje de perfilería auxiliar. |
| **Inhalación de fibras, gases o vapores de sustancias tóxicas o nocivas.** | ▪ Siliconas de sellado, masillas de fijación, adhesivos, etc.<br>▪ Manipulación de placas o láminas aislantes (lana de roca, lana de vidrio, etc.). |
| **Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.** | ▪ Cemento, mortero, yeso.<br>▪ Siliconas de sellado, masillas de fijación, adhesivos, etc.<br>▪ Manipulación (corte e instalación) de placas o láminas aislantes (lana de roca, lana de vidrio, etc.). |
| **Exposición a ruido.** | ▪ Utilización de máquinas y otros equipos de trabajo generadores de ruido. |
| **Vibraciones.** | ▪ Manejo de maquinaria portátil y de corte. |

### 5.16.2 Medidas preventivas

Tomando como base todo lo anterior, se deben tener en cuenta durante la actividad de particiones interiores con placas de yeso laminado, con el fin de cumplir con los requisitos normativos de seguridad y salud que le son de aplicación:

1) El entorno de obra en el que se desarrollan estos trabajos y la fase en la que se encuentra la ejecución del cerramiento de:
   - Fachada.
   - Huecos interiores (instalaciones).
2) El orden de ejecución de los trabajos, que por norma general es:
   - 1º Trasdosados.
   - 2º Tabiques.
   - 3º Techos suspendidos o registrables.

De manera particular, en este tipo de particiones interiores deben realizarse los controles previos siguientes:

- Comprobar que las fachadas y cubiertas están totalmente terminadas e impermeabilizadas y que la carpintería de huecos exteriores y cajas de persianas están colocadas, así como que dicha carpintería está, preferiblemente, acristalada.
- Comprobar que la superficie horizontal del asiento de las placas de yeso laminado está nivelada.
- Solicitar los certificados de calidad de los diferentes materiales, elementos o sistemas que conformarán las particiones interiores con placas de yeso laminado (PYL, trasformados, perfiles, tornillos, pastas, etc.) y analizar su compatibilidad.
- Asimismo, los de las puertas interiores y armarios (cercos o precercos) han de estar en obra para su fijación por los montadores de las placas. Estos cercos tienen que corresponder con el ancho del tabique en el que serán alojados.
- En relación con las instalaciones de agua sanitaria, electricidad, calefacción, etc. que se deben disponer por el interior de las placas, una vez que éstas estén instaladas, someterlas a las pruebas necesarias para su correcto funcionamiento antes de quedar ocultas definitivamente.

- En aquellos muros que tengan que recibir un trasdosado directo, comprobar que no existen irregularidades en la superficie mayores de 2 cm.
- Actualizar el proyecto de ejecución y, en su caso, el Estudio de Seguridad y salud conforme a los cambios detectados.

Previo al inicio de los trabajos, realizar un replanteo de planta tipo.

En lo referente a los medios auxiliares que se han de utilizar (andamios de borriquetas, andamios plegables, escaleras de mano, torres de trabajo móviles, etc.) para posibilitar los trabajos de colocación estructura auxiliar o placas en altura, se debe realizar un análisis previo para garantizar:

- La adaptabilidad de los mismos al entorno de trabajo y a la alineación de la tabiquería a ejecutar.
- El conocimiento de las superficies (características, resistencia y nivelación) sobre las que se van a apoyar o utilizar estos equipos. En el caso de andamios apoyados, se habrá de garantizar la realización de un estudio previo (cálculo de resistencia o similar) que asegure la estabilidad de los mismos frente a hundimientos.
- La disponibilidad de sistemas de protección colectiva en bordes de forjado y en huecos interiores cercanos a la ubicación de las placas (redes, verticales o sistemas alternativos), o bien de sistemas anticaídas (líneas de anclaje provisionales, puntos de anclaje fijos a elementos estructurales, etc.).
- El cumplimiento de los requisitos normativos tanto reglamentarios, como técnicos, que les son de aplicación para su instalación y utilización.

En aquellos casos en los que se prevea o se posibilite simultanear la actividad de tabiquería interior mediante placas de yeso laminado (PYL) con la ejecución de otros trabajos (fontanería, climatización, electricidad, red contra incendios, revestimientos interiores, etc.), se tiene que evaluar la posibilidad de delimitar y acondicionar las zonas de trabajo con el objeto de evitar riesgos innecesarios a trabajadores de otras actividades, y viceversa.

Se debe garantizar una coordinación adecuada de actividades cuando se prevea o exista alguna simultaneidad entre actividades. En particular, entre:

- Trabajos de particiones interiores con placas de yeso laminado y actividades de revestimientos interiores, o trabajos de trasdosados con placas de yeso laminado y actividades de cerramiento de fachada con ladrillo, con el objeto de garantizar:

- La utilización coordinada de los medios auxiliares para trabajos en altura (andamios prefabricados apoyados, torres de trabajo, etc.).
- El orden y limpieza de las zonas de trabajo.
- La ventilación de las zonas de trabajo, en especial, las relacionadas con el corte de materiales que puedan generar altas concentraciones de polvo.

- Trabajos de particiones interiores con placas de yeso laminado y actividades de fontanería, con el objeto de garantizar:
  - La ventilación de las zonas de trabajo, en especial, las relacionadas con la soldadura de materiales.
- Trabajos de particiones interiores con placa de yeso laminado y otras actividades, con el objeto de eliminar:
  - La posibilidad de realizar trabajos en la vertical. Si ello no puede evitarse, se dispondrán de sistemas de retención de materiales que impidan la caída de los mismos a niveles inferiores de trabajo.
  - El acceso de personal a la zona de instalación de los medios auxiliares utilizados para trabajos en altura (plataformas elevadoras, torres o andamios móviles, etc.). En este sentido, se ha de acotar la zona y el radio de acción de dichos medios auxiliares.
  - Las interferencias entre las zonas de recepción de cargas en planta y trabajos en zonas anexas.
  - El paso de cargas suspendidas sobre las zonas de trabajo.

En relación con el movimiento de cargas en el interior de las plantas, se tienen que considerar las acciones precisas de orden, limpieza y protección (huecos horizontales y verticales).

Durante la instalación de redes o sistemas de protección de borde en huecos interiores o bordes de forjado, los instaladores deben usar un sistema anticaídas o arnés de seguridad anclado a puntos fijos o líneas de vida previamente instalados.

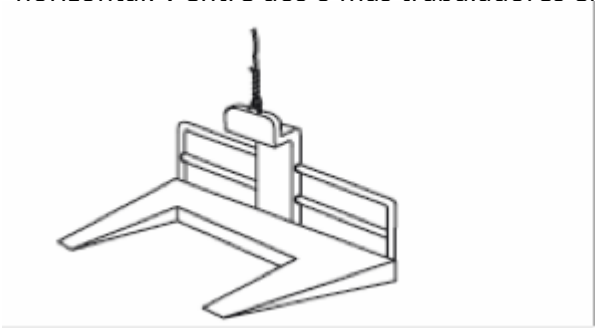
**Acopio de materiales y movimiento de cargas en planta.**

Tanto los paquetes de placas, como los palets de sacos de pastas, se deben almacenar a cubierto, al abrigo de las lluvias y la intemperie, y sobre superficies lo más lisas y horizontales posibles.

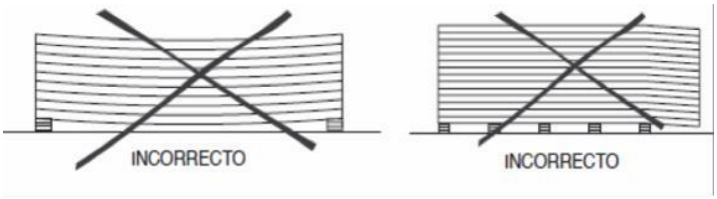
Los paquetes de placas se han de acopiar sobre calzos (tiras de placas) no distanciadas más de 40 cm entre sí.

Las placas se tienen que acopiar lo más cerca posible de las zonas de trabajo con el objeto de evitar, en la medida de lo posible, la manipulación manual pero respetando las zonas de paso y evacuación.

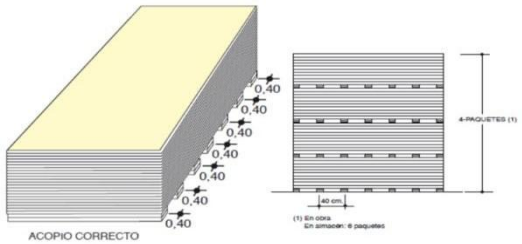
El movimiento de los materiales en planta se debe realizar, en la medida de lo posible, con carretillas. En el caso de que los materiales se tengan que transportar y manipular manualmente, las placas se deberán trasladar en vertical o de canto, y nunca de plano u horizontal. v entre dos o más trabaiadores en función del peso y la altura de las mismas.



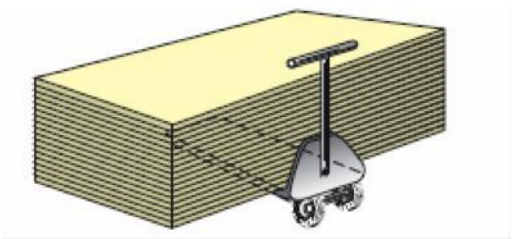
Uñas para transporte y manipulación de PYL con grúas.



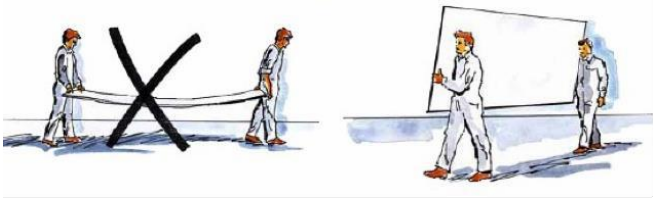

Acopio incorrecto de las PYL.




Acopio correcto. Máximo cuatro paquetes de apilado.



Manipulación de PYL mediante carretilla manual.



Manipulación manual de PYL.

**Durante la ejecución de los trabajos**

Las particiones de placa de yeso laminado se ejecutarán sobre una superficie horizontal nivelada.

Su colocación más usual se realiza por medio de divisiones de dos placas de cartón-yeso fijadas a una estructura metálica galvanizada interior mediante tornillos autoperforantes. En la cámara interior (entre placas) suele aplicarse un aislante que, generalmente, es lana de vidrio con el objeto de conseguir un aislamiento térmico, acústico o contra fuego.

La citada cámara, a su vez, permite la colocación en su interior de todas las instalaciones sin realizar ninguna roza o regata. En aquellos casos en los que se vayan a colgar encimeras, estanterías, calentadores, etc., debe introducirse en la estructura auxiliar unas piezas especiales (travesaños o soportes) para absorber las cargas sin sufrir deformaciones.

El tratamiento final consiste en el rejuntado de uniones entre placas mediante el relleno de las juntas y la aplicación de una cinta especial.

**Actuaciones previas**

Se debe garantizar que se dispone de las protecciones colectivas correspondientes tanto en los accesos, como en los huecos exteriores de fachada y huecos interiores, acordes a la altura de trabajo que debe alcanzarse y compatibles con el proceso de ejecución de las particiones de placa de yeso laminado (PYL). Para ello, es preciso asegurar una planificación previa de los trabajos que se van a desarrollar y que será tratada en las comisiones de prevención.

Estas protecciones serán obligatorias cuando exista riesgo de caída de altura que según el proyecto no existe salvo que se utilicen medios auxiliares en cercanías de ventanas o huecos de fachada y se trabaje a más de metro y medio de altura del forjado.

Los distintos sistemas de protección han de estar instalados antes de proceder a la puesta en obra de las placas de yeso laminado. En este sentido, es esencial dar una respuesta eficaz a los puntos críticos siguientes:

- La proximidad de la partición a un borde de fachada, borde de forjado, especialmente cuando el tabique a ejecutar tiene que llegar hasta el mismo límite. En este caso, se puede proceder a:
    - Instalación de redes verticales en fachada en zonas afectadas por el posicionado de andamios o escaleras manuales para la ejecución del trabajo.
    - Apantallamiento de fachada: instalación de sistema provisional de protección de borde desde el forjado hasta el techo.
    - Instalación de líneas de vida en el techo junto a los bordes de forjado que puedan utilizarse también para la colocación del resto de instalaciones.
- La proximidad de la partición a ejecutar frente a un hueco horizontal interior. En este otro caso, se puede llevar a cabo la:
    - Instalación de redes horizontales en los huecos afectados, o redes verticales (preferentemente por el interior) en los frentes abiertos.
    - Cubrición de huecos horizontales mediante paneles resistentes, bastidores o trámex, tableros cuajados, etc.

Es de especial relevancia la instalación de estos sistemas de protección de forma que no interfieran con la zona de ubicación de la placa de yeso laminado para garantizar su eficacia.

En el caso de existir una justificación técnica que imposibilite lo anterior, se debe disponer de un sistema de protección alternativo tal como, por ejemplo, la instalación de líneas de anclaje (paralelas a fachada) colocadas por encima del trabajador, con el objeto de posibilitar el amarre de un arnés de seguridad con dispositivo anticaídas o de retención.

En esta misma línea, según las características y las condiciones del tipo de trabajo a realizar, su emplazamiento y el uso de medios auxiliares, durante la ejecución de las particiones interiores con placas de yeso laminado se puede considerar la utilización de, entre otras, las medidas siguientes:

| **Medidas de prevención / protección a instalar para la ejecución de particiones de placas de yeso laminado (PYL)** | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 |
| **Planta baja o niveles inferiores** | | | | | | | | | | * |
| **Replanteo en bordes de forjado o huecos interiores** | | * | | * | * | | * | * | | |
| **Replanteo, instalación de guías, perfilería auxiliar, conducciones, aislamientos, placas y sellados en zonas próximas* a bordes de forjado o huecos interiores**<br>*** Distancia a borde > 2 m** | | * | | | | | | * | * | |

| Medidas de prevención / protección a instalar para la ejecución de particiones de placas de yeso laminado (PYL) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Replanteo, instalación de guías, perfilería auxiliar, conducciones, aislamientos, placas y sellados en zonas próximas* a bordes de forjado o huecos interiores<br>* Distancia a borde < 2 m** | * | * | * | * | * | * | * |
| **Andamios de borriquetas o similar** | * | | | * | | * | |
| **Torres de trabajo o andamios móviles** | * | | | * | | * | |
| **Andamios de fachada** | * | | * | * | | * | |

| Sistemas de protección de borde | Redes de seguridad | Otros sistemas |
|---|---|---|
| P1 Barandillas propias del medio auxiliar.<br>P2 Sistemas provisionales de protección de borde.<br>P3 Apantallamientos verticales (sistemas provisionales de protección de borde de suelo a techo). | P4 Red de seguridad vertical. P5 Red de seguridad horizontal. | P6 Plataformas de ancho mínimo 0.60 m.<br>P7 Malla mosquitera o similar, para cubrición de red vertical u horizontal (retención de materiales).<br>P8 Sistemas de cubrición de huecos (tape de madera o elemento resistente similar).<br>P9 Sistemas anticaídas UNE 795 / Punto de anclaje.<br>P10 Valla autónoma de contención, o sistema similar, en zona de afección de caída de materiales. |

**Trabajos de montaje de placas**

Dentro de los trabajos de montaje de placas se aglutinan las operaciones de replanteo, colocación y fijación de guías y perfiles, colocación y fijación de placas, colocación de planchas aislantes (si procede), colocación de cercos o premarcos, aplicación de pastas y cintas de acabado. En este sentido:

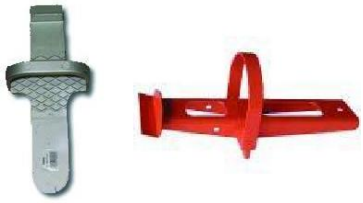
- Se debe garantizar el mantenimiento de las protecciones colectivas provisionales o definitivas instaladas, así como la protección perimetral de los medios auxiliares utilizados para la ejecución de los trabajos en altura. Todas las plataformas de trabajo en altura han de disponer de una superficie mínima de trabajo de 60 cm, barandillas con tramo intermedio y rodapiés.
- Las zonas con peligro de caída desde altura, así como los puntos de acceso a las mismas, en las que no pueda garantizarse una protección colectiva eficaz, han de estar identificadas mediante señales de peligro de caída desde altura y de uso obligatorio de arnés de seguridad.
- Se tienen que organizar los trabajos de forma que:

- En todo momento, las zonas de trabajo se mantienen limpias y ordenadas. Asimismo, las zonas de trabajo y las zonas de paso deben permanecer libres de materiales o restos de éstos, señalizando aquéllas cuyo paso haya sido cortado, y utilizando pasos alternativos.
- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes con el objeto de evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.
- Se garantice una iluminación adecuada de la zona de trabajo (100 lux mínimo) mediante iluminación natural o artificial (focos interiores antideslumbramiento).

- En la colocación y fijación de placas, se debe atender a las siguientes indicaciones:
  - Posibilitar la instalación de bancos de trabajo o sistemas similares para facilitar el apoyo de la perfilería y las placas de yeso laminado que necesitan ser cortadas o ajustadas, con el fin de permitir una postura adecuada por parte del trabajador.
  - Evitar las posturas forzadas del cuello, tronco y los brazos que se producen durante el montaje de la estructura metálica situando el plano de trabajo a una altura adecuada, con el uso de plataformas elevadas si se trabaja en altura, o con el uso de taburetes, rodilleras o cuñas si se trabaja a ras de suelo.



  - Evitar mantener las placas de yeso con las manos para posicionar y fijarlas a la estructura. Para esto, pueden usarse los pedales elevadores de placas y los elevadores de paneles.



- Elegir herramientas con un mango cómodo y establecer periodos de descanso y rotaciones a otras actividades exentas de exposición a vibraciones si las herramientas manuales se usan durante periodos de tiempo largos. Por ejemplo, tras periodos de uso continuado de la atornilladora, el trabajador podría dedicarse a tareas tales como medida de paneles, corte de los paneles, apoyo a la instalación, etc. Asimismo, se ha de atender al tipo de mango (recto o en pistola), en función de la superficie y altura de trabajo, o disponer de varias atornilladoras a utilizar por el trabajador. Utilizar herramientas que permitan realizar la tarea más rápida y cómodamente (actualmente en el mercado existen atornilladoras tipo pistola que funcionan con gas).
- Posibilitar la utilización de guantes antivibración que atenúen la vibración que se transmite al trabajador si la atornilladora o cualquier otra herramienta manual utilizada en el proceso emite vibraciones molestas.
- Posibilitar el uso de encintadoras mecánicas, que permiten un mayor rendimiento y disminuyen el esfuerzo a realizar por el trabajador. A su vez, el uso de encintadoras mecánicas permite la aplicación de la pasta para juntas y la cinta en una sola operación con lo que disminuye considerablemente las posturas forzadas de brazos a realizar por el trabajador cuando la tarea es realizada manualmente, y, además, permite mejorar la postura de la muñeca.
- Utilizar para el lijado sistemas telescópicos de mangos que permitan llegar mejor a las zonas más elevadas sin necesidad de realizar posturas forzadas. Asimismo, disponer de diferentes accesorios que permitan regular la longitud en función de las necesidades del trabajo.
- Proporcionar a los trabajadores un cinturón para las herramientas (tornillos, tijera cortachapas, etc.) de tal forma que tenga al alcance las herramientas y elementos que se utilicen con mayor frecuencia durante

el montaje. Con respecto a los cinturones portaherramientas, es importante que los trabajadores se distribuyan el peso adecuadamente.

- El apilado de materiales de las particiones se debe de repartir por la planta de forma uniforme y lo más próximo posible a los pilares con el objeto de evitar sobrecargar el forjado. Asimismo, se ha de dejar espacio suficiente para la realización de los trabajos.
- Se han de utilizar los medios auxiliares necesarios para el transporte de material con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados del transporte manual.

**Colocación de láminas o planchas aislantes:**

| Medidas básicas de aplicación frente a fibras químicas minerales o plásticas | |
|---|---|
| **LOCALIZACION** | MEDIDA |
| **Aislamientos con placas de lana de roca, fibra de vidrio, etc.** | 1. Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, gafas, gorro y mascarilla con filtro mecánico.<br>2. No comer, beber o fumar durante la ejecución del trabajo de aislamiento, ni en las inmediaciones de estas zonas de trabajo.<br>3. Extremar la higiene personal. Los trabajadores expuestos a estos materiales tienen que ducharse y vestirse con ropa limpia. |

**Aplicación de espumas de poliuretano (pur)**

La utilización de espumas de poliuretano, compuestas por isocianato (MDI) y poliol, se utiliza en la construcción gracias a su alta capacidad como aislante termo-acústico.

La aplicación del poliuretano se realiza con una máquina de proyección especial que proporciona la potencia adecuada para controlar la dosificación del producto, así como la regulación del caudal y la presión. Cuando el producto se aplica en remates o se usa para reparaciones (relleno de pequeñas superficies o volúmenes), éste se aplica, normalmente, en spray.

Durante la aplicación de dicho producto se debe atender a las consideraciones siguientes:

- Se utilizarán plataformas andamiadas con protección perimetral para realizar trabajos cerca de las ventanas de la fachada. En caso de uso puntual de escaleras de tijera, el uso de este equipo se realizará situando la escalera siempre de frente a la ventana con objeto de no caer nunca de forma lateral o de espaldas por el hueco, y sin que la escalera supere la altura de la cintura del trabajador.

- Se han de organizar los trabajos de forma que mientras se aplique el poliuretano sólo accedan a la zona afectada los trabajadores autorizados y con el equipo de protección individual adecuado, conforme a lo indicado en el aparatado Equipos de protección individual
- Se tiene que garantizar una ventilación adecuada en la zona de trabajo con el objeto de eliminar las moléculas de isocianato (MDI) y poliol que, eventualmente, pueden quedar en suspensión debido a una polimerización incompleta, una alteración en la mezcla, un escape en las mangueras, etc.
- Una vez acabados los trabajos, el acceso a la zona afectada debe quedar restringido. Como pauta orientativa se puede considerar un tiempo de restricción de 24 horas de duración.
- Con el objeto de mantener la maquinaria de proyección, y sus mangueras, en adecuadas condiciones de uso, se tiene que garantizar la aplicación de un plan de mantenimiento preventivo.

**Accesos de personal a planta**

Se preverá el acceso a la planta de cubierta a través de escaleras de mano o torres andamiadas, dicho acceso se acondicionará de modo que no se permita el “salto” a la fachada. Hasta su instalación se accederá por el lateral del forjado con escalera de mano debidamente amarrada en su parte superior e inferior y con protección de borde en el desembarco.

Cuando sea preciso acceder por medio de escaleras de mano:

- Dicho acceso no se practicará por huecos inferiores a 50 x 70 cm; y la escalera sobrepasará en 1 m la altura que se necesite salvar.
- No se deberán emplear escaleras de mano sobre cuya resistencia no se tengan garantías y, en especial, en el caso de escaleras de más de cinco metros de longitud.
- En el caso de que no pueda garantizarse la disponibilidad de accesos interiores seguros, se deben disponer de torres de acceso cuyo montaje y configuración se realizará atendiendo a las especificaciones del fabricante o suministrador.
- Las zonas de paso, áreas de trabajo y los accesos a planta se han de mantener limpias y libres de obstáculos.

- En aquellos accesos a zonas de trabajo en altura en los que el riesgo de caída no pueda evitarse o limitarse suficientemente por medios de protección colectiva u otras medidas organizativas, se debe utilizar un equipo de protección individual anticaídas o de retención.

Durante los trabajos en fachadas se deberá mantener una marquesina en los lugares de paso al edificio para prevenir la caída de materiales en las zonas de acceso.

**Acciones frente al riesgo eléctrico.**

En todo momento se debe cumplir con lo determinado tanto en el Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, como en el Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (R.E.B.T.).

Las mangueras eléctricas de distribución deben ser normalizadas, antihumedad y resistentes frente a los riesgos mecánicos. Se han de disponer de manera que no se vean afectadas por el tránsito de vehículos ni por acopios de materiales con el fin de evitar el deterioro de las mismas (especialmente su rotura).

Las zonas de acopio y apilado de materiales metálicos (perfiles, chapas, etc.) tienen que estar organizadas de forma que se encuentren libres de mangueras eléctricas.

No se han de instalar andamios en las proximidades de líneas eléctricas en tensión. Si ello no fuera posible, las mismas se aislarán o apantallarán.

Con el objeto de prevenir el riesgo de contacto eléctrico con cables accesibles desde la zona de trabajo, no se deben efectuar trabajos en las proximidades de conductores o elementos bajo tensión, desnudos o sin protección, salvo que estén desconectados de la fuente de energía. Si a pesar de ello, los trabajos tuvieran que realizarse, los cables se desviarán o se protegerán mediante fundas aislantes o apantallamiento.

A modo orientativo, y a falta de concreción para cada caso particular, se pueden estimar inicialmente las siguientes distancias de seguridad: 3 metros para líneas de hasta 66.000 V, y 5 metros por encima de 66.000 V.

Se ha de establecer un plan de mantenimiento preventivo de la instalación eléctrica provisional con el objeto de garantizar la revisión periódica de la misma.

### 5.16.3 Equipos de protección individual:

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Golpes y proyecciones sobre la cabeza por caída de objetos.** | General. | Casco. | |
| **Caídas a distinto nivel.** | Trabajos de recepción de materiales que no garanticen la protección frente a caídas. | | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre. |
| | Operaciones de montaje de andamios, | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. | |
| | Trabajos sobre andamios, plataforma elevadora. | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc., en aquellos casos en los que el fabricante lo indique, o como complemento a la protección colectiva del equipo auxiliar cuando no quede totalmente eliminado el riesgo de caída. | |
| | Trabajos junto a borde de forjado superando protecciones colectivas. | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. | |
| **Golpes, punzonamientos, pinchazos o cortes.** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero. | |
| **Proyección de partículas.** | Rotura de ladrillos durante su instalación. | | Gafas antiproyecciones. |
| | Corte de material cerámico. | | |
| | Amolado y corte de chapas y materiales metálicos, PVC, etc. | | |
| **Inhalación de polvo.** | General. | Mascarilla antipolvo FFP, | |

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general | Uso específico |
|---|---|---|---|
| | | gafas antipolvo. | |
| **Inhalación de fibras, humos, gases y vapores tóxicos o nocivos.** | Proyección de productos químicos aislantes (espumas, etc.). | | Mascarilla con filtro específico para gases y vapores. |
| | Utilización de productos químicos aislantes en forma de placas, láminas, rollos. | | Mascarilla con filtro mecánico. |
| **Contacto con sustancias irritantes, cáusticas, corrosivas o tóxicas.** | Utilización de productos químicos aislantes. | Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, gafas antiproyección, gorro. | Guantes de goma, o similar, para protección en manos. |
| **Ruido.** | General.<br>Corte de materiales metálicos, amolado. | Protector auditivo. | |
| **Vibraciones mano-brazo.** | Uso de máquinas y herramientas electromecánicas. | | Guantes anti-vibraciones. |
| **Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.** | Trabajos a la intemperie. | Ropa de protección contra bajas temperaturas.<br>Calzado de protección contra el frío.<br>Crema de protección. | |
| **Sobresfuerzos por posturas forzadas.** | Construcción de parte inferior de cerramientos de fábrica (de rodillas o en cuclillas). | | Almohadillas acolchadas para rodillas y gemelos. |
| **Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.** | Perfiles metálicos. Chapas metálicas. Paneles prefabricados.<br>Piezas cerámicas, ladrillos, etc. | | Almohadillas acolchadas para hombros. |
| **Proyección de partículas.** | Perforación de paramentos para ejecutar trasdosados. | Gafas antiproyecciones. | |
| | Corte y perforación de lámina de yeso, etc. | | |
| | Manipulación (corte e instalación) de lana de roca. | | |
| **Inhalación de polvo.** | Corte y perforación de lámina de yeso, etc. | Mascarilla antipolvo FFP1, gafas antipolvo. | |
| **Inhalación de fibras, humos, gases o vapores tóxicos o nocivos.** | Aplicación de productos sellantes, adhesivos, etc. | Mascarilla con filtro específico para gases y vapores. | |
| | Manipulación de placas o láminas aislantes (lana de roca, lana de vidrio, etc.). | Máscara tipo FFP1. | |
| **Contactos con sustancias irritantes, cáusticas, corrosivas o tóxicas.** | Utilización de cemento cola, adhesivo, yeso, pastas de sellado, de relleno y de acabado etc. | Guantes de goma, o similar, para protección en manos. | |

| Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general Uso específico |
|---|---|---|
| | Manipulación (corte e instalación) de lana de roca. | |
| | Manipulación (corte e instalación) de lana de vidrio. | |

## 5.17 Revestimientos

### 5.17.1 Factores de riesgo:

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Atrapamientos con partes móviles.** | ▪ Empleo de maquinaria de proyección de revestimiento continúo. |
| **Caídas a distinto nivel.** | ▪ Carga y descarga de materiales en camión de transporte de cargas.<br>▪ Trabajos en proximidad de huecos horizontales y verticales.<br>▪ Acceso a zonas de trabajo en altura (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, etc.).<br>▪ Recepción de materiales en bordes de fachada.<br>▪ Montaje y utilización de medios auxiliares (escaleras manuales, andamios borriquetas o similares, andamios/torres móviles o similares, plataformas elevadoras, andamios tubulares apoyados, etc.). |
| **Golpes, cortes, proyecciones de partículas o materiales.** | ▪ Corte o ajuste de material cerámico, piedra natural o artificial, PVC, etc.<br>▪ Manejo de materiales y elementos con aristas cortantes.<br>▪ Rotura de revestimientos cerámicos durante su colocación.<br>▪ Perforado de paramentos para aplicación y fijación de soportes. |
| **Inhalación de polvo.** | ▪ Preparación de pastas de cemento en polvo, cal, arena, etc., y su posterior proyectado.<br>▪ Preparación de adhesivos cementosos.<br>▪ Corte o ajuste de material cerámico, piedra natural o artificial, PVC, etc.<br>▪ Perforado de paramentos para aplicación y fijación de soportes.<br>▪ Operaciones de raspados, proyección de piedra, o limpiezas superficiales. |
| **Inhalación de gases o vapores de sustancias tóxicas o nocivas.** | ▪ Aditivos para enfoscar, adhesivos cementosos, disolventes, etc. |
| **Contacto con sustancias tóxicas, irritantes, cáusticas o corrosivas.** | ▪ Cemento, mortero, cal, yeso, escayola, adhesivos cementosos.<br>▪ Siliconas de sellado, masillas de fijación, adhesivos, aditivos, etc. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Aprovisionamiento y manipulación de sacos de materiales de agarre y rejuntado.<br>▪ Posición continuada de rodillas o cuclillas para:<br>▪ La ejecución de la parte inferior de revestimientos interiores (zona inferior de la pared cerca del suelo, esquinas y rincones, etc.).<br>▪ Corte de los azulejos con la cortadora.<br>▪ Operaciones de rejuntado. |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| | ▪ Trabajos de fijación de estructuras soporte y aplicación de revestimientos (enfoscados,<br>▪ alicatados, paneles y placas, falsos techos, etc.) por encima de los hombros. |

Dicho revestimiento puede ser continuo, el cual proporciona un acabado que no se interrumpe en toda su superficie o que está conformado sin juntas aparentes. Éste consiste bien en un acabado liso de una capa de cemento o mortero conseguido mediante proyección mecánica (máquinas de proyección continuas o discontinuas) o aplicación manual (con la ayuda de una llana), o bien en un acabado realizado con materiales flexibles y textiles. En cambio, los aplacados y chapados son revestimientos discontinuos que consisten en la colocación de materiales rígidos de forma directa sobre el paramento, sin quedar separación entre los dos elementos de la misma, la hoja interior de la fachada y la hoja exterior.

En este sentido, en la presente obra se colocan varios tipos de revestimiento de paramentos verticales interiores que se describen en la tabla que se muestra a continuación, cuyas características tanto del material empleado, como del propio proceso constructivo, van a determinar las acciones concretas que se deben considerar para evitar o controlar los distintos riesgos que se pueden generar durante la ejecución de esta actividad.

Con el fin de cumplir con los requisitos normativos de seguridad y salud se tienen en cuenta, entre otros, factores tales como, por ejemplo:

- La situación de los paramentos verticales que se van a revestir respecto al borde de los huecos interiores (patios, escaleras, ascensores, etc.), de las aberturas verticales en paredes y, en su caso, de fachada.
- La tipología del revestimiento que se va a ejecutar (continuo o discontinuo) y los materiales que se van a utilizar (morteros, yesos, escayolas, materiales flexibles, azulejos, piezas o placas rígidas, textiles, papeles, etc.).
- La necesidad de posicionar andamios de borriquetas o similares, torres de trabajo o escaleras de mano en zonas próximas a borde de fachada o huecos interiores.
- La posibilidad de utilizar andamiadas para revestimientos de gran superficie o la utilización de plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP) para revestimientos en altura.

- La adecuada elección de los sistemas de protección colectiva que se han de utilizar, así como sus elementos de fijación y enclavamiento a la estructura soporte.
- La incidencia que los sistemas de protección colectiva instalados en bordes de fachada, aberturas existentes en paramentos verticales o huecos interiores durante las fases anteriores pueda tener sobre el proceso de ejecución de los revestimientos interiores de paramentos verticales. En este sentido, es preciso la evaluación de la compatibilidad y eficacia de dichos sistemas para decidir sobre su sustitución o mantenimiento.
- La disposición en obra de líneas de vida o elementos de anclaje fijados a elementos estructurales para el amarre de sistemas anticaídas o de retención durante los trabajos de ejecución de revestimientos de paramentos verticales frente a huecos (verticales u horizontales), en aquellos casos en los que la protección colectiva resulte insuficiente o ineficaz.

### 5.17.2 Medidas preventivas

De manera particular, en este tipo de revestimientos interiores deben realizarse los controles previos siguientes:

- Garantizar que el soporte (paramento vertical), que es el elemento que deberá sustentar el revestimiento, es adecuado y se halla en buenas condiciones para resistir las acciones mecánicas del conjunto.
- Verificar que el diseño del revestimiento interior que se va a ejecutar es el adecuado y es conforme al proyecto de la obra.
- Analizar la tipología del material que se va a emplear, sus características específicas y solicitar los certificados de calidad de los diferentes materiales, elementos o sistemas que conformarán el revestimiento vertical, así como analizar su compatibilidad.
- En lo referente a los medios auxiliares que se tienen que utilizar (andamios de borriquetas, andamios plegables, escaleras de mano, torres de trabajo móviles, andamios con elementos prefabricados apoyados, plataformas elevadoras móviles, etc.) para posibilitar los trabajos de ejecución y colocación de revestimientos de paramentos verticales en altura, se debe realizar un análisis previo para garantizar:

- La adaptabilidad de los mismos al entorno de trabajo y a la alineación de los paramentos que se van a revestir.
- El conocimiento (características, resistencia y nivelación) de las superficies sobre las que se van a apoyar o utilizar los citados equipos. En el caso de andamios apoyados, se habrá de garantizar la realización de un estudio previo (cálculo de resistencia o similar) que asegure la estabilidad de los mismos frente a hundimientos.
- La disponibilidad de sistemas de protección colectiva (redes horizontales o verticales, sistemas provisionales de protección de borde, apantallamientos, etc.) en zonas de trabajo próximas o anexas a aberturas verticales en paredes, bordes de forjado y huecos interiores, o bien de sistemas anticaídas (líneas de anclaje provisionales, puntos de anclaje fijos a elementos estructurales, etc.) cuando exista una justificación técnica que determine la no viabilidad de los primeros.

- En aquellos casos en los que se prevea o se posibilite simultanear la actividad de revestimientos de paramentos verticales con la ejecución de otros trabajos (revestimiento de techos, fontanería, climatización, electricidad, red contra incendios, solados, etc.), se ha de evaluar la posibilidad de delimitar y acondicionar las zonas de trabajo con el objeto de evitar riesgos innecesarios a trabajadores de otras actividades, y viceversa.

Se debe garantizar una coordinación adecuada de actividades cuando se prevea o exista alguna simultaneidad entre actividades. En particular, entre:

- Los trabajos que se realizan en las zonas de recepción de cargas en planta y los trabajos que se ejecutan en zonas anexas, con el objeto de eliminar las interferencias entre ambas.
- Trabajos de revestimiento de paramentos verticales ejecutados en zonas afectadas por aberturas verticales en paredes o huecos horizontales y otras actividades situadas en niveles inferiores, con el objeto de:
  - Eliminar la posibilidad de realizar trabajos en la misma vertical. Si ello no puede evitarse, se habrá de disponer de sistemas de retención de materiales que impidan la caída de los mismos a niveles inferiores de trabajo.

- Trabajos de revestimientos de paramentos verticales interiores y actividades de particiones interiores o actividades de revestimiento de techos, con el objeto de garantizar:
    - La utilización coordinada de los medios auxiliares empleados para trabajos en altura (andamios prefabricados apoyados, torres de trabajo, plataformas elevadoras, etc.).
    - El orden y limpieza de las zonas de trabajo.
    - La ventilación de las zonas de trabajo, en especial las relacionadas con el corte de materiales que puedan generar altas concentraciones de polvo.
- Trabajos de revestimientos de paramentos interiores y actividades de fontanería, con el objeto de garantizar:
    - La ventilación de las zonas de trabajo, en especial las relacionadas con la soldadura de materiales.
- Asimismo, en los casos en los que se ejecuten trabajos de revestimientos interiores próximos a escaleras de acceso se ha de garantizar la delimitación y cierre de estos accesos, así como la habilitación de pasos alternativos.
- En aquellos casos en los que sea preciso utilizar andamios (tubulares o torres de trabajo) o plataformas elevadoras móviles para alcanzar alturas significativas, el plan de trabajo se debe organizar de forma que las zonas afectadas por estos trabajos de revestimiento de paramentos verticales quedan delimitadas y acotadas (malla tipo “stopper” o similar, valla de contención) en todo su perímetro, para evitar el acceso y paso de personal por debajo de las mismas.
- Se ha de realizar una previsión del método de trabajo más seguro en función del tipo de revestimiento que se va a ejecutar y la maquinaria que se va a emplear, tomando como base:
    - La forma de recepcionar los materiales.
    - En el caso de enfoscado o guarnecido, la técnica de aplicación del mismo (manual o mediante máquina de proyección).
    - En el caso de revestimientos discontinuos, la forma de colocar y fijar los materiales (adhesivos cementosos, anclajes mecánicos, anclajes mixtos, estructuras auxiliares a base de perfilería, etc.).

- En lo relativo al movimiento de cargas en el interior de las plantas, se deben considerar las acciones precisas de orden, limpieza y protección (huecos horizontales y verticales).
- Durante la instalación de redes o sistemas de protección de borde en aberturas verticales en paredes, huecos interiores o bordes de forjado, los instaladores deben usar un sistema anticaídas o arnés de seguridad anclado a puntos fijos o líneas de vida previamente instalados.

**Acopio de materiales**

Como norma general, se debe garantizar en todo momento la estabilidad de los acopios. Éstos han de realizarse en una superficie horizontal, alejada de desniveles y con dispositivos (jaulas, bastidores, caballetes, jácenas metálicas, etc.) que impidan el movimiento involuntario de elementos y piezas.

En relación con el acopio de materiales sobre los medios auxiliares, los depósitos o contenedores del material puesto en obra deben ser compatibles con las cargas admisibles del medio auxiliar empleado (en este sentido, durante la ejecución de los trabajos se tiende a acumular grandes cantidades de material en depósitos desde los que se toma el material poco a poco para ser aplicado sobre el paramento vertical).

**Acciones sobre la ejecución de los trabajos**

El revestimiento de los paramentos verticales interiores se debe realizar conforme a lo establecido en el proyecto de la obra, y, en particular, a lo indicado en los planos y detalles de ejecución. El proceso de ejecución de estos trabajos varía en función de la tipología del revestimiento interior que se vaya a realizar (continuo o discontinuo).

- Se debe garantizar que se dispone de las protecciones colectivas correspondientes tanto en los accesos, como en los perímetros y huecos interiores, acordes a la altura de trabajo que debe alcanzarse y compatibles con el proceso de ejecución de los revestimientos de los paramentos interiores. Para ello, es preciso llevar a cabo una planificación previa de los mismos.
- Los distintos sistemas de protección han de estar instalados antes de proceder a la puesta en obra de los revestimientos verticales. En este sentido, es esencial dar una respuesta eficaz a los puntos críticos siguientes:

| Medidas de prevención / protección orientativas a instalar para la ejecución de revestimientos de paramentos verticales | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Planta baja o niveles inferiores. | | | | | | | | | | * |
| Andamios de borriquetas o similar. | | | | | | * | | | * | |
| Torres de trabajo o andamios móviles. | | | | | | * | | | * | |

| Sistemas de protección de borde | Redes de seguridad | Otros sistemas |
|---|---|---|
| P1 Barandillas propias del medio auxiliar.<br>P2 Sistemas provisionales de protección de borde.<br>P3 Apantallamientos verticales (sistemas provisionales de protección de borde de suelo a techo). | P4 Red de seguridad vertical.<br>P5 Red de seguridad horizontal. | P6 Plataformas de ancho mínimo 0.60 m.<br>P7 Malla mosquitera o similar, para cubrición de red vertical u horizontal (retención de materiales).<br>P8 Sistemas de cubrición de huecos (tapa de madera o elemento resistente similar).<br>P9 Sistemas anticaídas UNE 795 / Punto de anclaje.<br>P10 Valla autónoma de contención, o sistema similar, en zona de afección de caída de materiales. |

En esta misma línea, según las características y las condiciones del tipo de trabajo que se va a realizar, su emplazamiento y uso de medios auxiliares, en la ejecución de revestimientos de paramentos verticales se puede considerar la utilización de, entre otras, las medidas siguientes:

- Se debe garantizar, en todo momento, el mantenimiento de las protecciones colectivas dispuestas en los medios auxiliares utilizados para la ejecución de los trabajos en altura.
- Los materiales se han de depositar lo más próximos posible a las zonas de trabajo en las que sean necesarios para la ejecución del revestimiento. Asimismo, el reparto de los mismos en las plataformas de trabajo en altura (andamios o plataformas elevadoras) tiene que realizarse de manera que se eviten sobrecargas.
- Los trabajos se deben organizar de forma que se evite el trabajo sobre paramentos verticales hasta que no hayan transcurrido 48 horas desde la ejecución del mismo.
- Las zonas de trabajo se mantengan limpias y ordenadas en todo momento. Asimismo, las zonas de paso han de permanecer libres de materiales o restos de éstos, señalizando aquellas que se hayan cortado y utilizando pasos alternativos.
- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes con el objeto de evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.
- Todas las plataformas de trabajo en altura tienen que disponer de una superficie mínima de trabajo de 60 cm, barandillas superior e intermedia y rodapiés.

- Asimismo, los trabajos que se ejecuten en zonas de tránsito de personas deben estar delimitados y acotados en toda su área con el fin de evitar el acceso de personal ajeno a las mismas.
- Se han de utilizar los medios auxiliares necesarios para el transporte de material con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados del transporte manual.

**Revestimiento continuo: enfoscado, guarnecido y enlucido, flexible y textil**

Durante la aplicación del enfoscado, guarnecido o enlucido de forma manual se tiene que prestar especial atención a las herramientas manuales tales como, por ejemplo, las llanas que pueden tener bordes muy afilados por la fricción contra los paramentos. Para el transporte de materiales se han de utilizar carretillas manuales con el fin de evitar esfuerzos innecesarios.

Medidas básicas de aplicación frente a productos químicos:

| LOCALIZACION | MEDIDA |
|---|---|
| **Cemento en polvo, cal,** productos **aditivos, etc.** | 1. Solicitar al fabricante la documentación relativa a los peligros y medidas de prevención de dichos (ficha de datos de seguridad).<br>2. Evitar el contacto de los citados productos con la piel para reducir la posibilidad de quemaduras o sensibilizaciones cutáneas.<br>3. Mantener una ventilación adecuada durante la aplicación de los mencionados productos.<br>4. Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, gafas, gorro y mascarilla con filtro adecuado en función de la ficha de datos de seguridad de los productos utilizados. |

Durante la utilización de la maquinaria para la mezcla y proyección de la pasta se tiene que prestar especial atención a los aspectos siguientes:

- En el caso de que se empleen equipos neumáticos, se han de comprobar el compresor, las mangueras y uniones, así como que no existan obstrucciones que puedan provocar salidas no controladas de material.
- Las mangueras tienen que ser de longitudes adecuadas. En este sentido, se debe tener en cuenta que las mangueras de gran longitud pueden provocar una mayor cantidad de obturaciones.
- Dado que se trabaja en vía húmeda y que las citadas máquinas se alimentan mediante suministro eléctrico, se ha de prestar especial cuidado en el mantenimiento de dicha instalación.

- En el caso de que se produzca un atasco de la pasta, se tendrá que parar y desconectar la máquina, y se procederá a la limpieza de esta. En ningún caso, se retirará la criba con rejilla con la máquina en funcionamiento.

**Revestimiento discontinuo: alicatado, chapado o ligero**

Los trabajos de replanteo, instalación de anclajes, colocación de adhesivo e instalación de baldosas, placas o paneles, se debe realizar, preferentemente, desde andamios o plataformas elevadoras.

Tras la colocación del adhesivo y los anclajes, en su caso, y previamente a la colocación del revestimiento (baldosas o placas) se ha de garantizar que dicho trabajo se ha efectuado correctamente y que los anclajes son resistentes.

En aquellos casos en los que se utilicen piezas cerámicas, el corte de las mismas se tiene que hacer, preferentemente, por vía húmeda con el objeto de evitar una excesiva formación de polvo ambiental.

Los adhesivos más utilizados para la colocación de cualquier tipo de baldosa (cerámica, piedra natural, aglomerado, etc.) en paramentos verticales son: los cementosos, en dispersión y de resinas de reacción (epoxídicos y poliuretánicos). En relación con estos adhesivos, se debe garantizar:

- La utilización de productos con marcado CE clasificados conforme a la norma UNE EN 12004 que determina, en sus diferentes apartados, la terminología de los materiales, los requisitos que han de alcanzar, las definiciones sobre los métodos de trabajo, las características de aplicación y las especificaciones para el marcado CE.
- La selección adecuada del adhesivo tomando como base la consideración de las baldosas, las superficies y soportes de colocación, las exigencias funcionales del recubrimiento (incluyendo las condiciones ambientales frente a las que tendrá que desempeñar dichas funciones) y las circunstancias de su ejecución (necesidad de rapidez, condiciones climáticas extremas, etc.). Todos estos factores influyen de manera conjunta y tienen que ser considerados todos sin excepción, junto con las características particulares de cada proyecto.
- Que se respetan las recomendaciones del fabricante en lo relativo a la preparación, manipulación y aplicación de los citados adhesivos, en especial en lo referente a la dosificación de agua.

- En cualquier caso, y en espera de la realización de un estudio de exposición más detallado, se ha de atender a las medidas orientativas de aplicación dispuestas en la tabla siguiente:

Medidas básicas de aplicación frente a los adhesivos

| LOCALIZACION | MEDIDA |
|---|---|
| **Adhesivos cementosos, en dispersión y de resinas de reacción.** | 1. Solicitar al fabricante la documentación relativa a los peligros y medidas de prevención de dichos productos (ficha de datos de seguridad).<br>2. Evitar el contacto de los citados productos con los ojos y la piel para reducir la posibilidad de quemaduras o sensibilizaciones cutáneas. En este sentido, no se ha de comer, beber o fumar durante la realización de los trabajos.<br>3. Mantener una ventilación adecuada durante la aplicación de los mencionados productos con el objeto de reducir la formación de polvo ambiental.<br>4. Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo y equipos de protección individual específicos en función de la ficha de datos de seguridad del producto: guantes para la manipulación y aplicación, mascarillas de protección respiratoria en lugares poco ventilados y gafas de protección ocular cuando hay riesgo de salpicaduras.<br>5. Una vez finalizados los trabajos, los trabajadores han de lavarse y ducharse, siendo recomendable utilizar cremas hidratantes. Asimismo, tienen que quitarse las prendas manchadas (ropa, calzado, relojes, etc.) y limpiarlas antes de volver a utilizarlas. |

**Operaciones de apoyo (acabado y dimensionado de piezas)**

Se consideran operaciones de apoyo aquéllas que deben realizarse para asegurar el correcto acabado y dimensionado de las piezas: corte, rebajes, pulido, ranurado, etc., antes de su instalación definitiva.

En relación con dichas operaciones, siempre que éstas se realicen en obra, se ha de garantizar que:

- Se dispone de bancos de trabajo auxiliares que permitan al trabajador mantener una posición adecuada.
- Las zonas de trabajo no generan riesgos adicionales a las citadas operaciones, y que se encuentran libres de obstáculos y ordenadas.
- La iluminación es adecuada al uso y tipo de trabajo que se va a realizar

**Acabado (raspado, lavado, etc.), sellado de juntas y limpieza de revestimiento de paramento vertical terminado**

Normalmente, estas labores se realizan al final de la obra. Para la ejecución de estos trabajos es preciso desempeñar trabajos en altura, por lo que se deben tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- En el caso de utilizar plataformas elevadoras, se tiene que garantizar que:

- Las superficies de desplazamiento de dichas plataformas están niveladas, así como libres de obstáculos y de huecos en el suelo.
- La zona de desplazamiento de la máquina está acotada, delimitada y señalizada adecuadamente con el objeto de evitar el acceso de personal ajeno a las citadas operaciones.

- En relación con la utilización de productos químicos (disolventes, siliconas, masillas, adhesivos, etc.) se debe atender a lo descrito en las instrucciones de utilización de cada uno de ellos y a lo contemplado en las correspondientes fichas de datos de seguridad de estos.

### 5.17.3 Equipos de protección individual

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Golpes y proyecciones sobre la cabeza por caída de objetos.** | General. | Casco. | |
| **Caídas a distinto nivel.** | Trabajos de recepción de materiales en plataformas de carga y descarga que no garanticen la protección frente a caídas. | | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| | Operaciones de montaje de andamios, montacargas y plataformas de carga y descarga. | | Sistema anticaídas: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc . |
| | Trabajos sobre andamios, plataformas elevadoras. | | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc., en aquellos casos en los que el fabricante lo indique, o como complemento a la protección colectiva del equipo auxiliar cuando no quede totalmente eliminado el riesgo de caída. |
| **Golpes, atrapamientos, punzonamientos, pinchazos o cortes.** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero. | |
| **Proyección de partículas.** | Perforación de paramentos (taladros). | | Gafas antiproyecciones. |
| | Rotura de revestimientos cerámicos durante su instalación. | | |
| | Corte, perforación y amolado de materiales metálicos, cerámicos, placas de yeso, pvc, etc. | | |

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general | Uso específico |
|---|---|---|---|
| **Inhalación de polvo.** | Perforación de paramentos (taladros). | | Mascarilla antipolvo FFP1, gafas antipolvo. |
| | Corte, perforación y amolado de materiales metálicos, cerámicos, placas de yeso, pvc, etc. | | |
| | Preparación de pastas (morteros, yesos, cal, etc.). | | |
| **Inhalación de fibras, gases o vapores tóxicos o nocivos.** | Aplicación de productos sellantes, adhesivos, etc. | | Mascarilla con filtro específico para gases y vapores. |
| | Utilización de productos químicos aislantes en forma de placas o láminas (lana de roca, lana de vidrio, etc.). | | Mascarilla con filtro mecánico. |
| **Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.** | Aplicación de productos químicos (cementos, yesos, lana de roca o vidrio, sellantes, adhesivos, etc.). | | Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, gafas antiproyección, gorro, guantes de goma o similar. |
| **Ruido.** | Perforación de paramentos (taladros). | | Protector auditivo. |
| | Corte y ajuste de materiales metálicos (perfilería, etc.). | | |
| | Corte de materiales cerámicos, PVC, conglomerados, chapas de acero inoxidable, etc. | | |
| **Vibraciones.** | Uso de máquinas y herramientas electromecánicas. | | Guantes anti-vibraciones. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas.** | Posición continuada de rodillas o cuclillas durante la realización de trabajos cercanos al suelo o en zonas de superficie reducida. | | Almohadillas acolchadas para rodillas y gemelos. |
| **Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.** | Perfiles metálicos o de aluminio. | | Almohadillas acolchadas para hombros. |
| | Paneles de conglomerados, madera, acero inoxidable, rollos de materiales flexibles, etc. | | |
| | Piezas cerámicas, azulejos, placas de escayola, etc. | | |
| **Golpes, atrapamientos, punzonamientos, pinchazos o cortes.** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero. | |

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general | Uso específico |
|---|---|---|---|
| **Proyección de partículas.** | Perforación de paramentos (taladros). | | Gafas antiproyecciones. |
| | Rotura de revestimientos cerámicos durante su instalación. | | |

## 5.18 Falsos techos

### 5.18.1 Factores de riesgos

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Atrapamientos con partes móviles.** | ▪ Empleo de maquinaria de proyección de revestimiento continúo. |
| **Caídas a distinto nivel.** | ▪ Carga y descarga de materiales en camión de transporte de cargas.<br>▪ Trabajos en proximidad de huecos horizontales y verticales.<br>▪ Acceso a zonas de trabajo en altura (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, etc.).<br>▪ Recepción de materiales en bordes de fachada.<br>▪ Montaje y utilización de medios auxiliares (escaleras manuales, andamios borriquetas o similares, andamios/torres móviles o similares, plataformas elevadoras, andamios tubulares apoyados, etc.). |
| **Golpes, cortes, proyecciones de partículas o materiales.** | ▪ Corte o ajuste de placas de escayola, placas conglomeradas, placas de yeso laminado, etc.<br>▪ Manejo de materiales y elementos con aristas cortantes: perfilería metálica auxiliar, chapas, etc.<br>▪ Corte o ajuste de materiales metálicos (perfilería auxiliar, chapa, etc.).<br>▪ Perforación de paramentos para la fijación de perfilería auxiliar de soporte.<br>▪ Manejo de herramientas manuales o electromecánicas. |
| **Inhalación de polvo.** | ▪ Preparación de pastas de cemento en polvo, cal, arena, etc., y su posterior proyectado.<br>▪ Corte, adaptación y perforación de placas de escayola, conglomeradas, de yeso laminado, etc.<br>▪ Preparación de adhesivos cementosos.<br>▪ Perforado de paramentos para la aplicación y fijación de soportes.<br>▪ Manipulación (corte e instalación) de placas o láminas aislantes (lana de roca, lana de<br>▪ vidrio, poliestireno, etc.). |
| **Inhalación de fibras, gases o vapores de sustancias tóxicas o nocivas.** | ▪ Aditivos para enfoscar, adhesivos cementosos, disolventes.<br>▪ Manipulación (corte e instalación) de placas o láminas aislantes (lana de roca, lana de<br>▪ vidrio, poliestireno, etc.). |
| **Contacto con sustancias tóxicas, irritantes, cáusticas o corrosivas.** | ▪ Cemento, mortero, cal, yeso, escayola, adhesivos cementosos.<br>▪ Siliconas de sellado, masillas de fijación, adhesivos, aditivos, pastas de agarre, de relleno y de acabado, etc. |

| | |
|---|---|
| | ▪ Manipulación de placas aislantes de lana de roca, lana de vidrio, etc. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Aprovisionamiento y manipulación de sacos de materiales de agarre y rejuntado.<br>▪ Manipulación y transporte de cargas pesadas para su colocación final (paneles de yeso laminado, perfilería de acero galvanizado, etc.).<br>▪ Mantenimiento de posturas estáticas en brazos, cuello y tronco durante la colocación de las placas o planchas, trabajos de fijación de estructuras soporte y de aplicación de<br>▪ revestimientos continuos (enfoscados, enlucidos, etc.) por encima de los hombros. |
| **Movimientos repetitivos** | ▪ Utilización continuada de atornillador.<br>▪ Aplicación continuada de pastas y de cinta. |

Los materiales utilizados durante la ejecución de revestimientos de techos son los que se especifican a continuación:

- En el caso de revestimientos continuos: morteros de cemento, morteros de cal, morteros mixtos, yeso, pasta de yeso, planchas de escayola, PYL, etc.
- En el caso de revestimientos discontinuos: placas de escayola, placas metálicas, placas conglomerantes, placas de madera, placas de yeso laminado (PYL), etc.
- Anclajes, varillas, perfiles metálicos de acero galvanizado, aluminio, etc.
- Accesorios para perfiles, tornillos, etc.
- Cintas: de papel microperforado o de malla para ejecución de juntas entre placas.
- Placas aislantes: lana de fibra de vidrio, poliestireno expandido, etc.
- Adhesivos y cementos cola, pastas de acabado (pasta de relleno con cinta, pasta de relleno sin cinta, polivalentes).

Tomando como base lo anterior, se especifican las acciones básicas que se deben adoptar durante la Actividad de revestimientos interiores de techos con el fin de cumplir con los requisitos normativos de seguridad y salud que le son de aplicación. Para ello, se tienen en cuenta, entre otros, factores tales como, por ejemplo:

- La situación de los techos que se van a revestir respecto al borde de los huecos interiores, de las aberturas verticales en paredes y, en su caso, de fachada.
- La tipología del revestimiento de techo que se va a ejecutar (continuo o discontinuo) y los materiales que se van a utilizar (morteros, placas de escayola,

placas conglomeradas, yesos, escayolas, placas de yeso laminado, materiales aislantes, etc.).

- La necesidad de posicionar andamios de borriquetas o similares, torres de trabajo o escaleras de mano en zonas próximas a borde de fachada, escaleras o huecos interiores.
- La adecuada elección de los sistemas de protección colectiva que se van a utilizar, así como sus elementos de fijación y enclavamiento a la estructura soporte.
- La incidencia que los sistemas de protección colectiva instalados en bordes de fachada, aberturas en paramentos verticales o huecos interiores durante las fases anteriores pueda tener sobre el proceso de ejecución de los revestimientos interiores de techos. En este sentido, es preciso la evaluación de la compatibilidad y eficacia de dichos sistemas para decidir sobre su sustitución o mantenimiento.
- La disposición en obra de líneas de vida o elementos de anclaje fijados a elementos estructurales para el amarre de sistemas anticaídas o de retención durante los trabajos de ejecución de revestimiento de techos frente a huecos (verticales u horizontales), en aquellos casos en los que la protección colectiva resulte insuficiente o ineficaz.

### 5.18.2 Acciones o medidas preventivas

De manera particular, en este tipo de revestimientos interiores deben realizarse los controles previos siguientes:

- Garantizar que el soporte (paramento horizontal), que es el elemento que deberá sustentar el revestimiento, es adecuado y se halla en buenas condiciones para resistir las acciones mecánicas del conjunto.
- Verificar que el diseño del revestimiento de techos que se va a ejecutar es el adecuado y es conforme al proyecto de la obra.
- Analizar la tipología del material que se va a emplear, sus características específicas y solicitar los certificados de calidad de los diferentes materiales, elementos o sistemas que conformarán el revestimiento del techo, así como analizar su compatibilidad.
- En lo referente a los medios auxiliares que se tienen que utilizar (andamios de borriquetas, andamios plegables, escaleras de mano, torres de trabajo móviles,

andamios con elementos prefabricados apoyados, plataformas elevadoras móviles, etc.) para posibilitar los trabajos de ejecución y colocación de revestimientos de techos en altura, se debe realizar un análisis previo para garantizar:

  - La adaptabilidad de los mismos al entorno de trabajo y al área de trabajo existente bajo el techo sobre el que se va a realizar el revestimiento.
  - El conocimiento (características, resistencia y nivelación) de las superficies sobre las que se van a apoyar o utilizar los citados equipos.
  - La disponibilidad de sistemas de protección colectiva en zonas de trabajo próximas o anexas a aberturas verticales en paredes, bordes de forjado y huecos interiores, o bien de sistemas anticaídas (líneas de anclaje provisionales, puntos de anclaje fijos a elementos estructurales, etc.) cuando exista una justificación técnica que determine la no viabilidad de los primeros.

- En aquellos casos en los que se prevea o se posibilite simultanear la actividad de revestimientos de techos con la ejecución de otros trabajos (revestimiento de particiones verticales interiores, fontanería, climatización, electricidad, red contra incendios, solados, etc.), se ha de evaluar la posibilidad de delimitar y acondicionar las zonas de trabajo con el objeto de evitar riesgos innecesarios a trabajadores de otras actividades, y viceversa.

Se debe garantizar una coordinación adecuada de actividades cuando se prevea o exista alguna simultaneidad entre actividades. En particular, entre los trabajos que se realizan en las zonas de recepción de cargas en planta y los trabajos que se ejecutan en zonas anexas, con el objeto de eliminar las interferencias entre ambas.

Trabajos de revestimientos de techos y actividades de particiones interiores o instalaciones (climatización, electricidad, etc.), con el objeto de garantizar:

- La utilización coordinada de los medios auxiliares empleados para trabajos en altura (andamios prefabricados apoyados, andamios de borriquetas, torres de trabajo, plataformas elevadoras móviles, etc.).
- El orden y limpieza de las zonas de trabajo.
- La ventilación de las zonas de trabajo, en especial las relacionadas con el corte de materiales que puedan generar altas concentraciones de polvo.

Trabajos de revestimientos de techos y actividades de fontanería, con el objeto de garantizar la ventilación de las zonas de trabajo, en especial las relacionadas con la soldadura de materiales.

Trabajos de revestimientos de techos y escaleras de acceso, con el objeto de garantizar:

- La delimitación y cierre de estos accesos, así como la habilitación de pasos alternativos.
- El plan de trabajo se ha de organizar de forma que las zonas afectadas por los trabajos de revestimiento de techos en altura quedan delimitadas y acotadas (malla tipo “stopper” o similar, valla de contención) en todo su perímetro, para evitar el acceso y paso de personal por debajo de las mismas.

En lo relativo al movimiento de cargas en el interior de las plantas, se deben considerar las acciones precisas de orden, limpieza y protección (huecos horizontales y verticales).

Durante la instalación de redes o sistemas de protección de borde en aberturas verticales en paredes, huecos interiores o bordes de forjado, los instaladores deben usar un sistema anticaídas o arnés de seguridad anclado a puntos fijos o líneas de vida previamente instalados.

**Medios auxiliares**

Se debe garantizar que las zonas donde se instalen los medios auxiliares para trabajos en altura y los equipos de elevación de cargas se delimiten (mediante valla autónoma de contención, malla tipo “stopper” u otro sistema similar) y señalicen convenientemente.

**Izado de cargas y recepción de materiales**

Durante las operaciones de recepción de materiales en suspensión (mediante el empleo de grúas) se debe restringir el paso de personas bajo las zonas afectadas.

Los materiales han de ser izados de modo que no puedan desprenderse. En este sentido, se deben tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- Los elementos de pequeño tamaño (anclajes, varillas, perfiles, etc.) tienen que ser suministrados empaquetados. Estos elementos se deben transportar en plataformas emplintadas o con el empaquetado del fabricante. En aquellos casos en los que no pueda asegurarse la resistencia del empaquetado de fábrica, los citados elementos habrán de ser transportados sobre bateas protegidas perimetralmente con plintos que eviten derrames fortuitos.

- En el caso de materiales sueltos, pasta, líquido, mortero, etc., éstos tienen que ser transportados de manera que se eviten colmos con el objeto de que no se ocasionen derrames. En este sentido, los recipientes utilizados se deben llenar al 50% de su capacidad.
- En el caso de placas (escayola, yeso laminado, etc.), el material se ha de suministrar empaquetado y su descarga desde los camiones se tiene que realizar, en la medida de lo posible, por medios mecánicos (carretillas, grúas, etc.). En este sentido, el material se debe aproximar lo máximo posible al lugar del trabajo de manera que quede dentro del radio de acción de los medios mecánicos de elevación. Asimismo, las citadas placas han de ser izadas a planta empaquetadas y en posición horizontal, utilizando para ello medios mecánicos y, en su caso, "uñas" de izado para grúas.

**Acopio de materiales y movimiento de cargas en planta**

Como norma general, se debe garantizar en todo momento la estabilidad de los acopios. Éstos han de realizarse en una superficie horizontal, alejada de desniveles y con dispositivos (jaulas, bastidores, caballetes, jácenas metálicas, etc.) que impidan el movimiento involuntario de elementos y piezas.

En relación con el acopio de materiales sobre los medios auxiliares, los depósitos o contenedores del material puesto en obra deben ser compatibles con las cargas admisibles del medio auxiliar empleado (en este sentido, durante la ejecución de los trabajos se tiende a acumular grandes cantidades de material en depósitos desde los que se toma el material poco a poco para ser aplicado sobre el techo).

Tanto los paquetes de placas, como los palets de sacos de pastas, se han de almacenar a cubierto, al abrigo de las lluvias y la intemperie, y sobre superficies lo más lisas y horizontales posibles.

Las placas de escayola, placas de yeso laminado, conglomeradas, etc., se tienen que acopiar lo más cerca posible de las zonas de trabajo con el objeto de evitar la manipulación manual en la medida de lo posible.

El movimiento de los materiales en planta se debe realizar, en la medida de lo posible, con carretillas eléctricas o manuales.

En el caso de que las placas de yeso laminado u otros tipos de placas de grandes dimensiones se tengan que transportar y manipular manualmente, éstas se deben trasladar en vertical o de canto, y nunca de plano u horizontal, y entre dos o más trabajadores en función del peso y la altura de las mismas.

**Ejecución de los trabajos**

El revestimiento interior de techos se debe realizar conforme a lo establecido en el proyecto de la obra, y, en particular, a lo indicado en los planos y detalles de ejecución. El proceso de ejecución de estos trabajos varía en función de la tipología del revestimiento interior que se vaya a realizar.

En este sentido, dicho proceso constructivo puede llevarse a cabo mediante:

- Enfoscado, guarnecido y enlucido (revestimiento continuo).
- Colocación de distintos tipos de planchas o placas (de escayola, conglomeradas, de yeso laminado, etc.) en base a la fijación de las mismas con distintos tipos de anclajes o estructuras auxiliares de perfilería metálica, conformando techos suspendidos continuos o discontinuos, techos registrables, techos acústicos, etc.

Actuaciones previas

Se debe garantizar que se dispone de las protecciones colectivas correspondientes tanto en los accesos, como en los perímetros, aberturas en paramentos verticales y huecos interiores que aún se mantienen abiertos, acordes a la altura de trabajo que debe alcanzarse y compatibles con el proceso de ejecución de los revestimientos de techos.

Los distintos sistemas de protección han de estar instalados antes de proceder a la puesta en obra de los revestimientos de techo con el objeto de garantizar la protección de los trabajadores frente a las caídas a distinto nivel. En este sentido, es esencial dar una respuesta eficaz a los puntos críticos siguientes:

- Proximidad del techo que se va a revestir a huecos exteriores y aberturas verticales en paredes, especialmente cuando el revestimiento tiene que llegar hasta el mismo límite. En este caso, pueden considerarse, entre otras, las soluciones siguientes:
    - Instalación de redes verticales en aberturas verticales.
    - Apantallamiento de abertura vertical: instalación de sistema provisional de protección de borde para cerrar el vano del hueco.
    - Uso de plataformas andamiadas con barandillas perimetrales
- Proximidad del techo que se va a revestir a un hueco horizontal. En este otro caso, pueden considerarse, entre otras, las soluciones siguientes:
    - Instalación de redes horizontales en los huecos afectados.
    - Instalación de redes verticales por el interior del hueco.

- Uso de plataformas andamiadas con barandillas perimetrales
- Cubrición de los huecos horizontales mediante paneles resistentes, bastidores o trámex, tableros cuajados, etc.

En el caso de existir una justificación técnica que imposibilite lo anterior, se debe disponer de un sistema de protección alternativo tal como, por ejemplo, la instalación de líneas de anclaje (paralelas a fachada) colocadas por encima del trabajador, con el objeto de posibilitar el anclaje de un arnés de seguridad con dispositivo anticaídas o de retención.

En esta misma línea, según las características y las condiciones del tipo trabajo que se va a realizar, su emplazamiento y uso de medios auxiliares, en la ejecución de los revestimientos de techos se puede considerar la utilización de, entre otras, las medidas siguientes:

| Medidas de prevención / protecciones orientadas a instalar para la ejecución de revestimientos de techos | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 |
| **Planta baja o niveles inprotecciones orientativasasrabajos próximos a aberturas verticales en paredes.** | | * | * | | | | | * | * | |
| **Andamios de elementos prefabricados apoyados.** | * | | | | | * | | | | |
| **Plataformas elevadoras.** | * | | | | | * | | | * | |
| **Andamios de borriquetas o similar.** | * | | | | | * | | | * | |
| **Torres de trabajo o andamios móviles.** | * | | | | | * | | | * | |

| Sistemas de protección de borde | Redes de seguridad | Otros sistemas |
|---|---|---|
| P1 Barandillas propias del medio auxiliar.<br>P2 Sistemas provisionales de protección de borde.<br>P3 Apantallamientos verticales (sistemas provisionales de protección de bordes de suelo a techo). | P4 Red de seguridad vertical. P5 Red de seguridad horizontal. | P6 Plataformas de ancho mínimo 0.60 m.<br>P7 Malla mosquitera o similar, para cubrición de red vertical u horizontal (retención de materiales).<br>P8 Sistemas de cubrición de huecos (tapa de madera o elemento resistente similar).<br>P9 Sistemas anticaídas UNE 795 / Punto de anclaje.<br>P10 Valla autónoma de contención, o sistema similar, en zona de afección de caída de materiales. |

Se debe garantizar, en todo momento, el mantenimiento de las protecciones colectivas dispuestas en los medios auxiliares utilizados para la ejecución de los trabajos en altura.

Los materiales se han de depositar lo más próximos posible a las zonas de trabajo en las que sean necesarios para la ejecución del revestimiento. Asimismo, el reparto de los mismos en las plataformas de trabajo en altura (andamios o plataformas elevadoras) tiene que realizarse de manera que se eviten sobrecargas.

Los trabajos se deben organizar de forma que:

- Las zonas de trabajo se mantengan limpias y ordenadas en todo momento. Asimismo, las zonas de paso han de permanecer libres de materiales o restos de éstos, señalizando aquellas que se hayan cortado y utilizando pasos alternativos.
- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes con el objeto de evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.
- Se garantice una iluminación adecuada de la zona de trabajo mediante iluminación natural o artificial Todas las plataformas de trabajo en altura tienen que disponer de una superficie mínima de trabajo de 60 cm, barandillas superior e intermedia y rodapiés.
- Asimismo, los trabajos que se ejecuten en zonas de tránsito de personas deben estar delimitados y acotados en toda su área con el fin de evitar el acceso de personal ajeno a las mismas.
- Se han de utilizar los medios auxiliares necesarios para el transporte de material con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados del transporte manual.

**Revestimiento continuo: enfoscado, guarnecido y enlucido**

Durante la aplicación del enfoscado, guarnecido o enlucido de forma manual se debe prestar especial atención a las herramientas manuales tales como, por ejemplo, las llanas que pueden tener bordes muy afilados por la fricción contra los paramentos.

Para el transporte de materiales se debe hacer uso de carretillas manuales con el fin de evitar esfuerzos innecesarios.

Medidas básicas de aplicación frente a productos químicos

| MEDIDA | |
|---|---|
| **Cemento en polvo,** prevención **cal, aditivos, etc.** | 1. Solicitar al fabricante la documentación relativa a los peligros y medidas de de dichos productos (ficha de datos de seguridad).<br>2. Evitar el contacto de los citados productos con la piel para reducir la posibilidad de quemaduras o sensibilizaciones cutáneas.<br>3. Mantener una buena ventilación durante la aplicación de los mencionados productos.<br>4. Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, gafas, gorro y mascarilla con filtro adecuado en función de la ficha de datos de seguridad de los productos utilizados. |

Durante la utilización de la maquinaria para la mezcla y proyección de la pasta se tiene que prestar especial atención a los aspectos siguientes:

- En el caso de que se empleen equipos neumáticos, se deben comprobar el compresor, las mangueras y uniones, así como que no existan obstrucciones que puedan provocar salidas no controladas de material.
- Las mangueras han de ser de longitudes adecuadas. En este sentido, se debe tener en cuenta que las mangueras de gran longitud pueden provocar una mayor cantidad de obturaciones. El tendido de las mangueras se realizará de forma que no obstaculice las zonas de paso.
- Dado que se trabaja en vía húmeda y que las citadas máquinas se alimentan mediante suministro eléctrico, se ha de prestar especial cuidado en el mantenimiento de dicha instalación.
- En el caso de que se produzca un atasco de la pasta, se tendrá que parar y desconectar la máquina, y se procederá a la limpieza de esta. En ningún caso, se retirará la criba con rejilla con la máquina en funcionamiento.

**Revestimiento mediante colocación de planchas o placas**

Dentro de este tipo de revestimiento se aglutinan las operaciones de replanteo, colocación y fijación de guías, perfiles o anclajes, colocación y fijación de placas, colocación de planchas aislantes (si procede), aplicación de pastas de sellado y cintas de acabado, en su caso.

En lo relativo a la organización de los trabajos se debe:

- Posibilitar la instalación de bancos de trabajo o sistemas similares para facilitar el apoyo de perfilería y placas de escayola, yeso, conglomerado, yeso laminado, etc., que necesitan ser cortadas o ajustadas, con el objeto de facilitar una postura adecuada del trabajador.
- Los trabajos de replanteo, instalación de anclajes, colocación de guías o perfiles e instalación de placas o planchas, se han de realizar, preferentemente, desde andamios o plataformas elevadoras.
- Tras la colocación de los perfiles, varillas y anclajes, en su caso, y previamente a la colocación del revestimiento (planchas o placas) se tiene que garantizar que dicho trabajo se ha efectuado correctamente y que los anclajes son resistentes.
- El apilado de materiales se debe repartir por la planta de forma uniforme y lo más próximo posible a los pilares con el objeto de evitar sobrecargar el forjado, y dejando espacio suficiente para la realización de los trabajos.

- En la colocación y fijación de placas de yeso laminado (PYL) en el techo, se debe atender a las siguientes indicaciones:
- Evitar mantener las placas de yeso con las manos para posicionar y fijarlas a la estructura. Para disminuir el riesgo de lesión por posturas forzadas en los brazos y en la espalda cuando se instalan placas de yeso laminado en el techo, puede recurrirse al uso de un elevador de paneles. Este sistema eleva la placa hasta la altura deseada y la mantiene suspendida de tal forma que el trabajador sólo tiene que recolocarla. De esta forma disminuye notablemente la necesidad de mantener los brazos por encima del nivel de los hombros de manera sostenida, así como el riesgo de sufrir una lesión en la espalda como consecuencia de realizar levantamientos de placas más o menos pesadas.
- Elegir herramientas con un mango cómodo y se establecen periodos de descanso y rotaciones a otras actividades exentas de exposición a vibraciones si las herramientas manuales se usan durante periodos de tiempo largos. Por ejemplo, tras periodos de uso continuado de la atornilladora, el trabajador podría dedicarse a tareas tales como, por ejemplo, medida de paneles, corte de paneles, apoyo a la instalación, etc. Además, se ha de atender al tipo de mango (recto o en pistola), en función de la superficie y altura de trabajo, y disponer de varias atornilladoras a utilizar por el trabajador. Asimismo, se deben utilizar herramientas que permitan realizar la tarea más rápida y cómodamente (actualmente en el mercado existen atornilladoras tipo pistola que funcionan con gas).
- Posibilitar la utilización de guantes antivibración que atenúen la vibración que se transmite al trabajador si la atornilladora o cualquier otra herramienta manual utilizada en el proceso emite vibraciones molestas.
- Posibilitar el uso de encintadoras mecánicas que permiten un mayor rendimiento y disminuyen el esfuerzo a realizar por el trabajador. A su vez, el uso de encintadoras mecánicas permite la aplicación de la pasta para juntas y la cinta en una sola operación con lo que disminuye considerablemente las posturas forzadas de brazos a realizar por el trabajador cuando la tarea es realizada manualmente, y, además, permite mejorar la postura de la muñeca.
- Utilizar para el lijado sistemas telescópicos de mangos que permitan llegar mejor a las zonas más elevadas sin necesidad de realizar posturas forzadas. Disponer de diferentes accesorios que permitan regular la longitud en función de las necesidades del trabajo.

- Proporcionar a los trabajadores un cinturón para las herramientas (tornillos, tijera cortachapas, etc.) de tal forma que tenga al alcance las herramientas y elementos que se utilicen con mayor frecuencia durante el montaje. Con respecto a los cinturones portaherramientas, es importante que los trabajadores se distribuyan el peso adecuadamente.
- Realizar los trabajos desde plataformas de trabajo con una superficie de ancho mínimo 60cm (plataformas andamiadas). No se usarán escaleras de mano o tijera para estos trabajos ya que implican el uso de ambas manos sobre el elemento auxiliar.

Colocación de láminas o planchas aislantes

Durante los trabajos de colocación de láminas o planchas aislantes (minerales o plásticas de lana de roca, fibra de vidrio o poliestireno) se debe atender a las siguientes medidas básicas de aplicación frente a fibras químicas minerales o plásticas

| MEDIDA | |
|---|---|
| **Aislamientos con placas de** dichas **lana de roca, fibra de vidrio,** acumulación de **etc.** | 1. Mantener una buena ventilación durante las operaciones de corte de placas y su instalación posterior, con el objeto de evitar la polvo.<br>2. Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, gafas, gorro y mascarilla con filtro mecánico.<br>3. No comer, beber o fumar durante la ejecución del trabajo de aislamiento, ni en estas zonas de trabajo.<br>4. Extremar la higiene personal. Los trabajadores expuestos a los citados materiales tienen que ducharse y vestirse con ropa limpia. No deben llevar a casa la ropa contaminada. |

Operaciones de apoyo (acabado y dimensionado de piezas)

Se consideran operaciones de apoyo aquéllas que deben realizarse para asegurar el correcto acabado y dimensionado de las piezas: corte, rebajes, pulido, ranurado, etc., antes de su instalación definitiva.

En relación con dichas operaciones, siempre que éstas se realicen en obra, se ha de garantizar que:

- Se dispone de bancos de trabajo auxiliares que permitan al trabajador mantener una posición adecuada.
- Las zonas de trabajo no generan riesgos adicionales a las citadas operaciones, y que se encuentran libres de obstáculos y ordenadas.
- La iluminación es adecuada al uso y tipo de trabajo que se va a realizar.

**Acabado, sellado de juntas y limpieza de techo terminado**

Normalmente, estas labores se realizan al final de la obra.

Para la ejecución de estos trabajos es preciso desempeñar trabajos en altura, por lo que se deben tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- Se cumplirán las medidas preventivas para el uso de andamios
- En el caso de utilizar plataformas elevadoras, se tiene que garantizar que:
- Las superficies de desplazamiento de dichas plataformas están niveladas, así como libres de obstáculos y de huecos en el suelo.
- La zona de desplazamiento de la máquina está acotada, delimitada y señalizada adecuadamente con el objeto de evitar el acceso de personal ajeno a las citadas operaciones.
- En relación con la utilización de productos químicos (disolventes, siliconas, masillas, adhesivos, etc.) se debe atender a lo indicado en las instrucciones de utilización de cada uno de ellos y a lo contemplado en las correspondientes fichas de datos de seguridad de los mismos.

### 5.18.3 Equipos de protección individual

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protecciónmás usuales individual<br>Uso general<br>Uso específico |
|---|---|---|
| **Proyección de partículas o materiales.** | Preparación de pastas con cemento, cal, yeso, etc. | Gafas antipolvo. |
| | Proyectado de mortero o pastas en revestimientos continuos. | Pantalla facial y ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo y gorro. |
| | Aplicación manual de revestimientos continuos. | Gafas antiproyecciones. |
| | Operaciones de raspados, o limpiezas superficiales. | |
| | Manipulación de adhesivos cementosos. | |
| | Perforado e instalación de anclajes en paramentos. | |
| | Corte y perforación de lámina de yeso, escayola, aglomerado, etc. | |
| | Manipulación (corte e instalación) de lana de roca. | |
| **Cortes.** | Manipulación de perfiles o materiales metálicos cortantes. | Guantes de protección mecánica. |
| | Corte de placas de yeso laminado, escayolas, madera, etc. | |
| **Inhalación de polvo.** | Preparación de pastas con cemento, cal, yeso, etc. | Mascarilla antipolvo FFP1. |
| | Preparación de adhesivos cementosos. | |

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protecciónmás usuales individual Uso general | Uso específico |
|---|---|---|---|
| | Corte o ajuste de material (escayolas, placas de yeso laminado, madera, etc.). | | |
| | Perforado de techos y paramentos para aplicación y fijación de soportes. | | |
| | Operaciones de raspados, y limpiezas superficiales. | | |
| **Inhalación de fibras, gases o vapores tóxicos o nocivos.** | Aplicación de disolventes, siliconas, adhesivos y colas, etc. | Mascarilla con filtro específico para gases y vapores. | |
| | Aplicación de aditivos para enfoscar. | | |
| | Manipulación de adhesivos cementosos. | | |
| | Corte y manipulación de placas o láminas aislantes (lana de roca, lana de vidrio, etc.). | | Máscara tipo FFP1. |
| **Contactos con sustancias irritantes, cáusticas, corrosivas o tóxicas.** | Preparación de pastas con cemento, cal, yeso, etc. | Guantes de goma impermeables o similar, para protección en manos. | |
| | Proyectado de mortero o pastas en techos. | | Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo y gorro. |
| | Aplicación manual de enfoscados y guarnecidos. | | |
| | Operaciones de raspados, o limpiezas superficiales. | | |
| | Aplicación de disolventes, siliconas, adhesivos y colas, etc. | | |
| | Manipulación de adhesivos cementosos. | | |
| | Manipulación (corte e instalación) de lana de roca, lana de vidrio, etc. | | Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo. |
| **Caída a distinto nivel** | Uso de plataformas elevadoras móviles | | Arnés anticaidas |

## 5.19 Cubiertas

La cubierta es de tipo sándwich. Fijados mediante tornillería de acero templado

### 5.19.1 Factores de riesgo

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas a distinto nivel** | ▪ Trabajos junto a huecos verticales: cubrición de cubierta, instalación de barandillas, etc.<br>▪ Trabajos en proximidad de huecos horizontales de cubierta<br>▪ Acceso a la cubierta (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, torres de acceso inadecuadas, etc.)<br>▪ Trabajos sobre cubiertas de materiales ligeros, claraboyas, lucernarios, etc.<br>▪ Utilización de plataformas elevadoras |
| **Caídas al mismo nivel** | ▪ Acopio de materiales en zonas de tránsito |
| **Caídas de objetos a niveles inferiores** | ▪ Bordes de forjado<br>▪ Huecos horizontales interiores en superficies de paso |
| **Golpes y/o aplastamientos por caídas de carga transportada** | ▪ Movimiento de material con grúas |
| **Golpes, cortes, proyecciones de partículas y/o materiales** | ▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales.<br>▪ Corte de materiales cerámicos o metálicos. |
| **Vuelco de máquinas** | ▪ Utilización de plataformas elevadoras en remates de cubiertas, montaje de chapas, retirada de sistemas de protección, y en general, trabajos en zonas de limitada<br>▪ accesibilidad. |
| **Incendios y explosiones** | ▪ Utilización de bombonas de butano o propano para calentamiento (soldeo/termofijación) de productos bituminosos para impermeabilización de la cubierta<br>▪ Trabajos de soldeo/termofijación de láminas asfálticas en presencia de material comburente (residuos inflamables)<br>▪ Almacenamiento deficiente de bombonas, pinturas, materiales de impermeabilización,<br>▪ etc. |
| **Quemaduras** | ▪ Operaciones de soldeo/termofijación con soplete en impermeabilización de la cubierta<br>▪ Contacto directo con superficies calientes (láminas, betunes, etc.) |
| **Contacto eléctrico directo e indirecto** | ▪ Cableado que discurre por zonas de trabajo |
| **Inhalación de polvo / partículas** | ▪ Manipulación de cemento, tierra, etc. |
| **Inhalación de humos, gases o vapores de sustancias tóxicas o nocivas** | ▪ Utilización de productos químicos impermeabilizantes y/o aislantes, pinturas, decapantes, desoxidantes, etc.<br>▪ Operaciones de soldeo/termo-fijación de láminas asfálticas |
| **Contacto e inhalación humos, gases o vapores de sustancias cancerígenas** | ▪ Utilización de productos bituminosos y/o asfálticos para la impermeabilización. |
| **Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas** | ▪ Utilización de productos químicos impermeabilizantes y/o aislantes, pinturas asfálticas, adhesivos, decapantes, desoxidantes, etc.<br>▪ Hormigón, cemento, mortero. |
| **Exposición a ruido** | ▪ Utilización de equipos de trabajo y máquinas |
| **Estrés térmico por frío o calor** | ▪ Realización de trabajos en intemperie, durante épocas con temperaturas (altas o bajas) extremas. |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Radiación no ionizante (ultravioleta)** | ▪ Exposición a la radiación solar en épocas estivales, por trabajos en intemperie. |
| **Posturas forzadas** | ▪ Trabajos agachados o en cuclillas a nivel de suelo para ejecución de pendientes. |
| **Manipulación manual de cargas.** | ▪ Manipulación y transporte de cargas pesadas para su colocación final (chapas metálicas, paneles, materiales cerámicos, etc.). |

### 5.19.2 Medidas preventivas

Los trabajos de cubiertas se organizarán de forma que se asegure la máxima coordinación entre las partes intervinientes, con el objeto de conseguir:

- Que el personal que realiza las tareas conozca las tareas a realizar y las protecciones que debe utilizar.
- Accesibilidad segura a la cubierta y/o a los trabajos en altura.
- Una protección adecuada de la zona de trabajo, fundamentalmente en relación a las caídas a distinto nivel.
- La utilización de equipos de trabajo, máquinas y aparejos de izado y complementos en buenas condiciones de uso y acordes a normativa.
- La coordinación en la circulación y maniobras para los vehículos y maquinaria en la cercanía de la zona de trabajo para evitar aglomeraciones de camiones debido a la recepción de materiales de la cubierta y/o vertido de hormigón, trabajos sobre plataformas elevadoras, etc.

Se deben tomar las medidas necesarias para que las zonas de acopio de materiales en cubiertas estén alejadas de los bordes de los forjados y se realicen de forma estable, sobre elementos resistentes y evitando concentraciones de cargas en un mismo punto.

Se debe realizar la limpieza de las zonas de trabajo para retirar materiales residuales, y en su caso se les dará el tratamiento correspondiente a lo determinado en el Plan de gestión de residuos de la obra.

En caso necesario, se dispondrá un almacén para productos bituminosos en perfecto estado de orden, limpieza, señalización y dispondrá de extintor.

El plan de trabajo contemplará la disposición del material a utilizar lo más cerca posible a la zona de trabajo, mediante auxilio de medios mecánicos de elevación, con el fin de evitar cargas manuales innecesarias.

Se debe comprobar el estado de los medios de transporte y elevación de los materiales a la cubierta antes de su utilización: grúas, aparejos de elevación, plataformas de descarga, etc.

Establecer una planificación de turnos y periodos de descanso, en función de las exigencias de los trabajos a realizar.

Considerar la meteorología de la zona y los factores atmosféricos (como el hielo, lluvias, cambios bruscos de temperatura, etc.), y su posible influencia sobre las cubiertas y la planificación de los trabajos. Se suspenderán los trabajos en presencia de lluvias fuertes o vientos con velocidades superiores a 50 Km/h, nevadas o después de haberse producido heladas.

**Acceso de personal**

A la zona de trabajo se debe acceder por lugares de tránsito fácil y seguro; es decir, sin verse obligado a realizar saltos y movimientos extraordinarios. En ningún caso se hará uso de los llamados “puentes de un tablón” o plataformas de paso no definidas y diseñadas para tal uso.

Los accesos a zonas de trabajo en altura que no posean acceso peatonal deben realizarse desde escaleras fijas o equipos de trabajo adecuados, como torres de acceso, escaleras de mano, pasarelas con barandillas, andamios, plataformas elevadoras u otro medio seguro.

Cuando sea preciso acceder por medio de escaleras de mano:

- El acceso a la cubierta mediante escaleras de mano no se debe practicar por huecos inferiores a 50 x 70 cm. La escalera tiene que sobrepasar en 1 m la altura que se necesite salvar.
- Sólo se tienen que usar escaleras de menos de 5 metros de altura, para alturas superiores se deben usar otro equipo certificado para la elevación de personas.
- Los accesos se ubicarán alejados de los bordes de forjados para permitir de este modo el ascenso, descenso y desembarco seguro de la escalera.
- No se saltará desde los andamios de fachada a la cubierta salvo que el paso haya sido diseñado y ejecutado durante el montaje del andamio como tal.

Cuando no pueda asegurarse la disponibilidad de accesos interiores seguros, es necesario disponer de torres de acceso cuyo montaje y configuración se tiene que realizar atendiendo a las especificaciones del fabricante o suministrador.

En aquellos casos en que pueda justificarse técnicamente la imposibilidad de garantizar un acceso seguro, se puede utilizar una protección individual anticaídas, durante el ascenso y descenso de la cubierta.

El acceso a la cubierta inclinada se realizará desde el andamio perimetral, si ha sido diseñado para este fin, o desde PEMP para lo que previamente se habrá instalado una línea de vida a la que el trabajador podrá anclarse desde la propia PEMP.

**Acceso a máquinas y equipos auxiliares de trabajo**

Los equipos de trabajo auxiliares utilizados para los trabajos de izado de cargas para la ejecución de cubiertas (grúas torre, grúas autopropulsadas, etc.), requieren una atención específica para su acondicionamiento previo, el montaje de elementos auxiliares y el mantenimiento periódico de estos elementos, por lo que muchas veces se trabaja en altura. Por ello:

- Todas las operaciones se han de realizar en la forma y lugares previstos por el fabricante.
- En el caso de no ser posible lo anterior, se deberán disponer de otros medios auxiliares adecuados para la realización de estos trabajos en altura.

**Izado de cargas y recepción de materiales**

Los equipos utilizados para la elevación del material dependerán del peso del mismo, del acceso a la zona de montaje, etc.

La elevación de estructuras metálicas, chapas, perfiles y demás materiales de cubrición, siempre que intervengan aparatos elevadores (grúas torre, grúas autopropulsadas), se asegurará a través de la calidad y las condiciones de uso de los aparejos de izado y la definición del método de eslingado, según proceda, evitando en todo momento el tomar como base de enganche los latiguillos de atado de las chapas, perfiles, etc.
Se organizarán los trabajos para evitar expresamente, dejar cargas suspendidas por las grúas sobre operarios que efectúen trabajos en cubiertas.

La descarga de los materiales en suspensión se debe realizar sobre la vertical de la zona de acopio definida en la cubierta. La recepción de las mismas se guiará con dos cuerdas de control seguro para evitar penduleos y choques con partes de la construcción.

Los materiales se izarán a la cubierta que se está ejecutando de modo que no puedan desprenderse. En este ámbito se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los materiales sueltos se izarán colocados en bateas especiales que impidan su caída.
- Los recipientes para transportar líquidos o pastas de sellado se llenarán al 50% para evitar derrames innecesarios que hagan inseguro el tránsito y el trabajo sobre la cubierta. Los materiales han de ser izados a cubierta de modo que no puedan desprenderse. En este ámbito se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:
- Las tejas (cerámicas, pizarra, etc.) han de izarse mediante plataformas emplintadas mediante el gancho de la grúa, sin romper los flejes (o paquetes de plástico), en los que son suministradas por el fabricante.
- Las tejas sueltas, se deben izar mediante plataformas emplintadas y enjauladas.
- Los rastreles (madera, metálicos, etc.) de recepción de los materiales de cubrición (teja, pizarras, chapa, etc.) tienen que izarse ordenadamente por paquetes de utilización inmediata.

En los casos en los que sea necesario, el izado de cargas se guiará con dos cuerdas de control seguro para evitar movimientos pendulares y choques con partes de la construcción. Nunca se guiarán con el cuerpo o las manos.

Durante la ejecución de la cubierta inclinada no se permitirá la realización de trabajo en la vertical inferior y sus alrededores en previsión a caída de objetos y materiales. Se delimitarán las zonas de paso prohibido por afección de estos trabajos.

**Acopio de materiales**

Los acopios de materiales se repartirán por toda la cubierta, evitando acumulaciones excesivas en lugares puntuales. Se dispondrán en lugares bien visibles, se señalizará su contenido y la prohibición expresa de encender llama o fumar.

Deben extremarse las condiciones de orden y limpieza en los acopios en cubierta.

En los casos de fuerte viento se adoptarán precauciones para evitar la caída al vacío de materiales sueltos y herramientas.

En cualquier caso, el acopio de materiales en cubierta deberá asegurar el cumplimiento de los siguientes aspectos:

- Asegurar su distanciamiento de las posibles zonas de evacuación o accesos.
- Asegurar la comprobación y refuerzo del flejado de la carga, en los suministros parciales de palets de materiales sobre cubierta.

**Señalización y delimitación**

Las zonas de ocupación de los equipos auxiliares de trabajo para la ejecución de las cubiertas que puedan suponer un peligro para los trabajadores deberán acondicionarse en lo que a delimitación y señalización se refiere, la cantidad de personal afectado y a la cercanía a los caminos de servicio de obra, entre otros.

En zonas de tránsito comunes a peatones y vehículos, los accesos de personal a la zona de trabajo han de estar señalizados y delimitados mediante vallas, balizas, etc. y ser distintos de los de las máquinas y equipos de trabajo.

Se deberá asegurar la delimitación y balizamiento (malla tipo “stopper” o similar, valla autónoma de contención, etc.) de las zonas de paso u ocupación en niveles inferiores, situados en la vertical de los trabajos en la cubierta, para evitar el acceso de personal ante posibles caídas de objetos o materiales. Si no resultase suficiente, deberán adoptarse otras medidas de protección colectiva (marquesinas, etc.).

**Evacuación de escombros**

La evacuación de escombros, residuos o materiales sobrantes se debe realizar de forma organizada y utilizando los medios auxiliares necesarios (bateas, trompas de vertido o evacuación articuladas, etc.) para dicha tarea.

Si fuese preciso utilizar conductos de evacuación de escombros articulados, estos se dispondrán verticalmente en fachada mediante fijaciones resistentes, formando un conducto aplomado con el contenedor de acopio y recepción en base.

Los plásticos, flejes, etc., procedentes de los diversos empaquetados, se deben recoger con inmediatez una vez abiertos los paquetes, para su eliminación posterior.

En la zona de posicionamiento del contenedor, y frente al riesgo de proyecciones:

- Se ha de colocar una lona, o sistema similar, que tape el contenedor.
- Se debe habilitar, alrededor del mismo, una zona de seguridad mediante delimitación o vallado (malla tipo “stopper” o similar, valla autónoma de contención, etc.) para impedir el paso por zona afectada por posibles proyecciones de materiales.

**Sobre las máquinas y los equipos de trabajo**

Previo a la ejecución de los trabajos, debe asegurarse la adecuación de los útiles y equipos auxiliares de trabajo.

Es necesario verificar, previo a la elevación y transporte de cargas (elementos estructurales, elementos de cerramiento, etc.), que los aparejos de izado son adecuados a la carga de cada uno de ellos, son acordes a normativa y que se encuentran en correcto estado de uso (plan de mantenimiento y revisiones).

En la elevación de placas de cubierta y otros elementos voluminosos y pesados, debe considerarse el peso y volumen de estos para asegurar la utilización de medios de elevación con capacidad de carga superior a las mismas.

**Acciones frente a los riesgos higiénicos**

El ambiente térmico es muy variable en función de la época del año, las condiciones atmosféricas, la hora del día y el lugar en el cual se desempeña la tarea. Situaciones de calor y frío intensos pueden ser habituales y es necesario protegerse ante ellas. La tabla siguiente determina unos criterios básicos a considerar para minimizar las consecuencias del calor y frío intenso en las actividades de ejecución de cubiertas.

Medidas básicas de aplicación frente al ambiente térmico:

| TRABAJADOR / LOCALIZACION | MEDIDA |
|---|---|
| **Operadores de máquinas / Grúas autopropulsadas / Camiones grúa** | a. Las cabinas de las máquinas deberían disponer de sistemas de climatización adaptables.<br>b. Asignación y utilización de ropa de trabajo adecuada a la estación del año y a la temperatura existente. |
| **Trabajadores / Trabajos de cubierta** | a. Asignación y utilización de ropa de trabajo adecuada a la estación del año y a la temperatura existente.<br>b. En épocas de calor:<br>- Los puestos de trabajo tendrán fácil accesibilidad a recipientes con agua potable para su ingestión.<br>- Se tratará de organizar las tareas para intentar evitar las horas de calor más intenso.<br>- Cuando se prevean altas temperaturas se deben organizar los trabajos de forma que en las horas de máxima insolación se establezcan turnos de descanso. |

**Acciones frente al riesgo eléctrico**

Las mangueras eléctricas de distribución serán normalizadas, antihumedad y resistentes frente a riesgos mecánicos, disponiéndose de manera que no se vean afectadas por tránsito de vehículos ni acopios de materiales para evitar su deterioro (especialmente rotura).

Las zonas de acopio y apilado de perfiles, chapas metálicas y otros materiales metálicos, estarán organizadas de forma que se encuentren libres de mangueras eléctricas.

No se instalarán andamios en proximidades de líneas eléctricas en tensión o en su defecto se aislarán o apantallarán las mismas.

Para prevenir el riesgo de contacto eléctrico con cables accesibles desde la cubierta, no se deben efectuar trabajos en las proximidades de conductores o elementos bajo tensión, desnudos o sin protección, salvo que estén desconectados de la fuente de energía. Si a pesar de ello se deben realizar trabajos, los cables se desviarán o se protegerán mediante fundas aislantes o apantallamiento.

A modo orientativo, y a falta de concreción para cada caso particular, se pueden estimar inicialmente las siguientes distancias de seguridad: 3 metros para líneas de hasta 66.000 V y 5 metros por encima de 66.000 V.

**Cubiertas inclinadas**

Cuando exista alguna simultaneidad entre las actividades en cubiertas inclinadas, se hace imprescindible establecer un plan de trabajo específico para evitar las interferencias entre las zonas de trabajo en las que se realicen operaciones de ejecución de pendientes, impermeabilización, etc., y las tareas de recepción de cargas, asegurando una coordinación adecuada de las actividades a fin de evitar el paso de cargas suspendidas sobre las zonas de trabajo.

Asimismo, se tienen que considerar las acciones precisas frente a caída de objetos desde la cubierta (entre otros, sistemas de retención de materiales, marquesinas, etc.), cuando exista simultaneidad entre los trabajos en cubierta y actividades en cotas inferiores (cerramiento de fachadas).

Se debe asegurar un plan de reparto del material a emplear por toda la superficie de la cubierta, para evitar sobrecargas en la misma.

Se debe prever el almacenaje de materiales bituminosos y de los inflamables para trabajos de soldadura de telas. Los materiales de impermeabilización deben almacenarse en lugares apropiados debido a su alto poder de inflamación.

Asimismo, y en función del grado de inclinación de la superficie de la cubierta, al planificar los trabajos, debe tenerse en cuenta:

- La instalación de líneas de anclaje provisionales o líneas de vida definitivas (UNE 795) en la cubierta.
- La dotación de escaleras y pasarelas de trabajos para facilitar el desplazamiento y posicionamiento de los trabajadores en la propia cubierta.

La instalación de los sistemas de protección se realizará de forma segura, por lo que se debe asegurar el uso por parte de los instaladores de un sistema anticaídas o arnés de seguridad anclado a puntos fijos o líneas de anclaje, establecidas con anterioridad a estas

operaciones. Si esto no fuese posible, es preferible la ejecución de estos trabajos desde plataformas de trabajo seguras.

**Circulación en cubierta**

Durante las operaciones de recepción de materiales en suspensión (mediante el empleo de grúas), se debe restringir el paso de personas bajo las zonas afectadas.

Las zonas de paso, las áreas de trabajo, los accesos a la cubierta y los faldones de la cubierta Se tienen que mantener limpios y libres de obstáculos.

**Acciones sobre la ejecución de los trabajos**

Los trabajos de ejecución de la cubrición en las cubiertas inclinadas se realizan una vez que se ha ejecutado la estructura soporte (forjado, losa, estructura metálica, estructura de hormigón prefabricado, etc.) de la cubrición. Por lo que antes de comenzar con los trabajos específicos, deben realizarse las siguientes comprobaciones:

- La correcta ejecución de la estructura soporte, prestando especial atención en los puntos de desagüe y a la situación de los elementos sobresalientes de la cubierta, por ejemplo: antepechos, chimeneas, conductos de ventilación, accesos, ascensores, casetas, etc.
- La disponibilidad de las protecciones colectivas correspondientes, tanto en los accesos como en perímetros y huecos interiores, que son acordes a la altura de trabajo que debe alcanzarse y su compatibilidad con el proceso de ejecución de la cubierta (impermeabilización, instalación de soportes, instalación de materiales de cubrición, etc.). En este sentido, pueden considerarse, entre otros y según características y condiciones de la cubierta, la utilización de las siguientes medidas:

Medidas de protección orientativas, a instalar en cubiertas inclinadas.

| P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 | P15 | P16 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Perímetro de edificación** | | ● | | | | | | | | | | | ● | | ● |
| **Huecos mayores** | | ● | | ● | | | | | | | | | ● | | |
| **Huecos menores** | | | | | ● | | | | | | | ● | ● | | |

| Sistemas de Protección de borde | Redes de seguridad | Otros sistemas |
|---|---|---|
| **P 1 Balaustres y Barandillas fijados mediante sistema de apriete horizontal (sobre pretil).** madera o<br>**P2 Balaustres y Barandillas fijados mediante sistema de apriete vertical.** anclaje.<br>**P3 Balaustres y barandillas sobre casquillo** | P4 Red de seguridad, sistema "V".<br>P5 Red de seguridad sistema "S".<br>P6 Red de seguridad sistema "T".<br>P7 Red de seguridad vertical.<br>P8 Red de seguridad pequeños huecos.<br>P9 Red de seguridad sistema "U". | P11 Plataforma perimetral volada.<br>P12 Bastidor de mallazo, trámex o similar.<br>P13 Oclusión de hueco (tape de elemento resistente similar).<br>P14 Línea Anclaje UNE 795 / Punto<br>P15 Peldañeado escaleras. |

| Sistemas de Protección de borde | Redes de seguridad | Otros sistemas |
|---|---|---|
| **de fijación mecánica / soldado por el exterior.** | P10 red de seguridad sobre soporte vertical fijado mediante mordaza a viga. | P16 Andamio tubular. |

En cubiertas con un grado de inclinación que impida un movimiento natural de las personas sobre la misma, o aquellos casos en que técnicamente sea justificable la imposibilidad de instalar un sistema de protección de borde eficaz, se pueden utilizar equipos anticaídas amarrados a líneas de anclaje provisionales, puntos de anclaje o líneas de vida (UNE 795), atendiendo a las pautas orientativas que se describen en la siguiente tabla:

Pautas orientativas sobre líneas y puntos de anclaje.

| Tipo | Descripción |
|---|---|
| **Líneas de anclaje.** | A efectos de este plan se consideran líneas de anclaje a aquellas líneas a las que amarrar un sistema anticaída y que, si bien no pueden certificarse frente a la norma UNE 795, pueden justificar su resistencia mediante cálculo detallado y procedimiento de instalación de sus distintos elementos. En su dimensionado, debe establecerse el número de trabajos que pueden anclarse a la vez, sin que esta sufra deformaciones importantes o pérdida de capacidad resistente. |
| **Puntos de anclaje.** | Estos puntos de anclaje deben acreditar el cumplimiento de la norma UNE 795, por lo que su instalación se tiene que realizar atendiendo a las especificaciones del fabricante. El reparto de los mismos sobre la superficie se tiene que realizar atendiendo a las dimensiones de la misma y al volumen de trabajadores que interactúan simultáneamente. |
| **Línea de vida.** | Las líneas de vida deben acreditar el cumplimiento de la norma UNE 795, por lo que su instalación debe ser realizada atendiendo a las especificaciones del fabricante y por personal autorizado. Tras la instalación se debe certificar la misma. |

**Trabajos de albañilería**

Los trabajos de albañilería en cubiertas inclinadas están relacionados con la ejecución de tabiques aligerados o palomeros, con la ejecución de la superficie de cubierta mediante elementos prefabricados de cerámica u hormigón y, en algunos casos, con la construcción de los petos de remate perimetral (pretiles de fábrica, prefabricados o barandillas) y de huecos interiores (escaleras de acceso, huecos de patio, lucernarios, huecos de paso de instalaciones, etc.). Para ello tiene que asegurarse:

- Que la protección colectiva puede mantenerse durante la ejecución de los elementos de fábrica de albañilería.
- En aquellos casos en los que técnicamente sea inviable la instalación o mantenimiento de la protección colectiva, se dispondrán puntos o líneas de anclaje que permitan el amarre de los equipos anticaídas por parte de los trabajadores encargados de estas tareas. Es necesario organizar los trabajos de

forma que solamente se retiren barandillas en aquellos tramos en los que con inmediatez vaya a ejecutarse los trabajos.

**Trabajos de cubrición de cubiertas con teja, pizarra o similares.**

En este apartado se considerarán las actividades relativas a la instalación de los materiales de cubrición que conformarán la cubierta exterior, entre otras tejas, hojas de pizarra, etc., instalados sobre estructuras de hormigón armado. De tal forma:

- Es necesario asegurar el mantenimiento de las protecciones colectivas provisionales o definitivas dispuestas en cubierta. Asimismo, y en caso de superficies con un alto grado de inclinación, se utilizarán de forma complementaria sistemas anticaídas.
- Es necesario mantener, en todo momento, las zonas de trabajo limpias y ordenadas. Las zonas de paso permanecerán libres de materiales o restos de éstos, señalizando las zonas de paso cortado y utilizando pasos alternativos.
- Los materiales (tejas, pizarras, etc.) se tienen que repartir por la cubierta sobre plataformas, evitando sobrecargas en zonas puntuales y cada material tiene que depositarse lo más próximo posible a las zonas de trabajo y de esta forma eliminar sobreesfuerzos o posturas forzadas.
- Los trabajos de colocación y fijación de los materiales de cubrición deben ejecutarse una vez realizado el replanteo y preparado el soporte, con las líneas maestras trazadas y, en su caso, con los rastreles fijados.
- Es necesario organizar los trabajos de forma que se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas.
- Para los remates de cubiertas e instalación de bajantes de pluviales, en aquellos casos en los que no puedan realizarse desde la propia cubierta, deben utilizarse desde el exterior empleando medios auxiliares (plataformas elevadoras, andamios tubulares de fachada, etc.) acordes a sus requisitos técnicos.

### 5.19.3 Equipos de protección individual

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Caída de objetos, golpes y proyecciones sobre la cabeza** | General | Casco | |

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| **Caídas a distinto nivel** | Trabajos sobre la estructura de la cubierta sin protección<br>Acceso a la cubierta mediante medios no seguros e inadecuados | | Equipo anticaída: arnés, fijaciones, cables, mosquetones, etc.<br>En aquellos casos en que se justifique técnicamente la imposibilidad utilizar protecciones colectivas y como complemento a la protección colectiva para evitar el riesgo de caída. |
| | Trabajos sobre cubiertas frágiles.<br>Trabajos en cubiertas con inclinación<br>>15º (aunque tengan protección colectiva)<br>Trabajos sobre plataforma elevadoras. | Equipo anticaída: arnés, fijaciones,<br><br>cables, eslinga, mosquetones, etc. | |
| **Golpes, atrapamientos y punzonamientos o cortes** | General | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera y plantilla de acero | |
| **Proyección de partículas** | Amolado y corte de chapas y materiales metálicos, pvc, etc.<br>Vertido y vibrado de hormigón | | Gafas antiproyecciones |
| **Presencia de agua** | General | Botas impermeables con puntera y plantilla de seguridad, ropa impermeable. | |
| **Inhalación de polvo** | General | Mascarilla antipolvo FFP, gafas antipolvo | |
| **Ruido** | General<br>Corte de materiales metálicos, amolado | Protector auditivo | |

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| **Vibraciones y sobreesfuerzos** | Operadores de máquinas<br>General | Faja lumbar | |
| **Posturas forzadas** | Trabajos de rodillas sobre cubiertas<br>Colocación de tejadores | | Rodilleras acolchadas |
| **Manipulación de cargas** | Perfiles metálicos<br>Chapas metálicas<br>Paneles sandwich<br>Piezas cerámicas | | Almohadillas acolchadas para hombros<br>Guantes |

## 5.20 Pavimentos

Con carácter general, la ejecución de pavimentos ligeros se realiza al final del proceso constructivo, por lo que el edificio presenta ya ejecutado el cerramiento del edificio, las

compartimentaciones interiores, las instalaciones, los solados y techos, etc., por lo que la existencia de los riesgos de caídas a distinto nivel se ven muy reducidos y limitados.

### 5.20.1 Factores de riesgo

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Atropellos.** | ▪ Interferencia de zonas peatonales con circulación de vehículos o maquinaria móvil en operaciones de carga y descarga de materiales.<br>▪ Transporte de material con transpaleta, carretilla, etc. |
| **Caídas a distinto nivel.** | ▪ Carga y descarga de materiales en camión de transporte de cargas.<br>▪ Acceso a planta por escaleras desprotegidas.<br>▪ Recepción de materiales por huecos de fachada desprotegidos.<br>▪ Trabajos en proximidad de huecos verticales u horizontales: colocación de solería, instalación de sistemas de protección, etc.<br>▪ Trabajos de colocación de solería en escaleras desprotegidas o insuficientemente protegidas o por huecos dejados en el montaje de peldaños. |
| **Caídas al mismo nivel.** | ▪ Limpieza irregular de las zonas de trabajo.<br>▪ Acopio de materiales en zonas de tránsito.<br>▪ Superficies de tránsito o trabajo irregulares o con desniveles.<br>▪ Iluminación insuficiente. |
| **Golpes o aplastamientos por caída de cargas u otros objetos.** | ▪ Recepción de material en planta con grúas, maquinillo, etc.<br>▪ Manipulación y transporte manual de otros materiales (cubos, baldosas, carretillas, pequeños objetos y perfiles, anclajes, etc.) y herramientas en planta.<br>▪ Caída de objetos y materiales durante la realización de trabajos o instalación de acopios próximos a:<br>▪ Perímetros de fachada.<br>▪ Bordes de escaleras.<br>▪ Huecos horizontales interiores sobre zonas o superficies de paso en niveles inferiores. |
| **Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales.<br>▪ Contacto accidental con partes móviles de las máquinas.<br>▪ Manipulación de materiales diversos (cerámicos, perfilería y anclajes, etc.). |
| **Proyección de partículas o materiales.** | ▪ Manejo de herramientas manuales o electromecánicas (corte, perforación y amolado de materiales cerámicos, pétreos, madera, etc.). |
| **Incendio y explosión.** | ▪ Manipulación y aplicación de productos inflamables (pinturas, barnices, disolventes, etc.). |
| **Contactos eléctricos directos e indirectos.** | ▪ Acometidas a cuadros eléctricos (primarios o secundarios) inadecuados o deficientes.<br>▪ Cableado que discurre por zonas de trabajo húmedas o mojadas.<br>▪ Trabajos con equipos eléctricos mal aislados o defectuosos.<br>▪ Montacargas de obra con aislamiento (puesta a tierra) deficiente.<br>▪ Inspección periódica insuficiente de la instalación eléctrica provisional de la obra. |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Inhalación de polvo.** | ▪ Manipulación de cemento, mortero, adhesivo cementoso, etc.<br>▪ Corte, perforación y amolado de materiales cerámicos, pétreos, madera, etc. |
| **Inhalación de humos, gases o vapores de sustancias irritantes, causticas o corrosivas** | ▪ Manipulación y aplicación de adhesivos cementosos, productos químicos poliméricos,<br>▪ siliconas o pastas de sellado, colas y adhesivos, pinturas, barnices, disolventes, etc. |
| **Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.** | ▪ Hormigón, cemento, cemento cola, mortero, cal, adhesivos, productos poliméricos, pinturas, barnices, etc. |
| **Exposición a ruido.** | ▪ Utilización de máquinas y otros equipos de trabajo generadores de ruido, propios de la<br>▪ actividad de solado o por actividades simultáneas. |
| **Vibraciones.** | ▪ Manejo de maquinaria portátil y de corte. |
| **Exposición a frío / calor.** | ▪ Posible realización de trabajos en entorno abierto durante épocas con temperaturas<br>▪ extremas (altas o bajas). |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Posición continuada de rodillas o cuclillas durante la ejecución de los trabajos.<br>▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger el material (mortero del cubo, anclajes, adhesivos cementosos, colas, etc.).<br>▪ Manipulación y transporte manual de piezas o materiales: baldosas, placas, rollos, cubos,<br>▪ sacos de materiales de agarre y rejuntado, bidones, etc. |

**PAVIMENTOS LIGEROS**

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Cortes.** | ▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales para corte o ajuste de materiales cerámicos, gres porcelánico, etc.<br>▪ Corte o ajuste de materiales metálicos (perfilería auxiliar, chapa, etc.), o de madera.<br>▪ Manejo de materiales y elementos con aristas cortantes: placas, perfilería de estructura<br>▪ auxiliar, etc. |
| **Proyecciones de partículas o materiales.** | ▪ Preparación de mezclas y aplicación de barnices.<br>▪ Preparación y aplicación de adhesivos, colas, pegamentos, etc.<br>▪ Manipulación de perfilería metálica auxiliar, chapas, etc.<br>▪ Corte o ajuste de placas cerámicas, gres porcelánico, madera, etc.<br>▪ Corte o ajuste de materiales metálicos (perfilería auxiliar, chapa, etc.).<br>▪ Perforación de paramentos para fijación de perfiles auxiliares de soporte.<br>▪ Manejo de herramientas manuales o electromecánicas. |
| **Contactos térmicos.** | ▪ Contacto con siliconas o pastas de sellado en caliente. |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Incendio/explosión.** | ▪ Almacenamiento inadecuado de productos inflamables: adhesivos, colas, barnices, etc.<br>▪ Trasvases de productos a recipientes inadecuados que han contenido un producto incompatible (mezclado de productos incompatibles).<br>▪ Aplicación de productos inflamables cerca de zonas donde se produzcan chispas. |
| **Inhalación de polvo.** | ▪ Preparación de adhesivo en polvo (a base de acetato o formaldehído entre otros).<br>▪ Corte o ajuste de placas cerámicas, de madera, de gres porcelánico, etc.<br>▪ Operaciones de lijado de madera.<br>▪ Perforación de solera de hormigón para fijación de elementos auxiliares o anclajes para<br>▪ la ejecución de suelos flotantes, registrables o técnicos. |
| **Inhalación de gases o vapores de sustancias irritantes, tóxicas o nocivas.** | ▪ Manipulación y aplicación de adhesivos, resina epoxi, pastas de sellado, colas, disolventes, etc.<br>▪ Manipulación y aplicación de barnices, ceras, etc. |
| **Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.** | ▪ Adhesivos, pastas de sellado, colas, aditivos, pegamentos, etc.<br>▪ Aplicación de barnices en pavimentos de madera. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Aprovisionamiento y manipulación de: piezas, baldosas o placas, sacos de materiales de agarre y rejuntado, etc.<br>▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger el material (adhesivo del cubo, etc.).<br>▪ Postura forzada de tronco y cuello al utilizar batidora-mezcladora de material.<br>▪ Posición continuada de rodillas o cuclillas para:<br>▪ Aplicación adhesivos, pegamentos y colas como base para la posterior colocación de las placas, piezas o rollos.<br>▪ Colocación de piezas, baldosas o rollos, estructura auxiliar o rastreles.<br>▪ Operaciones de sellado de juntas.<br>▪ Tratamientos de acabado y limpieza. |

### 5.20.2 Medidas preventivas

Se debe garantizar una coordinación adecuada de actividades cuando se prevea o exista alguna simultaneidad entre actividades. En particular, entre:

- Los trabajos que se realizan en zonas de recepción de cargas en planta y los trabajos que se ejecutan en zonas anexas, con el objeto de eliminar las interferencias entre ambas.
- Trabajos de revestimiento de suelos o escaleras en zonas próximas a aberturas verticales en paredes y huecos horizontales que puedan afectar a otras actividades situadas en niveles inferiores, con el objeto de:

- Eliminar la posibilidad de realizar trabajos en la vertical. Si esto no puede evitarse, se habrá de disponer de sistemas de retención de materiales que impidan la caída de estos a niveles inferiores de trabajo.

- Trabajos de solado de interiores con actividades de revestimientos de paramentos verticales o con actividades de revestimiento de techos, con el objeto de garantizar:
  - El orden y la limpieza de las zonas de trabajo.
  - La ventilación de las zonas de trabajo, en especial, las relacionadas con el corte de materiales que puedan generar altas concentraciones de polvo.

Asimismo, en los casos en los que se ejecuten trabajos de solados de escaleras de acceso a la edificación se ha de garantizar la delimitación y cierre de estos accesos, así como la habilitación de pasos alternativos.

En trabajos de solado de escaleras o de solado próximo a bordes o perímetros de huecos interiores se tiene que garantizar que las zonas quedan delimitadas y acotadas (malla tipo "stopper" o similar, valla de contención) en todo su perímetro de afección en niveles inferiores para evitar el acceso y paso de personal por debajo de las mismas.

**Colocación de placas de aislamiento y mortero de nivelación**

Durante la colocación del aislamiento y la aplicación del mortero de nivelación, se debe prestar especial atención a las herramientas manuales tales como, por ejemplo, las llanas que pueden tener bordes muy afilados por la fricción contra los paramentos.

Medidas básicas de aplicación frente a productos químicos

| | MEDIDA |
|---|---|
| **Cemento en polvo,** prevención **cal, aditivos, etc.** | 1. Solicitar al fabricante la documentación relativa a los peligros y medidas de de dichos productos (ficha de datos de seguridad).<br>2. Evitar el contacto de los citados productos con la piel para reducir la posibilidad de quemaduras o sensibilizaciones cutáneas.<br>3. Mantener una buena ventilación durante la aplicación de los mencionados productos.<br>4. Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, gafas, gorro y mascarilla con filtro adecuado en función de la ficha de datos de seguridad de los productos utilizados. |

Durante la utilización de la maquinaria para la mezcla y suministro del mortero se tiene que prestar especial atención a los aspectos siguientes:

- En el caso de que se empleen equipos neumáticos, se deben comprobar el compresor, las mangueras y uniones, así como que no existan obstrucciones que puedan provocar salidas no controladas de material.

- Las mangueras han de ser de longitudes adecuadas. En este sentido, se debe tener en cuenta que las mangueras de gran longitud pueden provocar una mayor cantidad de obturaciones. El tendido de las mangueras se realizará de forma que no obstaculice las zonas de paso.
- Dado que se trabaja en vía húmeda y que las citadas máquinas se alimentan mediante suministro eléctrico, se ha de prestar especial cuidado en el mantenimiento de dicha instalación.
- En el caso de que se produzca un atasco de la pasta, se tendrá que parar y desconectar la máquina, y se procederá a la limpieza de eestaingún caso, se retirará la criba con rejilla con la máquina en funcionamiento.
- El tendido de las mangueras se realizará sin obstaculizar zonas de paso.

**Acciones sobre la ejecución de los trabajos**

El revestimiento horizontal de pavimentos se debe realizar conforme a lo establecido en el proyecto de obra, y, en particular, a lo indicado en los planos y detalles de ejecución. El proceso de ejecución de estos trabajos varía en función de la tipología del material a utilizar, de los productos utilizados para su fijación y de los trabajos de acabado final a realizar.

| Medidas de prevención / protecciones orientativas a instalar para la ejecución de pavimentos ligeros | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 | P8 |
| **Planta baja o niveles inferiores** | | | | | | | | * |
| **Trabajos próximos* a bordes de forjado o huecos interiores<br>* Distancia a borde >2 m** | * | | | | | * | * | |
| **Trabajos en bordes de forjado o huecos interiores<br>* Distancia a borde <2 m** | * | * | * | * | * | * | * | |
| **Trabajos en escaleras** | * | * | * | * | * | | * | |
| **Perforación de solera próximos a huecos / terrazas, etc.** | * | * | * | * | * | | * | |

| Sistemas de protección de borde | Redes de seguridad | Otros sistemas |
|---|---|---|
| **P1 Sistemas provisionales de protección** cubrición de **de borde en forjados.** **P2 Apantallamientos verticales (sistemas provisionales de** de madera **protección de borde de suelo a techo).** de anclaje. | P3 Red de seguridad vertical. P4 Red de seguridad horizontal. | P6 Malla mosquitera o similar, para red vertical u horizontal (retención de materiales). P7Sistemas de oclusión de huecos (tapa o elemento resistente similar). P8 Sistemas anticaídas UNE 795 / Punto P9 Valla autónoma de contención, o sistema similar, en zona de afección de caída de materiales. |

**Colocación de las piezas. pavimentos ligeros.**

Dentro de este proceso de colocación de piezas se aglutinan las operaciones de replanteo, en su caso, colocación y fijación de guías, perfiles, anclajes o rastreles; colocación, adhesión o fijación de piezas, placas o rollos de materiales ligeros, colocación de planchas aislantes (si procede), aplicación de pastas de sellado, siliconas o cintas de acabado; colocación de rodapiés.

Durante la realización de dichos trabajos se deben tener en cuenta las consideraciones siguientes:

- Los materiales se han de depositar lo más próximo posible a las zonas de trabajo donde sean necesarios para la ejecución del solado.
- Los trabajos se tienen que organizar de forma que:
  - Se garantice que las zonas de trabajo se mantienen, en todo momento, limpias y ordenadas.
- En el caso de que los trabajos se hagan en zonas de tránsito de personas, estas zonas se encuentren libres de materiales y restos, delimitadas y acotadas en toda su área para evitar el acceso a las mismas, y se habiliten, en su caso, pasos alternativos.
- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.
- Se instalen bancos de trabajo o sistemas similares para facilitar el apoyo de la perfilería y placas que necesitan ser cortadas o ajustadas, con el fin de facilitar una postura adecuada al trabajador.
- Se garantice, en el caso de colocación de estructura auxiliar (perfiles, anclajes, estructura reticular, rastreles, etc.), que tras su colocación y, previamente, a la

colocación del revestimiento (placas, baldosas, parquet, etc.), esta estructura se ha efectuado correctamente y que los anclajes son resistentes.

- El acopio y apilado de materiales se reparta por la planta de forma uniforme y lo más próximo posible a los pilares, con el objeto de evitar sobrecargar el forjado, y dejando espacio suficiente para la realización de los trabajos.

Se ha de hacer uso de los medios auxiliares necesarios (por ejemplo, carretillas manuales) para el transporte de material con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados de un transporte manual.

Los adhesivos más utilizados para la colocación de pavimentos ligeros son los adhesivos a base de acetato o formaldehído, adhesivos en emulsión acuosa a base de resinas sintéticas y los epoxídicos y poliuretánicos, las colas y los pegamentos. Con relación a éstos, se debe:

- Utilizar productos con marcado CE.
- En el caso de adhesivos epoxídicos y poliuretánicos, utilizar aquéllos clasificados según la norma UNE EN 12004 que recoge en sus diferentes apartados la terminología de los materiales, los requisitos que deben cumplir, las definiciones sobre los métodos de trabajo, las características de aplicación y especificaciones para el marcado CE.
- Garantizar una selección adecuada del adhesivo considerando las piezas, placas o rollos, las superficies y soportes de colocación, las exigencias funcionales del recubrimiento (incluyendo las condiciones ambientales) y las circunstancias de su ejecución (necesidad de rapidez, condiciones climáticas extremas, etc.), junto con las características particulares de cada proyecto.
- Respetar las recomendaciones del fabricante en lo referente a la preparación, manipulación y aplicación de los adhesivos.
- En cualquier caso, y en espera de la realización de un estudio de exposición más detallado, en lo relativo a la preparación, manipulación y utilización de estos adhesivos, se ha de atender a las medidas orientativas indicadas en la siguiente tabla:

Medidas básicas de aplicación durante la preparación, manipulación y utilización de adhesivos

| LOCALIZACION | MEDIDA |
|---|---|
| **Adhesivos a base de acetato o** medidas de **formaldehído, adhesivo en emulsión acuosa a base de resinas sintéticas, o epoxídicos, poliuretánicos, etc.** | 1. Solicitar al fabricante la documentación relativa a los peligros y prevención de dichos productos (ficha de datos de seguridad).<br>2. Atender a lo contemplado en el apartado IV.2.6.5.2 "Humos, gases vapores" de este Documento Básico.<br>3. No comer, beber o fumar durante la realización de los trabajos para evitar que el producto entre en contacto con la piel o la boca.<br>4. Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo y equipos de protección personal específicos en función de la ficha de datos de seguridad del producto: guantes para la manipulación y aplicación de los productos, mascarillas de protección respiratoria en lugares poco ventilados y gafas de protección ocular cuando haya riesgo de salpicaduras. |

En relación con la aplicación de pastas adhesivas o colas, barnices y otros productos de acabado de forma manual se tiene que prestar especial atención a la utilización de herramientas manuales adecuadas y equipos de protección individual especificados en la ficha de datos de seguridad del producto.

**Solado de pavimentos**

Una característica común de todos los trabajos de ejecución de solados es la necesidad de trabajar en el suelo. En este sentido, al realizar las tareas a ras del suelo, de rodillas o en cuclillas y con la espalda flexionada, se tiene que intentar: alternar las posturas, evitar permanecer grandes periodos de tiempo con la espalda flexionada, cambiar a posiciones en rodillas (usando unas rodilleras adecuadas), en cuclillas (usando almohadillas para los gemelos), e incluso sentarse en algún elemento (cubo, taburete bajo, etc.) del que se disponga a su alrededor. También se pueden utilizar almohadillas y plataformas rodantes para el apoyo de rodillas, así como de los cubos.

Asimismo, se han de utilizar los medios auxiliares necesarios para el transporte de material con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados de un transporte manual.

Previamente a la ejecución de los trabajos, debe garantizarse la adecuación de los útiles y equipos auxiliares que se van a utilizar durante la ejecución de esta actividad.

En relación con la elevación de recipientes voluminosos y pesados, se tienen que considerar el peso y volumen de estos con el fin de garantizar la utilización de medios de elevación (grúa, camión autocargante, montacargas, maquinillo, etc.) con una capacidad de carga superior y acorde a las necesidades.

Se ha de garantizar, previo a la elevación y transporte de cargas (baldosas, rollos flexibles, placas porcelánicas, cubos de pintura, recipientes, etc.), que los aparejos de izado son adecuados a la carga de cada uno de ellos, son acordes a la normativa vigente y se encuentran en correcto estado de uso (plan de mantenimiento y revisiones).

Generalmente, los trabajos y operaciones asociados a la ejecución de solados no son fuente generadora de ruido continuo y por ello, en principio, no resulta preciso establecer un estudio pormenorizado del nivel sonoro.

No obstante, existen determinados puestos de trabajo (operadores de cortadora de material cerámico, taladros, radial, etc.) que sí requieren de una actuación específica frente al ruido generado por los equipos de trabajo empleados.

| TRABAJADOR / LOCALIZACION | MEDIDA |
|---|---|
| **Operadores de máquinas de corte, radial, taladros, atornilladores, etc.** | Disponer de un protector auditivo para su utilización durante:<br>1. El corte de material cerámico de forma continua.<br>2. La realización de taladros para anclaje de fijaciones de estructuras auxiliares (perfilería, anclajes de fijación, etc.)<br>3. El corte y adaptación de material (perfilería metálica, baldosas, madera, etc.) con radial, amoladora, fresadora, pulidora, etc.<br>4. Apriete de tornillería.<br>5. El picado de elementos estructurales mal ejecutados. |

Durante la ejecución de los trabajos de solados los trabajadores están expuestos a distintos tipos de sustancias químicas que pueden provocarles daños en su salud. Esta exposición se produce, fundamentalmente, durante la realización de las tareas siguientes:

- Corte, perforación y amolado de diversos materiales, que pueden generar elevadas concentraciones de polvo en el aire

  Manipulación de hormigones, morteros, yesos, etc., que pueden ser irritantes o corrosivos al entrar en contacto con la piel o al inhalar el polvo generado durante su utilización.

- Manipulación de colas, adhesivos, siliconas, pastas de sellado, pinturas, barnices, disolventes, etc., que pueden ser tóxicos, irritantes o corrosivos al entrar en contacto con la piel o al inhalar los posibles vapores o gases que pueden emitir durante su utilización.

Se debe evaluar el riesgo de exposición de los trabajadores a dichas sustancias químicas. En este sentido, es esencial considerar la información proporcionada tanto por la ficha de datos de seguridad de cada una de las sustancias empleadas (facilitada por el fabricante), como por la etiqueta de sus envases, así como identificar la existencia de trabajadores con posibles problemas respiratorios, asma, etc., que vayan a verse afectados por una posible exposición a partículas, gases o vapores en las zonas de trabajo.

En principio, esta evaluación ha de incluir la medición de las concentraciones de polvo, gases o vapores que pueden existir en el aire, en la zona de respiración del trabajador, y su posterior comparación con el correspondiente valor límite ambiental legalmente

establecido. Sin embargo, esta medición no será necesaria en los casos en los que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de esta.

Con carácter general, se deben aplicar las medidas básicas siguientes:

- Mantener una buena ventilación.
- Adoptar medidas higiénicas adecuadas tanto personales, como de orden y limpieza, tales como, por ejemplo: no comer, beber o fumar durante la realización de las tareas, así como guardar una profunda higiene personal en manos y cara antes de tomar cualquier alimento.
- Reducir al mínimo el número de trabajadores expuestos.
- Reducir al mínimo la duración e intensidad de las exposiciones.
- Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, gorro y mascarillas de protección respiratoria adecuados a cada caso concreto.

En aquellos casos en los que se realicen cortes de piezas cerámicas, pétreas o terrazo, estos trabajos deben efectuarse, preferentemente, por vía húmeda para evitar la excesiva formación de polvo ambiental.

Asimismo, durante las operaciones de corte, perforación o ranurado de materiales metálicos, chapa, etc. y perforado de paramentos (taladro para anclajes de fijación de perfilería soporte) es preferible utilizar herramientas eléctricas de baja velocidad con el objeto de reducir la emisión de polvo. Si se emplean herramientas de alta velocidad, las precauciones básicas que se han de aplicar son:

- Humedecer la zona de corte para reducir la emisión de polvo.
- Dotar a las herramientas de bolsas de aspiración de polvo.
- Utilizar mascarilla de protección antipolvo FFP1.

En aquellos casos en los que técnicamente resulte inviable la eliminación de la formación de polvo en origen, o no se pueda garantizar una ventilación adecuada, se debe utilizar una mascarilla de protección adaptada a cada caso, especialmente en operaciones de:

- Corte de baldosas cerámicas, pétreas, terrazo, etc.
- Corte, adaptación y perfilado de paneles parquet o de madera.
- Preparación y aplicación de pastas de mortero, mortero seco, adhesivos cementosos, etc.

- Corte y tratamiento de materiales, en general, en recintos cerrados con escasa ventilación.

**Acciones frente al riesgo eléctrico**

En todo momento se debe cumplir con lo determinado tanto en el Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, como en el Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (R.E.B.T.).En función de las características y dimensiones de la obra, se ha de definir un plan de ampliación de la instalación eléctrica provisional de obra para dar cobertura a las zonas de actuación. Como mínimo, es preciso:

- Realizar o, en su caso, actualizar un proyecto de instalación acorde al R.E.B.T.
- Disponer cuadros primarios de distribución, con capacidad suficiente para dar cobertura a los cuadros secundarios que se vayan a instalar en cada planta.
- Realizar una distribución adecuada de cuadros secundarios, en función de las plantas y superficies existentes.

Las mangueras eléctricas de distribución deben ser normalizadas, antihumedad y resistentes frente a los riesgos mecánicos. Se han de disponer de manera que no se vean afectadas por el tránsito de vehículos ni por acopios de materiales con el fin de evitar el deterioro de las mismas (especialmente su rotura).

Las zonas de acopio y apilado de materiales metálicos (perfiles, chapas, etc.) tienen que estar organizadas de forma que se encuentren libres de mangueras eléctricas.

Con el objeto de prevenir el riesgo de contacto eléctrico con cables accesibles desde la zona de trabajo, no se deben efectuar trabajos en las proximidades de conductores o elementos bajo tensión, desnudos o sin protección, salvo que estén desconectados de la fuente de energía. Si a pesar de ello, los trabajos tuvieran que realizarse, los cables se desviarán o se protegerán mediante fundas aislantes o apantallamiento.

Se debe establecer un plan de mantenimiento preventivo de la instalación eléctrica provisional, con el objeto de garantizar la revisión periódica de la misma.

**Operaciones de apoyo (acabado y dimensionado de piezas)**

Se consideran operaciones de apoyo aquéllas que deben realizarse para asegurar el correcto acabado y dimensionado de las piezas: corte, rebajes, pulido, ranurado, etc. antes de su instalación definitiva. En relación con estas operaciones, se ha de considerar lo siguiente:

- El corte de las piezas que puedan ocasionar polvo se debe hacer, preferentemente, por vía húmeda para evitar la excesiva formación de polvo ambiental.
- Además, en relación a estas operaciones, siempre que se realicen en obra, se ha de garantizar que:
    - Se dispone de bancos de trabajo auxiliares para facilitar la posición corporal al trabajador.
    - Las zonas de trabajo no generan riesgos adicionales a estas operaciones, y que se encuentran libres de obstáculos y ordenadas.
    - En el caso de que las operaciones de corte sean continuas, existe una ventilación (natural o forzada) adecuada en la zona de corte y zonas de trabajo anexas.
    - La iluminación es adecuada al uso y tipo de trabajo a realizar

**Tareas de acabado (sellado de juntas, tratamientos de acabado y limpieza del suelo terminado)**

Normalmente, estas labores de acabado se deben realizar al final de la obra.

Para la ejecución de estos trabajos se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El acotado, delimitación y señalización de la zona para evitar el acceso de personal ajeno a las operaciones. En el caso de tener que trabajar cerca del paso de vehículos o medios auxiliares (plataformas elevadoras, etc.), se tiene que garantizar que la zona de trabajo esté protegida y señalizada adecuadamente, habiéndose definido perfectamente la zona de trabajo, la de paso de maquinaria y la de paso de peatones.
- En lo relativo a la utilización de productos químicos durante las operaciones de limpieza, rejuntados o tratamiento final del pavimento (disolventes, barnices, ceras, siliconas, etc.) se debe atender tanto a lo indicado en las instrucciones de utilización de cada uno de ellos como a lo indicado en las fichas de datos de seguridad de los mismos
- Además, en lo referente a la aplicación de siliconas en caliente o aire caliente, se han de extremar las precauciones para evitar contactos térmicos y utilizar guantes de protección adecuados.

- Asimismo, en relación con la manipulación y aplicación de barnices en pavimentos de madera, se tiene que:
    - Utilizar productos con marcado CE.
    - Atender a las advertencias indicadas en la ficha de datos de seguridad del producto, así como a las etiquetas de los recipientes o envases.
    - Respetar las recomendaciones del fabricante.
    - Garantizar una selección adecuada del producto considerando las superficies y soportes de colocación, las exigencias funcionales del recubrimiento (incluyendo las condiciones ambientales) y las circunstancias de su ejecución (necesidad de rapidez, condiciones climáticas, etc.), junto con las características particulares de cada proyecto.
    - Organizar los trabajos de forma que se evite la producción de concentraciones inflamables o explosivas de vapor en el aire, y se eviten concentraciones de vapor superiores a los límites de exposición profesional (VLA).
- En el caso de trabajar con altas temperaturas, y como consecuencia de la descomposición térmica de los citados productos (pueden formarse sustancias peligrosas), organizar los trabajos de forma que se evite:
    - Dejar recipientes de barnices en zonas expuestas al sol, o próximas a fuentes de calor.
    - Abrir recipientes de barnices expuestos a calor (sol, etc.).
- Garantizar que los productos no se mezclan con productos incompatibles. Para ello, se debe consultar la ficha de datos de seguridad de los barnices o productos utilizados.

### 5.20.3 Equipos de protección individual

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Golpes.** | Pulido de suelos de madera con máquina pulidora. | Calzado con puntera de seguridad. | |
| **Cortes.** | Cortes de distintos materiales con maquinaria, cúter, etc. | Guantes de protección mecánica. | |
| | Colocación de material con aristas cortantes o punzantes. | | |
| | Lijado de suelos de madera. | | |

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general | Uso específico |
|---|---|---|---|
| | Abrillantado de suelos con máquina abrillantadora. | | |
| **Proyección de partículas o materiales.** | Preparación de pastas adhesivas en polvo, etc. | Gafas antipolvo. | |
| | Operaciones de raspado, lijado, ajuste o limpiezas superficiales. | Gafas antiproyecciones. | |
| | Manipulación y aplicación de barnices. | | |
| | Manipulación de adhesivos. | | |
| | Corte de madera, placas cerámicas, gres, etc. | | |
| **Inhalación de polvo.** | Preparación de pastas adhesivas en polvo, etc. | Mascarilla antipolvo FFP1. | |
| | Preparación de adhesivos cementosos. | | |
| | Corte o ajuste de madera, placas cerámicas, etc. | | |
| | Operaciones de raspados, lijado, ajuste o limpiezas superficiales de material. | | |
| **Inhalación de gases o vapores tóxicos o nocivos.** | Manipulación y aplicación de disolventes, siliconas, adhesivos y colas, barnices, etc. | Mascarilla con filtro específico para gases y vapores. | |
| **Contactos con sustancias irritantes, cáusticas, corrosivas o tóxicas.** | Preparación de pastas con cemento, cal, etc. | Guantes de goma impermeable o similar, para protección en manos. Cremas de barrera (para zonas expuestas de la piel). | |

## 5.21 Carpintería metálica y de madera. cerrajería

Para los huecos en fachada se utilizarán carpinterías de aluminio

La carpintería del cerramiento exterior de chapa presentará recortes enmarcados en bastidor de aluminio galvanizado sujeto a la carpintería interior para permitir ocasionalmente el paso directo de luz o los sistemas de ventilación de la nave.

A efectos de este Estudio de Seguridad, se consideran actividades de carpintería y cerrajería en la edificación a todas aquéllas relacionadas con la instalación de elementos metálicos, de madera o de pvc, no estructurales, tales como, por ejemplo:

- Marcos y premarcos (puertas y ventanas).
- Cerramientos exteriores: ventanas, miradores, lucernarios, claraboyas, lamas y celosías, etc.
- Barandillas, puertas y elementos ornamentales.
- Vallados exteriores de parcela.

- Colocación de cargaderos

### 5.21.1 Factores de riesgo

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Atropellos.** | Interferencia de zonas de paso de trabajadores con circulación de vehículos o maquinaria móvil en operaciones de carga y descarga de materiales.<br>▪ Transporte de material con transpaleta, carretilla, etc. |
| **Caídas a distinto nivel.** | Carga y descarga de materiales en camión de transporte de cargas.<br>▪ Trabajos en proximidad de aberturas de fachada:<br>▪ Instalación de ventanas, miradores, celosías, barandillas, instalación de sistemas de protección, etc.<br>▪ Trabajos en proximidad de huecos horizontales y escaleras:<br>▪ Instalación de lucernarios, claraboyas, barandillas, instalación de sistemas de protección, etc.<br>▪ Acceso a zonas de trabajo en altura (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, etc.). |
| | ▪ Recepción de materiales en bordes de fachada.<br>▪ Utilización de medios auxiliares (torres de trabajo, escaleras de mano, andamios de borriquetas, etc.) para la instalación de elementos de carpintería y cerrajería, y operaciones de acabado. |
| **Caídas al mismo nivel.** | ▪ Acopio de materiales en zonas de tránsito o zonas de trabajo.<br>▪ Superficies de tránsito o trabajo irregulares o con desniveles.<br>▪ Iluminación insuficiente. |
| **Golpes o aplastamientos por caída de cargas u otros objetos.** | ▪ Recepción de material en planta con grúas,<br>▪ Caída o desplome de elementos o piezas por falta de fijación o fijación insuficiente tras su colocación.<br>▪ Caída de objetos y materiales durante la realización de trabajos o instalación de acopios próximos a:<br>– Perímetros de fachada.<br>– Bordes de escaleras.<br>– Huecos horizontales.<br>▪ Manipulación y transporte manual de materiales (premarcos, barandillas, perfilería metálica, pequeñas ventanas, etc.) y herramientas. |
| **Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales.<br>▪ Operaciones de recepción y fijación de ventanas, miradores, lucernarios, claraboyas en su localización definitiva. |
| **Proyección de partículas o materiales.** | ▪ Operaciones de fijación y anclaje a paramento o estructura de elementos auxiliares (premarcos, perfilería soporte de celosías, etc.).<br>▪ Operaciones de ajuste y encaje de elementos de carpintería (ventanas, miradores, etc.).<br>▪ Operaciones de corte y ajuste de elementos de cerrajería, etc.<br>▪ Operaciones de aplicación de espumas de poliuretano (rellenos, etc.). |
| **Contactos térmicos / proyecciones de partículas incandescentes (quemaduras).** | ▪ Contacto con siliconas o pastas de sellado en caliente.<br>▪ Trabajos de soldadura: proyección de partículas al rojo o contacto directo con elementos incandescentes. |
| **Vuelco o desplome de máquinas y otros equipos de trabajo.** | ▪ Instalación inadecuada de torres de trabajo, andamios de borriqueta, plataformas de carga y descarga de materiales y montacargas.<br>▪ Inspección periódica insuficiente o mantenimiento deficiente de los elementos componentes de las torres de trabajo, plataformas carga y descarga de materiales y montacargas. |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Contacto eléctrico directo e indirecto.** | ▪ Acometidas a cuadros eléctricos (primarios o secundarios) inadecuados o deficientes.<br>▪ Cableado que discurre por zonas de trabajo.<br>▪ Trabajos con equipos eléctricos mal aislados o defectuosos.<br>▪ Montacargas de obra con aislamiento (puesta a tierra) deficiente.<br>▪ Inspección periódica insuficiente de la instalación eléctrica provisional de la obra. |
| **Incendios y explosiones.** | ▪ Trabajos de soldadura. |
| **Inhalación de polvo.** | ▪ Corte y ajuste de elementos de carpintería y cerrajería (metálicos, madera, pvc, etc.).<br>▪ Perforación de paramentos de ladrillo, hormigón, etc., para la fijación de elementos auxiliares o anclajes.<br>▪ Manipulación de cementos, yesos, escayolas, etc., en operaciones de remates. |
| **Inhalación de humos, gases o vapores de sustancias irritantes, tóxicas o nocivas.** | ▪ Operaciones de aplicación de espumas de poliuretano.<br>▪ Manipulación de siliconas o pastas de sellado, etc.<br>▪ Operaciones de soldadura. |
| **Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.** | ▪ Manipulación de siliconas o pastas de sellado, masillas de fijación, etc.<br>▪ Operaciones de aplicación de espumas de poliuretano.<br>▪ Manipulación de cementos, yesos, escayolas, etc., en operaciones de remates. |
| **Exposición a ruido.** | ▪ Utilización de máquinas y otros equipos de trabajo generadores de ruido, propios de la actividad o por actividades simultáneas. |
| **Vibraciones.** | ▪ Manejo de maquinaria portátil y de corte. |
| **Exposición a frío / calor.** | ▪ Realización de trabajos en entornos abiertos durante épocas con temperaturas (altas o bajas) extremas. |
| **Radiación no ionizante:**<br>• **UV (ultravioleta).**<br>• **IR (infrarroja).**<br>• **Visible** | ▪ Trabajos de soldadura. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Posición continuada de rodillas o cuclillas para trabajos cercanos al suelo:<br>▪ Fijación de perfilería.<br>▪ Aplicación de remates y sellados.<br>▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger el material a instalar y herramientas de apoyo.<br>▪ Manipulación manual y transporte de cargas pesadas (ventanas, puertas, perfilería, barandillas, etc.). |
| **Lesiones musculo-esqueléticas ocasionadas por movimientos repetitivos.** | ▪ Apriete y fijación de elementos de carpintería y cerrajería:<br>▪ Fijación de ventanas, miradores, lucernarios, celosías y barandillas. |

En la tabla siguiente se identifican los principales elementos de carpintería y cerrajería

| | | Características |
|---|---|---|
| **CARPINTERÍA** | Puertas | Están compuestas de hoja/s plegable/s, abatible/s o corredera/s. Generalmente son:<br>1. Metálicas: realizadas con perfiles de acero laminados en caliente, conformados en frío, de acero inoxidable o de aluminio anodizado o lacado.<br>2. De madera.<br>3. De plástico (PVC).<br>4. De vidrio templado.<br>En general, se reciben con cerco sobre el paramento vertical en el que se instalan. |
| | Ventanas y lucernarios | Están compuestas de hoja/s fija/s, abatible/s, corredera/s, plegable/s, oscilobatiente/s o pivotante/s.<br>Generalmente son:<br>1. Metálicas: realizadas con perfiles de acero laminados en caliente, conformados en frío, acero inoxidable o aluminio anodizado o lacado.<br>2. De madera.<br>3. De material plástico (PVC).<br>En general, se reciben con cerco sobre el cerramiento. |

| | | Características |
|---|---|---|
| **CERRAJERÍA** | Barandillas y defensas | Son barreras de protección de los usuarios del edificio frente al riesgo de caídas desde altura.<br>En general, pueden ser:<br>De forja.<br>Metálicas: realizadas con perfiles de acero laminados en caliente, conformados en frío, acero inoxidable o aluminio anodizado o lacado) .<br>De madera.<br>De vidrio.<br>Mixtas (metálicas o madera + vidrio u otros materiales). |
| | Celosías | Constituyen un cerramiento conformado por una estructura elemental de perfiles verticales denominados portalamas sobre los que se anclan, de forma horizontal, diferentes modelos de lamas para conformar un muro o fachada ligera. Pueden ser:<br>De lamas fijas.<br>De lamas móviles. |
| | Vallas | Constituyen cerramientos de parcela cuya cara exterior se sitúa sobre los linderos. En general, se distingue entre cerramiento exterior (situado sobre las alineaciones) y cerramiento interior<br>(los restantes). |

**Consideraciones previas sobre los andamios en general**

En lo referente a los andamios que se tienen que utilizar para posibilitar los trabajos en altura, se debe garantizar:

- La compatibilidad de dichos equipos con el proceso productivo previsto.
- La adaptabilidad de estos al entorno de trabajo y a la alineación del paramento donde se van a utilizar dichos equipos de trabajo.
- El conocimiento de las superficies (características, resistencia y nivelación) sobre las que se van a apoyar o utilizar los citados equipos.
- La realización de un plan de montaje, utilización y desmontaje cuando la complejidad del andamio elegido así lo requiera.

Asimismo, será preciso realizar un cálculo de resistencia y estabilidad, cuando:

- No se disponga de nota de cálculo del tipo de andamio a utilizar.
- Las configuraciones estructurales previstas no estén recogidas en la nota de cálculo.
- No pertenezcan a ninguna configuración tipo reconocida por el fabricante.

**Consideraciones previas sobre las torres de trabajo (castilletes/andamios móviles)**

En el caso en el que se deban utilizar torres de trabajo para la ejecución de trabajos a más de 6 m de altura se debe elaborar un plan de montaje, utilización y desmontaje.

En cualquier caso, se tiene que garantizar que:

- Las plataformas de trabajo a utilizar son, como mínimo, de 0,60 m de ancho, y disponen de dispositivos de seguridad frente a eventuales deslizamientos o basculamientos.
- El acceso a las plataformas de trabajo no genera riesgos añadidos a los usuarios, incorporando escalas o escaleras interiores.
- El suelo sobre el que se desplace la torre es capaz de soportar el peso total, y está liso y nivelado.
- En ningún caso se supera la capacidad de carga para la que está diseñada (consultar fabricante).
- Si la torre se dispone sobre ruedas, la misma está provista de dispositivos que permitan la inmovilización de las citadas ruedas.

En emplazamientos con riesgo de caída a distinto nivel (perímetros de fachada, forjados o losas, huecos verticales en paramentos, huecos horizontales, escaleras, etc.), se debe prever la utilización de alguno de los dispositivos siguientes:

- Estabilizadores: aumentan las dimensiones eficaces de la base de la torre, aumentándolo que incrementa la estabilidad del equipo.
- Lastres o contrapesos: aumentan la resistencia de la torre al vuelco.

**Consideraciones previas sobre los andamios de borriquetas y asimilados**

La utilización de este tipo de andamios debe limitarse a alturas de trabajo no superiores a 3 m. A partir de esta altura, es conveniente utilizar otros tipos de andamios (torres de trabajo, etc.).

En el caso de utilizar andamios sobre borriquetas se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los caballetes de apoyo tienen que ser preferentemente metálicos y se debe asegurar que el apoyo de estos está protegido frente a deslizamientos mediante sujeción o mediante dispositivos antideslizantes (durmientes de madera).

En relación con las plataformas de trabajo, se ha de considerar lo siguiente:

- Tienen que ser preferiblemente metálicas o de tablero reforzado. En el caso de utilizar tablones de madera sana, éstos deben ser, como mínimo, de 7 cm de espesor, y estar carentes de nudos y grietas que puedan ser origen de roturas.
- El ancho de la plataforma ha de ser, como mínimo, de 60 cm, debiendo asegurar su nivelación horizontal.

- Las plataformas se tienen que sujetar a las borriquetas de manera que no puedan darse basculamientos u otros movimientos peligrosos.
- Para longitudes de trabajo superiores a 3 metros se han de emplear tres caballetes.
- Se tienen que cargar únicamente los materiales necesarios para garantizar la continuidad del trabajo.

Dichos equipos deben disponer de barandillas resistentes de 1 m de altura (sobre el nivel de la citada plataforma de trabajo) y rodapié de 15 cm de alto, cuando los mismos se empleen:

- En lugares con riesgo de caída desde más de 2 metros de altura.
- Para realizar trabajos en los que se utilice maquinaria que pueda dar lugar a retrocesos (martillos neumáticos, etc.).

**Consideraciones previas sobre las escaleras manuales**

Es recomendable utilizar escaleras de mano que cumplan las normas de la serie UNE-EN-131.

Se recomienda limitar el uso de dichas escaleras a aquellas situaciones en las que es preciso posibilitar el acceso a lugares de difícil acceso y para trabajos ligeros y de muy corta duración. En este último caso, se han de utilizar, preferentemente, escaleras dobles o de tijera con base ancha o estabilizadores, elementos antideslizantes en su base, peldaño ancho y, en su caso, plataforma de trabajo con barandilla de seguridad.

Controles previos

De manera particular, en los trabajos de carpintería y cerrajería deben realizarse los siguientes controles previos

- Garantizar que el soporte (paramento vertical o suelo), que es el elemento que deberá sustentar el elemento de carpintería (ventana, mirador, puerta, etc.) o cerrajería (celosías, barandillas, etc.), es adecuado y dispone de las condiciones necesarias para resistir las acciones mecánicas del conjunto.
- Verificar que el diseño, características y proceso de instalación de los elementos de carpintería y cerrajería que se van a instalar son los adecuados y conformes al proyecto de la obra.

- Analizar la tipología del material que se va a emplear, comprobar sus características específicas, solicitar los certificados de calidad de los diferentes materiales o elementos, y analizar la compatibilidad de los mismos.
- Replantear la colocación, fijaciones o anclajes sobre el soporte ya ejecutado, conforme a lo indicado en los planos de montaje y proyecto de ejecución.

En aquellos casos en los que sea preciso utilizar medios auxiliares para la ejecución de trabajos en altura (escaleras de mano, torres de trabajo, andamios de pequeñas dimensiones, etc.) se ha de garantizar que éstos son acordes a la altura de trabajo que debe alcanzarse y son compatibles con el proceso de instalación de los elementos de carpintería y cerrajería.

**Operaciones de carpintería**

Los trabajos de instalación de premarcos se pueden realizar juntamente con la ejecución de las actividades correspondientes a la fase de cerramiento o a la de particiones interiores.

Los distintos sistemas de protección han de estar instalados antes de proceder a la instalación de los elementos de carpintería. En este sentido, se tiene que dar una respuesta eficaz a los siguientes puntos críticos:

Durante las operaciones de montaje e instalación de elementos de carpintería pueden considerarse, entre otros y según tipología constructiva, la aplicación de las medidas preventivas siguientes:

| Medidas de prevención / protección orientadas a instalar según zonas | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 |
| **EN TODAS LAS PLANTAS** | | | | | | |
| **Aberturas de fachada (miradores).** | | | * | | * | |
| **Aberturas verticales (ventanas, puertas de balcones, etc.).** | | | * | | * | |
| **Huecos horizontales (lucernarios).** | | * | | * | * | |
| **Andamios de borriquetas o similar** | * | | | | | * |
| **Torres de trabajo o andamios móviles** | * | | | | | * |

| Sistemas de protección de borde | Redes de seguridad | Otros sistemas |
|---|---|---|
| **P1 Barandilla propia del medio auxiliar.** | P2 Red de seguridad sistema “S”.<br>P3 Red de seguridad vertical.<br>P4 Red de seguridad para huecos < 50 m2. | P5 Línea de anclaje UNE 795 o punto de anclaje UNE 795.<br>P6 Plataformas de ancho mínimo 0.60 m. |

Recepción e instalación de elementos de carpintería

Durante la instalación de elementos de carpintería, los trabajos se deben organizar de forma que:

- En todo momento, las zonas de trabajo se mantienen limpias y ordenadas.
- Las zonas de tránsito o de paso en las que se realicen trabajos se encuentren, asimismo, libres de materiales y restos. Además, estas zonas han de estar delimitadas y acotadas en toda su área para evitar el acceso de personas ajenas a las mismas y, en su caso, habilitar pasos alternativos.
- Tras la colocación y fijación de piezas o elementos de carpintería, se compruebe que ésta se ha efectuado correctamente y que los anclajes son resistentes.

Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes con el objeto de evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.

Durante la colocación de elementos de carpintería que tengan que ser transportados mediante equipos de elevación de cargas (grúa, camión autocargante, etc.) éstos han de ser izados garantizándose:

- El guiado de los mismos mediante el auxilio de aparejos de elevación (eslingas, cabos guía sujetos a la pieza, etc.).
- Que se mantienen en suspensión hasta su posicionado y fijación final. Dichos elementos no se tienen que soltar de los equipos de elevación de cargas hasta que no esté asegurada su estabilidad.
- La verificación de la posible incidencia que el viento puede ocasionar en el transporte y la manipulación de elementos. Se recomienda suspender los trabajos cuando existen vientos con velocidades superiores a 50 Km/h.

**OPERACIONES DE AJUSTE**

Por motivos de dilatación y de aislamiento térmico y acústico, es preferible que la holgura que queda entre el marco y el muro se rellene con espuma de poliuretano o cinta espumada. Estos rellenos o uniones no deben quedar a la intemperie y han de recubrirse con yeso o tapajuntas en todos los casos, ya que la radiación solar la descompone.

La utilización de dichas espumas, compuestas por isocianato (MDI) y poliol, está muy extendida en la construcción gracias a su alta capacidad como aislante termoacústico.

Cuando el citado producto se aplica en remates o rellenos (incluso para rellenos de pequeñas superficies o volúmenes en tareas de reparación), el mismo se emplea, normalmente, en forma de spray.

Durante la aplicación dicho producto se debe atender a las consideraciones siguientes:

- Se han de organizar los trabajos de forma que mientras se aplique el poliuretano sólo accedan a la zona los trabajadores autorizados y con el equipo de protección adecuado.
- Se tiene que garantizar una ventilación adecuada en la zona de trabajo con el objeto de eliminar las moléculas de isocianato (MDI) y poliol que, eventualmente, pueden quedar en suspensión debido a una polimerización incompleta, una alteración en la mezcla, un escape en las mangueras, etc.
- Con el objeto de mantener la maquinaria de proyección, y sus mangueras, en adecuadas condiciones de uso, se tiene que garantizar el establecimiento de un plan de mantenimiento preventivo.
- Los sprays utilizados se han de retirar de forma organizada y utilizando los medios auxiliares necesarios para ello. En este sentido, estos sprays se tienen que depositar en los contendores definidos e identificados para tal fin, conforme a lo determinado en el plan de gestión de residuos de la obra.

**OPERACIONES DE CERRAJERÍA.**

En general, las operaciones de instalación de elementos de cerrajería (barandillas, celosías, etc.) se ejecutan al final del proceso constructivo, por lo que la edificación presenta ya ejecutado: el cerramiento exterior, las compartimentaciones interiores, las instalaciones, los solados y techos, etc. Por esta razón, la existencia del riesgo de caídas a distinto nivel por motivos ajenos a los medios auxiliares utilizados se ven muy reducidos y limitados.

Recepción e instalación de elementos de cerrajería

Durante la instalación de elementos de cerrajería los trabajos se deben organizar de forma que:

- Se garantice que los emplazamientos de las zonas de trabajo y, en su caso, de los medios auxiliares se mantienen, en todo momento, limpios y ordenados.
- Las zonas de tránsito o de paso en las que se realicen trabajos se encuentren, asimismo, libres de materiales y restos, así como delimitadas y acotadas en toda su área para evitar el acceso de personas ajenas a las mismas y, en su caso, se habiliten pasos alternativos.
- Tras la colocación y fijación de piezas o elementos de cerrajería, se compruebe que ésta se ha efectuado correctamente, que es estable y que los anclajes son resistentes.

- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.

Durante la ejecución de trabajos de cerrajería a ras del suelo las posturas forzadas prolongadas de tronco y piernas son inevitables, por lo que estos trabajos se deben organizar de forma que se utilicen:

- Taburetes o cualquier otro elemento adecuado para posibilitar el trabajo sentado y lo más cerca posible de la zona de trabajo.
- Plataformas rodantes, siempre que sea posible.
- Rodilleras y cuñas cuando sea preciso posicionarse sobre el suelo.

Operaciones de soldadura

En las zonas de trabajo donde sea preciso realizar operaciones de soldadura para la unión o fijación de elementos metálicos (estructuras auxiliares de barandillas, celosías, etc.), como medidas preventivas previas frente al riesgo de incendio y explosión se debe:

- Planificar los trabajos de manera que no se utilicen herramientas, máquinas u otros equipos de trabajo que puedan ser fuente de ignición o combustión.
- Restringir el acceso a la zona afectada mediante un vallado perimetral, señalizado adecuadamente.
- Mantener la zona de trabajo limpia y libre de materiales combustibles.
- Disponer en la zona de trabajo de, como mínimo, un extintor de polvo ABC de 6kg.

En el caso de operaciones con soldadura oxiacetilénica, se han de tomar precauciones para no dejar las botellas en zonas con riesgo de golpes o de exposición al sol. En este sentido, las bombonas de gas se tienen que almacenar en lugares ventilados, cuyo suelo esté a nivel, en el exterior, a la sombra y nunca al lado de zonas que sean susceptibles de almacenar gas en caso de fuga. Asimismo, en las zonas de trabajo las botellas de gases combustibles se deben mantener verticales y estables.

En aquellos casos en los que los trabajos de soldadura puedan afectar a otros puestos de trabajo o zonas de tránsito de trabajadores, se han de instalar lonas ignífugas de apantallamiento u otro elemento similar con el objeto de evitar proyecciones de materiales (chispas, esquirlas, etc.).

Operaciones de apoyo

Se consideran operaciones de apoyo aquéllas que deben realizarse para asegurar el correcto acabado y dimensionado de las piezas: corte, rebajes, pulido, ranurado, etc., antes de su instalación definitiva.

En relación con dichas operaciones, siempre que éstas se realicen en obra, se ha de garantizar que:

- Se dispone de bancos de trabajo auxiliares que permitan al trabajador mantener una posición adecuada.
- Las zonas de trabajo no generan riesgos adicionales a las citadas operaciones, y que se encuentran libres de obstáculos y ordenadas.
- En el caso de que las operaciones de corte sean continuas, existe una ventilación (natural o forzada) adecuada en la zona de corte y zonas de trabajo anexas.
- La iluminación es adecuada al uso y tipo de trabajo que se va a realizar

**ACCIONES SOBRE LAS MÁQUINAS Y OTROS EQUIPOS DE TRABAJO**

Previamente a la ejecución de los trabajos, debe asegurarse la adecuación de los útiles y equipos auxiliares que se van a utilizar durante la ejecución de esta actividad. Con el objeto de garantizar el mantenimiento de estos equipos en tiempo y forma, se ha de definir un plan de mantenimiento preventivo de los mismos.

Se tiene que garantizar, previo a la elevación y transporte de cargas (ventanas, miradores, celosías, elementos de cerrajería, etc.), que los aparejos de izado son adecuados a la carga de cada uno de ellos, son acordes a la normativa vigente y se encuentran en correcto estado de uso (plan de mantenimiento y revisiones).

Asimismo, en lo referente a la elevación de ventanas, miradores, etc., se tienen que considerar el peso y volumen de estos materiales con el objeto de garantizar la utilización de medios de elevación con una capacidad de carga superior y acorde a las necesidades.

En relación con los equipos de soldadura, el almacenamiento de botellas de gases combustibles (oxicorte) se debe llevar a cabo de forma que se garantice que las botellas de gases licuados se acopien separadas (oxígeno, acetileno, butano, propano, etc.), con distinción expresa de lugares de almacenamiento para las agotadas y las llenas.

**ACCIONES FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO**

En todo momento se debe cumplir con lo establecido tanto en el Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, como en el Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (R.E.B.T.).

En función de las características y dimensiones de la obra, se ha de definir un plan de ampliación de la instalación eléctrica provisional de obra para dar cobertura a las zonas de actuación. Como mínimo, es preciso:

Realizar un proyecto de instalación acorde al R.E.B.T.

Disponer cuadros primarios de distribución, con capacidad suficiente para dar cobertura a los cuadros secundarios a instalar en cada planta.

Realizar una distribución adecuada de cuadros secundarios, en función de las plantas y superficies existentes.

Las mangueras eléctricas de distribución deben ser normalizadas, antihumedad y resistentes frente a los riesgos mecánicos. Se han de disponer de manera que no se vean afectadas por el tránsito de vehículos ni por acopios de materiales con el fin de evitar el deterioro de las mismas (especialmente su rotura).Las zonas de acopio y apilado de perfiles y otros materiales metálicos, tienen que estar organizadas de forma que se encuentre libres de mangueras eléctricas.

Con el objeto de prevenir el riesgo de contacto eléctrico con cables accesibles desde la zona de trabajo, no se deben efectuar trabajos en las proximidades de conductores o elementos bajo tensión, desnudos o sin protección, salvo que estén desconectados de la fuente de energía. Si a pesar de ello, los trabajos tuvieran que realizarse, los cables se desviarán o se protegerán mediante fundas aislantes o apantallamiento.

Se ha de establecer un plan de mantenimiento preventivo de la instalación eléctrica provisional con el objeto de garantizar la revisión periódica de la misma.

### 5.21.2 Equipos de protección individual

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Golpes y proyecciones sobre la cabeza por caída de objetos.** | General. | Casco. | |
| **Caídas a distinto nivel.** | Trabajos de recepción de materiales en plataformas de carga y descarga que no garanticen protección suficiente frente a caídas. | | Sistema anticaídas: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| | Operaciones de montaje de andamios, montacargas y plataformas de carga y descarga. | | Sistema anticaídas: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales |
|---|---|---|
| | Trabajos sobre andamios (torres de acceso, andamios de borriqueta, etc.). | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| | Instalación de ventanas, | Sistema anticaída: |
| | miradores, lucernarios, claraboyas, celosías, barandillas, etc. | anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| **Golpes, atrapamientos y punzonamientos o cortes.** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera de acero. |
| **Proyección de partículas.** | Corte, perforación y amolado de materiales metálicos, madera, pvc, etc. | Gafas antiproyecciones. |
| | Aplicación de espumas de poliuretano. | Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, gafas antiproyección, gorro, guantes de goma, o similar, para protección en manos. |
| **Contactos térmicos / proyecciones de partículas incandescentes (quemaduras).** | Operaciones de soldadura. | Guantes de cuero, manguitos, polainas y mandil de cuero. |
| **Inhalación de polvo.** | Manipulación de cementos, yesos, etc. | Mascarilla antipolvo FFP1, gafas antipolvo. |
| | Corte y amolado de materiales metálicos, madera, pvc, etc. | |
| | Perforado de paramentos verticales u horizontales (ejecución de taladros). | |
| **Inhalación de humos, gases y vapores tóxicos o nocivos.** | Proyección de productos químicos aislantes (espumas, etc.). | Mascarilla con filtro específico para gases y vapores. |
| | Trabajos de soldadura. | Mascarilla con filtro mixto para partículas sólidas y vapores orgánicos (FFP2). |
| **Contactos con sustancias irritantes, cáusticas, corrosivas o tóxicas.** | Utilización de espumas de poliuretano. | Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, gafas antiproyección, gorro, guantes de goma, o similar, para protección en manos. |
| | Manipulación de cementos, yesos, siliconas, pastas de sellado, etc. | Guantes de goma, o similar, para protección en manos. |
| **Ruido.** | Perforación de paramentos (taladros). | Protector auditivo. |

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales |
|---|---|---|
| | Corte y ajuste de materiales metálicos, madera o pvc. | |
| **Vibraciones.** | Uso de máquinas y herramientas electromecánicas. | Guantes anti-vibraciones. |
| **Radiación no ionizante:**<br>• **UV (ultravioleta).**<br>• **IR (infrarroja).**<br>• **Visible.** | Trabajos de soldadura. | Pantalla facial. Guantes de cuero, manguitos, polainas y mandil de cuero. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas.** | Posición continuada de rodillas o cuclillas durante la ejecución de trabajos cercanos al suelo o en zonas de superficie reducida. | Rodilleras acolchadas. |
| **Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.** | Elementos de carpintería: premarcos, ventanas, miradores, puertas, lucernarios, claraboyas, etc. | Almohadillas acolchadas para hombros. |

## 5.22 Colocación de vidrio

### 5.22.1 Factor de riesgo

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.** | ▪ Manipulación de siliconas o pastas de sellado, masillas de fijación, etc. |
| **Exposición a ruido.** | ▪ Utilización de máquinas y otros equipos de trabajo generadores de ruido, propios de la<br>▪ actividad de vidriería o por actividades simultáneas. |
| **Estrés térmico por frío o calor.** | ▪ Realización de trabajos a la intemperie o en entornos abiertos durante épocas con<br>▪ temperaturas (altas o bajas) extremas. |
| **Radiación no ionizante: UV (ultravioleta).** | ▪ Exposición a la radiación solar en épocas estivales, por realizar trabajos a la intemperie. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Posición continuada de rodillas o cuclillas para trabajos cercanos al suelo:<br>▪ Aplicación de sellados.<br>▪ Manipulación manual y transporte de cargas pesadas para su colocación final (paneles de vidrio o cristal). |
| **Lesiones musculo-esqueléticas ocasionadas por movimientos repetitivos.** | ▪ Fijación de elementos de vidrio o cristal en puertas, ventanas, lucernarios, cancelas, etc. |
| **Atropellos** | ▪ Interferencia de zonas de paso de trabajadores con circulación maquinaria móvil en operaciones de carga y descarga de materiales.<br>▪ Transporte de material con transpaleta, carretilla, etc |

| Factor de riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas a distinto nivel.** | ▪ Carga y descarga de materiales en camión de transporte de cargas.<br>▪ Trabajos en proximidad de aberturas de fachada:<br>▪ Instalación de vidriería en ventanas, miradores y barandillas en terrazas.<br>▪ Instalación de sistemas de protección, etc.<br>▪ Trabajos en proximidad de huecos horizontales y escaleras:<br>▪ Instalación en techos acristalados, lucernarios, claraboyas, barandillas de cristal en escaleras, instalación de sistemas de protección, etc.<br>▪ Instalación de suelos acristalados.<br>▪ Acceso a zonas de trabajo en altura (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, etc.).<br>▪ Recepción de materiales en bordes de fachada: ventanas, miradores, terrazas, etc.<br>▪ Operaciones en altura desde medios auxiliares (torres de trabajo, escaleras de mano, andamios de borriquetas, etc.), para la instalación de elementos de vidrio y operaciones de limpieza o acabado.<br>▪ Vuelco/desplome de medios auxiliares (torres de trabajo, escaleras de mano, andamios de borriquetas, etc.). |
| **Caídas al mismo nivel.** | ▪ Limpieza irregular de las zonas de trabajo.<br>▪ Acopio de materiales en zonas de tránsito.<br>▪ Superficies de tránsito o trabajo irregulares o con desniveles.<br>▪ Iluminación insuficiente. |
| **Golpes o aplastamientos por caída de cargas u otros objetos.** | ▪ Recepción de material en planta con grúas, montacargas, maquinillo, etc.<br>▪ Operaciones de recepción y fijación de paneles de vidrio o cristal en ventanas, lucernarios, claraboyas o en su localización definitiva.<br>▪ Caída de objetos y materiales durante la realización de trabajos o instalación de acopios próximos a:<br>▪ Perímetros de fachada.<br>▪ Bordes de escaleras.<br>▪ Huecos horizontales interiores sobre zonas o superficies de paso en niveles inferiores.<br>▪ Manipulación y transporte manual de materiales y herramientas. |
| **Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.** | ▪ Con objetos o materiales inmóviles.<br>▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales.<br>▪ Rotura de vidrio en operaciones de recepción, transporte o manipulación.<br>▪ Rotura de vidrio en operaciones de montaje y fijación en ventanas, puertas, cancelas y techos o suelos acristalados, en su localización definitiva. |
| **Vuelco o desplome de máquinas y otros equipos de trabajo.** | ▪ Instalación inadecuada de torres de trabajo, andamios de borriqueta, plataformas de carga y descarga de materiales, y montacargas.<br>▪ Inspección periódica insuficiente o mantenimiento deficiente de los elementos componentes de torres de trabajo, plataformas de carga y descarga de materiales, y montacargas. |
| **Contacto eléctrico directo e indirecto.** | ▪ Acometidas a cuadros eléctricos (primarios o secundarios) inadecuados o deficientes.<br>▪ Cableado que discurre por zonas de trabajo.<br>▪ Trabajos con equipos eléctricos mal aislados o defectuosos.<br>▪ Montacargas de obra con aislamiento (puesta a tierra) deficiente.<br>▪ Inspección periódica insuficiente de la instalación eléctrica provisional de la obra. |
| **Inhalación de polvo.** | ▪ Corte y ajuste de elementos de madera o cuñas para la fijación de vidrio y cristal en su posición definitiva. |

### 5.22.2 Medidas preventivas

Se indican los criterios que deben imperar en el acondicionamiento del entorno de la zona en la que se van a realizar los propios trabajos de instalación de elementos de vidriería.

Durante la ejecución de estos trabajos, y con independencia de las propias medidas preventivas de aplicación a cada actividad / tarea, se han de adoptar otras medidas complementarias que afectan al entorno de trabajo.

En este sentido, es esencial considerar que los trabajos de vidriería se realizan, generalmente, sobre un soporte (paramento vertical o techos) ya realizado durante las fases de estructura, cerramiento de fachada y particiones interiores, por lo que se han reducido los frentes abiertos de fachada y los huecos interiores. En cualquier caso, se tiene que garantizar que:

Se dispone de las protecciones colectivas correspondientes tanto en los accesos, como en los perímetros, aberturas en paramentos verticales y huecos interiores que aún se mantienen abiertos, acordes a la altura de trabajo que debe alcanzarse. En este sentido, pueden considerarse, entre otros y según tipología constructiva, la aplicación de las siguientes medidas preventivas:

| Medidas de prevención / protección a instalar según zonas | P1 | P2 P4 | P3 | P5 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 | P11 | P12 | P13 | P14 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **EN TODAS LAS PLANTAS** | | | | | | | | | | | | | |
| Perímetro exterior (fachada y patios) | * | | | | | | | | | | | | |
| Aberturas verticales en paredes | * | * | * | | | | | | | | | * | |
| Huecos mayores | * | * | | * | | | | | | | | * | |
| Huecos menores | * | * | | * | | | | | | | * | * | |

**IZADO DE CARGAS Y RECEPCIÓN DE MATERIALES.**

En relación con el izado de cargas mediante el empleo de aparatos elevadores (grúas, camiones autocargantes, maquinillos, etc.), se debe garantizar la calidad y condiciones de uso de los aparejos de izado (planes de mantenimiento preventivo).

Se tienen que organizar los trabajos de manera que se evite transportar y dejar cargas suspendidas por las grúas sobre operarios que efectúen trabajos en fachada.

Durante las operaciones de transporte de materiales en suspensión (mediante el empleo de equipos de elevación de cargas) se tiene que restringir el paso de personas bajo las zonas afectadas.

Los materiales han de ser izados a las zonas de trabajo en altura de modo que no puedan desprenderse. Para ello, se debe garantizar que:

- Como norma general, el material sea transportado en plataformas emplintadas o con el empaquetado del fabricante. En aquellos casos en los que no pueda

asegurarse la resistencia del empaquetado de fábrica, dicho material será transportado sobre bateas protegidas perimetralmente con plintos que eviten deslizamientos fortuitos.

- Los materiales sueltos se coloquen en bateas especiales que impidan su caída o vertido durante el transporte en suspensión.
- Cuando las cargas sean depositadas sobre palets, éstas se fijan mediante flejes u otros sistemas similares antes de su izado.
- En el izado y transporte en suspensión de vidrios o paneles de vidrio, se utilicen aparejos y útiles adecuados a los mismos (paneles de ventosas o similar) y estén protegidos mediante envoltura que evite su rotura.

En aquellos casos en los que sea necesario, se guiarán las cargas en suspensión con dos cuerdas de control seguro para evitar movimientos pendulares y choques con partes o elementos de la construcción. En ningún caso, las cargas deben ser guiadas con el cuerpo o las manos.

La recepción y salida de materiales de vidrio en planta, con excepción de los que se fijen directamente en ventanas, miradores, etc., prioritariamente, se ha de realizar a través de plataformas de carga y descarga.

Si lo anterior no fuese posible, y estuviera técnicamente justificada la realización de la carga y descarga sin el empleo de la citada plataforma, ha de atenderse a las siguientes consideraciones:

- Se asegurará la disponibilidad de sistemas provisionales de protección de bordes en el perímetro de los huecos o bordes de fachada, con excepción de la zona de recepción de material.
- En el caso de recepción de materiales por huecos interiores, además de lo anterior, si fuese preciso anular sistemas de protección conformados por redes horizontales, esta operación se realizará bajo la supervisión de un responsable autorizado.
- En las zonas de recepción de material, se dispondrá de puntos de anclaje fijos (UNE 795) para el amarre de dispositivos anticaídas.

**SEÑALIZACIÓN Y DELIMITACIÓN**

Las zonas de ocupación de los equipos de trabajo utilizados durante la ejecución de las operaciones de vidriería que puedan suponer un peligro para los trabajadores deben

acondicionarse en lo que a delimitación y señalización se refiere, en relación con la cantidad de personal afectado y la cercanía a las zonas de paso en el interior.

En las zonas de carga y descarga de material en planta tiene que existir la señal correspondiente frente a los riesgos de caída a distinto nivel, así como la de "obligación de uso del arnés de seguridad" por parte del operario encargado de la entrada / salida de material.

Las zonas de trabajo en las que, por motivos técnicamente justificados, sea imposible mantener la protección colectiva existente por afectar a la instalación de elementos de vidriería, deberán señalizarse y delimitarse para evitar el acceso de personal ajeno a los trabajos a ejecutar, tales como, por ejemplo:

- Instalación de vidrio en ventanas, miradores y puertas de balcones.
- Instalación de vidrios en barandillas o barandillas de vidrio en bordes de forjado (pasillos de distribución, terrazas, balcones, etc.).

**ACTUACIONES GENERALES.**

En general, las operaciones de instalación de elementos de vidriería se ejecutan al final del proceso constructivo, por lo que la edificación presenta ya ejecutado el cerramiento exterior, las compartimentaciones interiores, las instalaciones, los solados y techos, etc. Por este motivo, la existencia de los riesgos de caídas a distinto nivel se ven muy reducidos y limitados. Además, se ha de tener en consideración que la colocación de vidrios en fachadas (ventanas, vidrieras, cerramientos de vidrio, barandillas en terrazas, etc.) se realiza, normalmente, desde el interior.

De manera particular, en este tipo de trabajos, deben realizarse los siguientes controles previos:

- Hay que asegurar que el soporte (carpintería de madera o aluminio, cerrajería, estructuras auxiliares de metal, puerta, ventana, etc.), que es el elemento que deberá sustentar el vidrio, es adecuado y dispone de las condiciones necesarias para resistir las acciones mecánicas del conjunto.
- Verificar que el diseño, características y proceso de instalación de los elementos de vidrio a instalar son los adecuados.
- Analizar la tipología del material a emplear, sus características específicas (tipo de acristalamiento (sencillo, doble o triple) y su unión, con o sin cámara, y, en su caso, el espesor de ésta) y solicitar los certificados de calidad de los diferentes materiales o elementos, así como analizar su compatibilidad.

- Replantear la colocación sobre el soporte ya ejecutado, según los planos de montaje y proyecto de ejecución. Tener en cuenta que una vez colocado, habrá que fijarlo con junquillos de neopreno, cuñas o listones de madera, sellado con silicona o masillas o con otros medios necesarios.

Siempre que sea posible, la colocación de vidrios en ventanas, miradores y puertas localizadas en la fachada se ha de hacer desde el interior del edificio. En este caso, se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Prioritariamente, deben disponerse redes verticales, instaladas por el exterior de la fachada, y fijadas a anclajes mecánicos instalados en canto de forjado.
- En el caso de existir una justificación técnica que imposibilite lo anterior, se ha de disponer de un sistema de protección alternativo tal como, por ejemplo, la instalación de líneas de anclaje (paralelas a fachada) por encima del trabajador para posibilitar el amarre de un arnés de seguridad con dispositivo anticaídas.
- En cualquier caso, se debe atender a lo indicado en el anexo C “Sistemas de protección contra caídas de desde altura” de este CTPE, en lo referente a dichos sistemas.

En el caso de que los trabajos se efectúen por el exterior, se adoptarán las medidas de prevención / protecciones necesarias: se utilizarán medios auxiliares adecuados para los trabajos en altura, los trabajadores utilizarán equipos de protección individual contra caídas de altura (arnés de seguridad) y se acotará la zona de trabajo para evitar que se efectúen trabajos simultáneos por debajo de la vertical. En relación con la utilización de los medios auxiliares (escaleras de mano, torres de trabajo, andamios plegables, etc.), se garantizará que éstos sean acordes a la altura de trabajo que debe alcanzarse y que son compatibles con el proceso de instalación de los elementos de vidriería.

En cualquier caso, los distintos sistemas de protección deben estar instalados antes de proceder a la colocación de las láminas o planchas de vidrio. En este sentido, se ha de dar una respuesta eficaz a los siguientes puntos críticos:

- Instalación de vidrios en ventanas, miradores y puertas en paramentos verticales de fachada o patio interior. En este caso, pueden considerarse, entre otras, las siguientes soluciones:
    - Instalación de redes verticales, fijadas mediante anclajes mecánicos por el exterior de ventanas o miradores, o entre forjados en el caso de terrazas y balcones (estos sistemas requieren un estudio previo para

garantizar su compatibilidad con el proceso de montaje y con las propias características del cerramiento).

- Instalación de barandillas de vidrio en balconadas, terrazas, pasillos de distribución en atrios, etc. En este otro caso, pueden considerarse, entre otras, las siguientes soluciones:
- Instalación de redes verticales, fijadas mediante anclajes mecánicos por el exterior (este sistema requiere un estudio previo para garantizar su compatibilidad con el proceso de montaje y con las propias características del cerramiento).

- Instalación de barandillas de vidrio en escaleras interiores. En este otro caso, pueden considerarse, entre otras, las siguientes soluciones:
  - Instalación de redes horizontales en los huecos de las escaleras, fijadas a anclajes mecánicos dispuestos en el canto de la losa inclinada y mesetas.
  - Instalación de redes verticales por el interior del hueco, con fijación similar al caso anterior.
- Instalación de vidrios en suelos y estructuras de lucernarios/claraboyas, considerando, entre otras, las siguientes soluciones:
  - En aquellos casos en los que la instalación se realice en el propio suelo, instalación de redes horizontales fijadas inferiormente mediante anclajes mecánicos, y de forma que no incidan en el/los hueco/s donde se instala la estructura soporte.
  - En aquellos casos en los que la instalación se realice en el techo (desde abajo), utilizar medios auxiliares adecuados a la altura de trabajo.

En el caso de existir una justificación que imposibilite la utilización de alguno de los sistemas de protección colectiva identificados anteriormente, o sistema similar, se ha de disponer de un sistema de protección alternativo que posibilite el amarre de un arnés de seguridad con dispositivo anticaídas tal como, por ejemplo, la instalación de:

- Puntos fijos (UNE 795) en zonas de trabajo.
- Líneas de anclaje colocadas por encima del trabajador.
- Líneas de anclaje verticales por el hueco de escaleras.

En este sentido, durante las operaciones de montaje e instalación pueden considerarse, entre otros y según tipología constructiva, la aplicación de las siguientes medidas preventivas:

| Medidas de prevención / protección orientadas a instalar según zonas de trabajo y tipología de vidrio a instalar | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 |
| **EN TODAS LAS PLANTAS** | | | | | | |
| **Ventanas, miradores en fachadas** | | | | | * | |
| **Puertas y ventanas en balcones y terrazas** | | | * | | * | |
| **Huecos interiores, pasillos de distribución, huecos de escalera, atrios, etc.** | | * | * | * | * | |
| **Huecos horizontales (lucernarios y claraboyas)** | | * | | * | * | |
| **Plataformas móviles elevadoras de personal (PEMP), torres de trabajo o andamios móviles** | * | | | | | * |
| **Andamios de borriquetas o similar** | * | | | | | * |

| Sistemas de protección de borde | Redes de seguridad | Otros sistemas |
|---|---|---|
| **P1 Barandilla propia del medio auxiliar.** | P2 Red de seguridad sistema "S".<br>P3 Red de seguridad vertical.<br>P4 Red de seguridad para huecos < 50 m2. | P5 Línea de anclaje UNE 795 o Punto de anclaje UNE 795.<br>P6 Plataformas de ancho mínimo 0.60 m. |

**RECEPCIÓN E INSTALACIÓN DE LÁMINAS O ELEMENTOS DE VIDRIO**

Los paneles de vidrio o cristal deben ser izados con el auxilio de los aparejos de elevación (paneles de elevación con ventosas, etc.). En este sentido, se ha de:

- Garantizar el guiado de los mismos mediante cabos guía sujetos a la pieza para asegurar su aproximación cuando se trate de paneles de grandes dimensiones.
- Mantener dichos paneles en suspensión de la grúa hasta su posicionado y fijación final. Los mismos no se han de soltar de los equipos de elevación de cargas hasta que no esté asegurada su estabilidad.
- Suspender los trabajos cuando existan vientos con velocidades superiores a 50 Km/h.

Durante la instalación de elementos de vidrio se deben organizar los trabajos de forma que:

- Se asegure que las zonas de trabajo se mantienen, en todo momento, limpias y ordenadas.

- En el caso de que los trabajos se hagan en zonas de tránsito o de paso, éstas se encuentren libres de materiales y restos, se delimiten y acoten en toda su área para evitar el acceso a las mismas, y se habiliten, en su caso, pasos alternativos.
- Tras la colocación y fijación de piezas, paneles o elementos de vidrio, se compruebe que el trabajo se ha efectuado correctamente y que la fijación es resistente.
- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.
- Los trabajadores dispongan de rodilleras y cuñas para los gemelos en trabajos realizados de rodilla y en cuclillas, respectivamente.

Se asegure la revisión periódica de los equipos de elevación, los medios auxiliares de trabajo, las protecciones colectivas y cualquier otra medida que garantice la seguridad a la hora de ejecutar el montaje y la instalación de los paneles y elementos de vidrio o cristal.

Se utilicen los medios auxiliares necesarios para el transporte de material con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados de un transporte manual.

Asimismo, se debe atender a las siguientes consideraciones:

- El vidrio presentado en la carpintería correspondiente se ha de recibir y terminar de instalar inmediatamente con el objeto de evitar el riesgo de accidentes por roturas.
- Los vidrios instalados tienen que quedar correctamente identificados, localizables y visibles, con el objeto de evitar golpes o impactos contra los mismos debido a su transparencia.
- Se recomienda suspender los trabajos con vidrio bajo régimen de temperaturas inferiores a los 0 ºC.
- En el caso de rotura del vidrio, se deberán limpiar los fragmentos lo antes posible para evitar cortes.

**POLVO**

Con carácter general se han de tener en cuenta las medidas básicas siguientes:

- Las operaciones de corte o adaptación de materiales de madera (cuñas de madera para fijación de vidrio) se tienen que efectuar, preferentemente, por vía húmeda para evitar la excesiva formación de polvo ambiental.

- En aquellos casos en los que técnicamente resulte inviable la eliminación de la formación de polvo en origen, o no se pueda garantizar una ventilación adecuada, se debe utilizar mascarillas de protección antipolvo FFP1, especialmente en operaciones de:
- Corte de cuñas y listones de madera.
- Corte y tratamiento de materiales, en general, en recintos cerrados con escasa ventilación.

### 5.22.3 Equipos de protección individual

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Golpes y proyecciones sobre la cabeza por caída de objetos.** | General. | Casco. | |
| **Caídas a distinto nivel.** | Trabajos de recepción de materiales en plataformas de carga y descarga. | | Sistema anticaídas: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| | Operaciones de montaje de andamios, montacargas y plataformas de carga y descarga. | | Sistema anticaídas: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| | Trabajos sobre andamios (torres de acceso y de trabajo, andamios de borriqueta, etc.) y plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP). | | Sistema anticaídas: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc |
| | Instalación de ventanas, miradores, lucernarios, claraboyas, barandillas, etc. | | Sistema anticaídas: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| **Golpes, atrapamientos y punzonamientos o cortes.** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera de acero. | |
| **Proyección de partículas.** | Corte de cuñas y listones de madera. | Gafas antiproyecciones. | |
| **Inhalación de polvo.** | Corte de cuñas y listones de madera. | | Mascarilla antipolvo FFP1. |
| **Inhalación de gases o vapores tóxicos o nocivos.** | Utilización de productos químicos (masillas, pastas de sellado, etc.). | Mascarilla con filtro específico para gases y vapores. | |
| **Contactos con sustancias irritantes, cáusticas, corrosivas o tóxicas.** | Utilización de productos químicos (masillas, pastas de sellado, etc.). | | Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, gafas antiproyección, gorro, guantes de goma o similar para protección en manos. |

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general | Uso específico |
|---|---|---|---|
| **Ruido.** | Corte y ajuste de materiales de madera o plástico (planchas sintéticas de policarbonato). | Protector auditivo. | |
| **Estrés térmico por frío o calor / Quemaduras o enfermedades en la piel por radiación solar.** | Trabajos a la intemperie o en entorno abierto. | Ropa de protección contra bajas temperaturas.<br>Calzado de protección contra el frío.<br>Crema de protección. | |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas.** | Posición continuada de rodillas o cuclillas durante la ejecución de trabajos cercanos al suelo o en<br>zonas de superficie reducida. | | Almohadillas acolchadas para rodillas y gemelos. |
| **Sobreesfuerzos por manipulación manual de cargas.** | Elementos de vidrio o cristal: láminas, planchas, lucernarios, claraboyas, puertas de vidrio, etc. | | Almohadillas acolchadas para hombros. |

## 5.23 Instalaciones. fontanería

### 5.23.1 Factor de riesgo

| Factor de Riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas a distinto nivel.** | ▪ Acceso a zonas de trabajo en altura y a zanjas (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, escalas, etc.).<br>▪ Trabajos en proximidad de huecos verticales y horizontales: colocación de conductos, bajantes, anclajes y soportes en paramentos verticales y horizontales, etc.<br>▪ Recepción de materiales en bordes de fachada o en cubiertas.<br>▪ Operaciones en altura desde medios auxiliares (andamios, plataformas elevadoras, etc.), para colocación de conductos, bajantes, etc. |
| **Caídas al mismo nivel.** | ▪ Falta de señalización o de protecciones adecuadas en pequeños huecos horizontales (arquetas, sumideros, canaletas, etc.) o pequeñas zanjas.<br>▪ Falta de orden y limpieza en zonas de paso y de trabajo. |
| **Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.** | ▪ Corte de tubos de materiales metálicos o plásticos (cobre, acero galvanizado o zincado, PVC, etc.).<br>▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales para la colocación de anclajes, soportes, bridas, grapas, ganchos de sujeción de tuberías, desagües, canaletas a forjados o paramentos.<br>▪ Corte de cuñas de madera para posicionamiento de tuberías.<br>▪ Ejecución de uniones y juntas roscadas, apriete de bridas, etc. |
| **Proyección de partículas o materiales.** | ▪ Operaciones de fijación y anclaje a paramento de tuberías, canaletas, etc.<br>▪ Operaciones de apoyo: corte, preparación y ajuste de tuberías, soportes, etc. |
| **Proyección de partículas incandescentes / quemaduras.** | ▪ Utilización de soplete para calentamiento de tubos en operaciones de juntado.<br>▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte, para uniones de tuberías y conducciones. |
| **Incendio/explosiones.** | ▪ Almacenamiento incorrecto de productos químicos inflamables.<br>▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte, para uniones de tuberías y conducciones.<br>▪ Atmósferas explosivas en recintos confinados. |
| **Inhalación de humos, gases o vapores de sustancias irritantes, tóxicas o nocivas.** | ▪ Manipulación de pegamentos, colas, adhesivos, disolventes, etc.<br>▪ Trabajos de soldadura, para uniones de tuberías y conducciones. |

| Factor de Riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.** | ▪ Resinas, pegamentos, colas, adhesivos, etc. |
| **Radiación no ionizante:**<br><br>**UV (ultravioleta).**<br>**IR Infrarroja.**<br>**Visible.** | ▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte, para uniones de tuberías y conducciones. |
| **Contactos con materiales cáusticos, corrosivos o tóxicos.** | ▪ Contacto con los materiales contaminados de la propia excavación durante los trabajos en el interior de zanjas. |

**COLOCACIÓN DE PUNTOS DE CONSUMO Y PUNTOS DE CAPTACIÓN**

En la ejecución de estos trabajos se aglutinan un conjunto de tareas, de entre las cuales, como más significativas se pueden considerar:

- Colocación de tuberías ocultas o empotradas que discurrirán preferentemente por patinillos, cámaras de fábrica realizadas al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos o por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado. La fijación de los tubos a los paramentos se hará mediante accesorios, como grapas, abrazaderas y soportes. En la red de pequeña evacuación, se sujetarán a los forjados mediante abrazaderas de cuelgue regulables para darles la pendiente adecuada, y a bridas o ganchos cuando la sujeción se realice a paramentos verticales.
- Colocación de tuberías vistas, la fijación de estas a los paramentos se hará también mediante accesorios, como grapas, abrazaderas y soportes.
- Colocación de bajantes, canaletas, colectores, etc., se fijarán mediante abrazaderas a los forjados, las uniones de tuberías y piezas esespeciales realizarán con bridas, colas sintéticas, soldadura, etc., en función del tipo de tubería utilizada (PVC, polipropileno, gres, fundición, etc.).

Colocación de puntos de consumo y puntos de captación:

- Montaje y colocación de los puntos de consumo de agua fría y caliente.
- Montaje y colocación de cierres hidráulicos y de puntos de captación de las aguas residuales y pluviales: válvulas de desagüe, sifones individuales y botes sifónicos, calderetas o cazoletas y sumideros (en cubiertas, terrazas o garajes) y canalones (de zinc o de plástico).





Se debe asegurar el mantenimiento de las protecciones colectivas y perimetrales, la delimitación y señalización de los medios auxiliares utilizados para la recepción y colocación de los elementos y las piezas, así como de los medios auxiliares para la ejecución de los trabajos en altura (andamios, plataformas elevadoras o escaleras).

Se han de organizar los trabajos de forma que:

- Se asegure que las zonas de trabajo se mantienen, en todo momento, limpias y ordenadas.
- Los trabajos que se hagan en zonas de tránsito de personas, se encuentren libres de materiales y restos, delimitados y acotados en toda su área para evitar el acceso a las mismas, y se habiliten, en su caso, pasos alternativos.
- Todas las plataformas de trabajo en altura deben disponer de una superficie mínima de trabajo de 60 cm, barandillas superior e intermedia y rodapiés.
- Se disponga de bancos de trabajo o sistemas similares, para facilitar el apoyo de tubos y conducciones, etc., que necesitan ser cortadas, ajustadas o soldadas, con el fin de facilitar una postura adecuada del trabajador.
- Tras la colocación y fijación de piezas o elementos, se compruebe que se ha efectuado correctamente y que los anclajes y soportes son resistentes.
- Se garantice una iluminación adecuada de la zona de trabajo (100 lux mínimo) mediante iluminación natural o artificial (focos interiores antideslumbramiento).
- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.

Se han de utilizar los medios auxiliares necesarios para el transporte de material, con objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados del transporte manual (carretillas elevadoras, traspaletas, etc).

Las tuberías y elementos que se vayan a colocar en altura y que requieran adaptación, prioritariamente se han de izar y transportar ya conformados a la medida definitiva, con el objeto de evitar la realización de estas operaciones en la zona de instalación.

En las operaciones de instalación y apriete, colocación de grapas, accesorios y soportes debe ser prioritaria la utilización de herramientas adecuadas, si pueden ser electromecánicas, con el objeto de evitar o minimizar los movimientos repetitivos.

**OPERACIONES CON UNIONES ROSCADAS, MANGUITOS MECÁNICOS, BRIDAS.**

En estas operaciones los tubos deben ser previamente cortados, para ser después montados. También se realizarán uniones por medio de bridas y codos. Estos trabajos comportan manejo manual de la tubería en bancos y se realizan con herramientas manuales generalmente.

**UTILIZACIÓN DE RESINAS, COLAS, ADHESIVOS**

En la realización de juntas y uniones con estos productos químicos (resinas, colas y adhesivos, etc.) se debe asegurar:

- La utilización de productos con Marcado CE.
- La selección adecuada del tipo de resina, cola o adhesivo, en función de los materiales a unir.
- Que se respetan las recomendaciones del fabricante en la preparación, manipulación y aplicación de los productos.
- En cualquier caso, se ha de atender a las medidas orientativas de aplicación dispuestas en la siguiente tabla: Medidas básicas de aplicación

| LOCALIZACION | MEDIDA |
|---|---|
| **Resinas, colas y** datos de **pegamentos.** | 1. Solicitar al fabricante la documentación de seguridad de dichos productos (Ficha de seguridad).<br>2. No comer, beber o fumar durante la realización de trabajos para evitar que entre en contacto con la piel o la boca.<br>3. Evitar el contacto con los ojos y la piel para reducir la posibilidad de quemaduras o sensibilizaciones cutáneas a los productos que componen estos productos.<br>4. Mantener una buena ventilación durante su aplicación. Evitar la formación de polvo.<br>5. Utilizar ropa de trabajo y equipos de protección personal específico en función de la ficha de seguridad de los productos utilizados. En general: guantes para la manipulación y aplicación de los productos, mascarillas de protección respiratoria en lugares poco ventilados y gafas de protección ocular cuando hay riesgo de salpicaduras.<br>6. Una vez finalizados los trabajos, los trabajadores deben lavarse, ducharse y es recomendable utilizar cremas hidratantes. Quitarse cualquier prenda manchada (ropa, calzado, relojes, etc.) y limpiarla antes de volver a utilizarla. |

Ocasionalmente, además, puede resultar necesario la aplicación de calor, por lo que se debe tener en cuenta la posibilidad de la presencia próxima de materiales inflamables. En estos casos, es recomendable el uso de sopletes de mano con sistema de parada temporal de funcionamiento y que dispongan de válvula antirretroceso de llama.

### 5.23.2 Equipos de protección individual

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales Uso general | Uso específico |
|---|---|---|---|
| **Caídas a distinto nivel.** | Trabajos próximos a huecos verticales y horizontales (aberturas verticales en fachadas, frentes abiertos de forjados realizarán, patinillos, huecos ascensor, escaleras, etc.). | | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc.<br>NOTA: el uso de estos equipos estará limitado a aquellos casos en que la protección colectiva existente no pueda garantizar la seguridad del trabajador frente al riesgo de caída en altura. |
| **Golpes, pinchazos y cortes** | Uso de herramientas manuales. | Guantes contra riesgos mecánicos | |
| **Proyección de partículas.** | Perforados e instalación de soportes y anclajes en paramentos verticales u horizontales.<br>en operaciones de apoyo (corte, rebaje, etc.). | Gafas antiproyecciones.<br>Utilización de herramientas manuales y maquinaria portátil | |
| **Proyección de partículas incandescentes / Quemaduras.** | Operaciones de soldadura.<br>Utilización de soplete. | Pantalla facial.<br>Guantes de cuero, manguitos, polainas y mandil de cuero. | |
| **Inhalación de polvo.** | Trabajos en zanjas.<br>Operaciones de corte de tubería. | | Mascarilla antipolvo FFP1 |

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales Uso general | Uso específico |
|---|---|---|---|
| **Inhalación humos, gases o vapores tóxicos o nocivos.** | Trabajos en recintos confinados. | Mascarilla con filtro específico adecuado o equipo autónomo de respiración según el tipo y las concentraciones de gases o vapores encontrados al realizar la medición. | |
| | Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte. | Mascarilla con filtros apropiados para vapores y gases (de plomo o cinc). | Mascarilla con filtro FFP2. |
| | Utilización de resinas, pegamentos, adhesivos, colas sintéticas. | | Mascarilla con filtro específico para gases y vapores. |
| **Contactos irritantes, cáusticos, corrosivos o tóxicos.** | Utilización de resinas, pegamentos, adhesivos, colas sintéticas. | Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, gafas antiproyección, gorro. | Guantes de goma, o similar, para protección en manos. |
| **Radiación no ionizante:**<br>- **UV (ultravioleta).**<br>- **IR Infrarroja.**<br>- **Visible.** | Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte. | Gafas o pantalla facial con cristal adecuado para los trabajos de soldadura (cristal inactínico). | |
| **Presencia de agua.** | Zanjas, galerías, zonas húmedas. | Botas impermeables con puntera y plantilla, ropa impermeable alta visibilidad. | |
| **Exposición a agentes biológicos.** | Terrenos contaminados, fosas sépticas, zanjas filtrantes, etc. | Botas impermeables, guantes y ropa que cubra todo el cuerpo. Protección corporal y respiratoria frente a agentes biológicos identificados. | |
| **Contacto eléctrico.** | Trabajos en zonas húmedas o por donde discurra cableado o instalaciones eléctricas. | Calzado aislante. mojadas | Casco aislante con barbuquejo. Guantes aislantes y, si es preciso, manguitos aislantes. Pantalla facial para la protección de proyecciones por arco eléctrico. Gafas inactínicas (salvo que la pantalla facial usada lo sea). Calzado aislante. |

## 5.24 Instalaciones. térmicas (calefacción y climatización)

Se entiende por instalaciones térmicas de un edificio “a las instalaciones de calefacción, climatización y gas destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiénico deben cumplirse en los edificios”.

### 5.24.1 Factor de riesgo

| Factor de Riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas a distinto nivel.** | ▪ Trabajos en proximidad de huecos verticales y horizontales: colocación de conductos, anclajes y soportes en paramentos verticales y horizontales, etc.<br>▪ Acceso a zonas de trabajo en altura (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, escalas, etc.).<br>▪ Recepción de materiales en bordes de fachada o en cubiertas.<br>▪ Operaciones en altura desde medios auxiliares (andamios, plataformas elevadoras, etc.) para la colocación de conductos, tuberías, equipos de climatización, etc.<br>▪ Utilización de técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas (trabajos verticales). |
| **Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.** | ▪ Corte de tubos y conducciones de materiales metálicos o plásticos.<br>▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales para la colocación de anclajes, soportes, bridas, grapas, ganchos de sujeción de tuberías, conducciones, aparatos, etc.<br>▪ Ejecución de uniones y juntas roscadas, apriete de bridas, etc. |
| **Proyección de partículas o materiales.** | ▪ Operaciones de fijación y anclaje a paramento de tuberías, conducciones, etc.<br>▪ Operaciones de apoyo: corte y ajuste de tubos, conducciones, preparación de soportes, etc. |
| **Proyección de partículas incandescentes / Quemaduras.** | ▪ Utilización de soplete para calentamiento de tubos en operaciones de juntado.<br>▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte, para uniones de tuberías y conducciones.<br>▪ Trabajos de soldadura eléctrica, para la unión de anclajes, soportes, perfiles auxiliares, etc. |
| **Incendio/explosiones.** | ▪ Almacenamiento incorrecto de productos químicos inflamables.<br>▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte para uniones de tuberías y conducciones.<br>▪ Atmósferas explosivas en la instalación, prueba de aparatos de gas y calderas.<br>▪ Trabajos de soldadura eléctrica, para la unión de anclajes, soportes, perfiles auxiliares, etc. |
| **Contactos eléctricos directos e indirectos.** | ▪ Manipulación de líneas eléctricas para su desvío o corte.<br>▪ Trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas o que discurran por paramentos donde se vayan a realizar las instalaciones.<br>▪ Trabajos de soldadura eléctrica. |
| **Inhalación de humos, gases o vapores de sustancias irritantes, tóxicas o nocivas.** | ▪ Manipulación de pegamentos, colas, adhesivos, etc.<br>▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte para uniones de tuberías y conducciones.<br>▪ Trabajos de soldadura eléctrica, para la unión de anclajes, soportes, perfiles auxiliares, etc.<br>▪ Contacto con gases refrigerantes. |
| **Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.** | ▪ Pegamentos, colas, adhesivos, etc.<br>▪ Contacto con gases refrigerantes. |
| **Radiación no ionizante:**<br><br>**UV (ultravioleta).**<br><br>**IR Infrarroja.**<br>**Visible.** | ▪ Trabajos de soldadura oxiacetilénica y oxicorte para uniones de tuberías y conducciones.<br>▪ Trabajos de soldadura eléctrica, para la unión de anclajes, soportes, perfiles auxiliares, etc. |

### 5.24.2 Medidas preventivas

**INSTALACIÓN DE TUBERÍAS, CONDUCCIONES COLGADAS Y REALIZACIÓN DE UNIONES Y JUNTAS**

En la ejecución de estos trabajos se aglutinan un conjunto de tareas, entre las que se pueden distinguir:

- La colocación de tuberías y conducciones ocultas, empotradas o vistas que discurrirán por fachada, patios, patinillos, cámaras de fábrica realizadas al efecto o prefabricados, techos o suelos técnicos, muros cortina o tabiques técnicos o por rozas realizadas en paramentos de espesor adecuado.
- Las operaciones de uniones y juntas: realizadas mediante soldadura con gas y oxicorte (cobre), uniones roscadas, o utilización de productos químicos (resinas, colas sintéticas, pegamentos) para tubos de plástico o PVC.

Estas actividades se pueden llevar a cabo una vez realizados los cerramientos y las particiones interiores o, en algunos casos, de forma simultánea a estos trabajos u otros trabajos de acabado de la edificación. En todos estos casos, se debe prestar especial atención al solape de estos trabajos con otras actividades con el fin de evitar la caída de tuberías, conducciones y otros elementos de la instalación (soportes, accesorios, etc.) sobre otros trabajadores ajenos a tal actividad, debiendo acotarse y señalizarse la zona inferior a la de trabajo.

Se ha de asegurar el mantenimiento de las protecciones colectivas y perimetrales, la delimitación y señalización de los medios auxiliares utilizados para la recepción y colocación de los elementos y las piezas, así como de los medios auxiliares para la ejecución de los trabajos en altura (andamios, plataformas elevadoras y/o escaleras).

Se tienen que organizar los trabajos de forma que:

- Se asegure que las zonas de trabajo se mantienen, en todo momento, limpias y ordenadas.
- Los trabajos que se hagan en zonas de tránsito de personas se encuentren libres de materiales y restos, delimitados y acotados en toda su área para evitar el acceso a las mismas, y se habiliten, en su caso, pasos alternativos.
- Todas las plataformas de trabajo en altura deben disponer de una superficie mínima de trabajo de 60 cm, barandillas superior e intermedia y rodapiés.
- Se disponga de bancos de trabajo o sistemas similares, para facilitar el apoyo de tubos y conducciones, etc., que necesitan ser cortadas, ajustadas o soldadas, con el fin de facilitar una postura adecuada del trabajador.

- Tras la colocación y fijación de piezas o elementos, se compruebe que se ha efectuado correctamente y que los anclajes y soportes son resistentes.
- Se garantice una iluminación adecuada de la zona de trabajo (100 lux mínimo) mediante iluminación natural o artificial (focos interiores antideslumbramiento).
- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.

Utilizar los medios auxiliares necesarios para el transporte de material, con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados del transporte manual (carretillas elevadoras, traspaletas, etc).

Las tuberías y elementos que se vayan a colocar en altura y que requieran adaptación, prioritariamente se deben izar y transportar ya conformados a la medida definitiva, con el objeto de evitar la realización de estas operaciones en la zona de instalación.

En las operaciones de instalación y apriete, colocación de grapas, accesorios y soportes debe ser prioritaria la utilización de herramientas adecuadas, si pueden ser electromecánicas, con el objeto de evitar o minimizar los movimientos repetitivos.

**REALIZACIÓN DE UNIONES Y JUNTAS CON PRODUCTOS QUÍMICOS: RESINAS, COLAS SINTÉTICAS Y PEGAMENTOS.**

Para la realización de juntas y uniones con estos productos químicos, se requiere del extremo cuidado y de la aplicación de las medidas de seguridad que se establecen a continuación:

- La utilización de productos con Marcado CE.
- La selección adecuada del tipo de resina, cola o pegamento, en función de los materiales a unir.
- Respetar las recomendaciones del fabricante en la preparación, manipulación y aplicación de los productos.
- En cualquier caso, se ha de atender a las medidas orientativas de aplicación dispuestas en la siguiente tabla:

Medidas básicas de aplicación:

| LOCALIZACION | MEDIDA |
|---|---|
| **Resinas, colas** seguridad).<br>**y pegamentos.** | 1. Solicitar al fabricante la documentación de seguridad de dichos productos (Ficha de datos de<br>2. No comer, beber o fumar durante la realización de trabajos para evitar que entre en contacto con la piel o la boca.<br>3. Evitar el contacto con los ojos y la piel para reducir la posibilidad de quemaduras o sensibilizaciones cutáneas a los productos que componen estos productos.<br>4. Mantener una buena ventilación durante su aplicación. Evitar la formación de polvo.<br>5. Utilizar ropa de trabajo y equipos de protección personal específico en función de la ficha de seguridad de los productos utilizados. En general: guantes para la manipulación y aplicación de los productos, mascarillas de protección respiratoria en lugares poco ventilados y gafas de protección ocular cuando hay riesgo de salpicaduras.<br>6. Una vez finalizados los trabajos, los trabajadores deben lavarse, ducharse y es recomendable utilizar cremas hidratantes. Quitarse cualquier prenda manchada (ropa, calzado, relojes, etc.) y limpiarla antes<br>de volver a utilizarla. |

En algunos casos, además, es necesario la aplicación de calor, por lo que hay que tener en cuenta la presencia de materiales inflamables. Cuando se realicen trabajos con soplete, se debe reducir la llama cuando se apoye el soplete. Se recomienda el uso de sopletes de mano con sistema de parada temporal de funcionamiento y que dispongan de válvula antirretroceso de llama.

**MONTAJE Y COLOCACIÓN APARATOS, EQUIPOS DE CLIMATIZACIÓN, CALDERAS, CALENTADORES, ETC.**

En estos casos las operaciones consisten en montaje y colocación de aparatos y equipos de calefacción, climatización, calderas, calentadores, etc. Todos estos trabajos se realizan frecuentemente en altura, normalmente el montaje de aparatos de frío y climatización se realizan en la cubierta y en las fachadas, los calentadores se colocan en planta o en terrazas, las calderas se suelen ubicar en salas especialmente diseñadas para la colocación de estas, en muchas ocasiones en sótanos, garajes, etc.

Se deben organizar los trabajos de forma que:

- Se asegure que las zonas de trabajo se mantienen, en todo momento, limpias y ordenadas.
- Los trabajos que se hagan en zonas de tránsito de personas, se encuentren libres de materiales y restos, delimitados y acotados en toda su área para evitar el acceso a las mismas y se habiliten, en su caso, pasos alternativos.
- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas (postura de rodillas, en cuclillas, etc., en lugares cercanos al suelo y en espacios reducidos). Utilizar rodilleras y cuñas para los gemelos en trabajos de rodilla y en cuclillas, respectivamente.

- Se recomienda que la iluminación eléctrica en la zona de trabajo sea de un mínimo de 100 lux y que la iluminación eléctrica mediante portátiles, esté protegida mediante mecanismos estancos de seguridad con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.
- Se deben utilizar medios auxiliares para el transporte de los equipos y las piezas, con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados del transporte manual (carretillas elevadoras, traspaletas, etc.).

En la colocación de las máquinas y aparatos en altura (cubierta, fachada, patio), que tengan que ser transportados mediante equipos de elevación de cargas (grúa, camión autocargante, etc.), serán izados garantizándose:

- El guiado de los mismos mediante el auxilio de aparejos de elevación (eslingas, balancines de reparto o cabos guía sujetos a la pieza).
- Que se mantienen en suspensión hasta su posicionado y fijación final. No se han de soltar de los equipos de elevación de cargas en tanto en cuanto no esté asegurada su estabilidad.
- La verificación de la posible incidencia que el viento puede ocasionar en el transporte y la manipulación de elementos. Suspender los trabajos cuando existen vientos con velocidades superiores a 50 Km/h.

En las operaciones de instalación y apriete de tornillería debe ser prioritaria la utilización de herramientas electromecánicas, con el objeto de evitar o minimizar los movimientos repetitivos.

Tras la colocación y fijación de piezas o elementos, se debe comprobar que se ha efectuado correctamente y que los anclajes y soportes son resistentes.

Para ejecutar los pasamuros (instalación de aire acondicionado) se ha de comprobar que no existen otras instalaciones que discurran por su interior (cables eléctricos, tuberías de gas, etc.).

**OPERACIONES DE PUESTA EN SERVICIO DE LA INSTALACIÓN**

Para la puesta en servicio de las instalaciones térmicas, hay que realizar pruebas de todos los elementos y accesorios que integran la instalación. Para cada instalación debe elaborarse una documentación técnica, en la que se ponga de manifiesto el cumplimiento de las prescripciones reglamentarias.

### 5.24.3 Equipos de protección individual

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general | Uso específico |
|---|---|---|---|
| **Caídas a distinto nivel.** | Trabajos próximos a huecos verticales y horizontales (aberturas verticales en fachadas, frentes abiertos de forjados y cubiertas, patinillos, huecos ascensor, escaleras, etc.). | | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| | Trabajos de instalación de conductos, equipos, tuberías, etc., en fachadas mediante técnicas de posicionamiento mediante cuerdas. | | Equipo anticaída para trabajos verticales: arnés de seguridad, cuerdas, fijaciones, elementos de amarre, anclajes, conectores, etc. |
| **Golpes, pinchazos y cortes.** | Uso de herramientas manuales. | Guantes contra riesgos mecánicos. | |
| **Proyección de partículas.** | Perforados e instalación de soportes y anclajes en paramentos verticales u horizontales.<br><br>Utilización de herramientas manuales y maquinaria portátil en operaciones de apoyo (corte, rebaje, etc.). | Gafas antiproyecciones. | |
| **Proyección de partículas incandescentes / Quemaduras.** | Operaciones de soldadura. | Pantalla facial.<br>Guantes de cuero, manguitos, polainas y mandil de cuero. | |
| **Inhalación de polvo.** | Operaciones de corte de tubería, planchas de fibra de vidrio, etc. | Mascarilla antipolvo. | Mascarilla antipolvo FFP1. |
| **Inhalación humos, gases o vapores tóxicos o nocivos** | Trabajos en recintos confinados. | Mascarilla con filtro específico adecuado o equipo autónomo de respiración según el tipo y las concentraciones de gases o vapores encontrados al realizar la medición. | |
| | Trabajos de soldadura oxiacetilénica, oxicorte y eléctrica. | Mascarilla con filtros apropiados para vapores y gases (de plomo o cinc). | Mascarilla con filtro FFP2. |
| **Contactos irritantes, cáusticos, corrosivos o tóxicos.** | Utilización de resinas, pegamentos, adhesivos, colas sintéticas. | Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, gafas antiproyección, gorro. | Guantes de goma, o similar, para protección en manos. |
| **Radiación no ionizante:**<br>▪ **UV (ultravioleta).**<br>▪ **IR Infrarroja.**<br>▪ **Visible.** | Trabajos de soldadura oxiacetilénica, oxicorte y eléctrica. | Gafas o pantalla facial con cristal adecuado para los trabajos de soldadura (cristal inactínico). | |

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general | Uso específico |
|---|---|---|---|
| **Exposición a agentes biológicos, microorganismos legionela).** | Contacto con aguas residuales en torres de refrigeración. | Botas impermeables, guantes y ropa que cubra todo el cuerpo. Protección corporal y respiratoria frente a agentes biológicos identificados. | |
| **Contacto eléctrico.** | Trabajos en zonas húmedas o mojadas por donde discurra cableado o instalaciones eléctricas.<br>Manipulación de líneas eléctricas para su desvío o corte. | Calzado aislante. | Casco aislante con barbuquejo.<br>Guantes aislantes y, si es preciso, manguitos aislantes.<br>Pantalla facial para la protección de proyecciones por arco eléctrico.<br>Gafas inactínicas (salvo que la pantalla facial usada lo sea).<br>Calzado aislante. |
| | Utilización de soplete. | Guantes de cuero | |

## 5.25 Electricidad

Se seguirán las medias descritas en el punto “Instalación eléctrica provisional de obra” del Estudio de Seguridad que sea de aplicación a los trabajos a ejecutar junto con las descritas a continuación.

### 5.25.1 Factor de riesgo

| Factor de Riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Contacto eléctrico directo.** | ▪ Trabajos de instalación en tensión y puesta en servicio de instalaciones eléctricas (pruebas, ensayos, mediciones). |
| **Contacto eléctrico indirecto.** | ▪ Trabajos con equipos eléctricos mal aislados o defectuosos. |
| **Caídas a distinto nivel.** | ▪ Tareas de montaje de instalación eléctrica en emplazamientos con aberturas verticales u horizontales, tales como, por ejemplo:<br>▪ Paramentos (suelos, techos y paredes, etc.) próximos a atrios, terrazas, balconadas, etc.<br>▪ Escaleras del edificio.<br>▪ Cubiertas. |
| | ▪ Trabajos en altura (andamios, plataformas elevadoras, escaleras, etc.) para la instalación de líneas eléctricas, cajas de registro, conexiones, etc.<br>▪ Vuelco/desplome de medios auxiliares (andamios, plataformas elevadoras, etc.). |
| **Cortes, pinchazos, golpes.** | ▪ Utilización de herramientas manuales.<br>▪ Manipulación de cables. |

### 5.25.2 Medidas preventivas

**ACCIONES ORGANIZATIVAS**

Los trabajos se han de organizar de forma que no se realicen operaciones simultáneas que puedan suponer un riesgo de contacto eléctrico para los trabajadores. Para ello, se debe definir un plan de trabajo que ha de distinguir estos cuatro tipos de actividades:

- Actuaciones previas de colocación y puesta en obra de materiales y equipos (canalizaciones, cableado, cuadros eléctricos, contadores, equipos de protección, cajas de registro, etc.).
- Trabajos sin tensión
- Trabajos con tensión.

Debido a la necesidad de simultanear las actividades de montaje de materiales, elementos y equipos eléctricos en la obra con operaciones que requieren utilizar equipos de trabajo y herramientas eléctricas, así como con la realización de trabajos de verificación y ensayo de las instalaciones eléctricas ejecutadas, es imprescindible establecer un plan de trabajo específico para evitar las interferencias entre los trabajos sin tensión de instalación de materiales y equipos eléctricos (canalizaciones, cableado, cajas de registro, contadores, etc.), los trabajos en tensión y los trabajos de realización de maniobras, ensayos y verificaciones, asegurando una coordinación adecuada de las actividades.

Asimismo, la organización de los trabajos debe garantizar, también, una coordinación adecuada de actividades cuando se prevea o exista alguna simultaneidad entre actividades. En particular, entre:

- Trabajos de montaje de instalaciones eléctricas y actividades de particiones interiores o actividades de revestimientos interiores, con el objeto de garantizar:
    - La utilización coordinada de los medios auxiliares para la ejecución de trabajos en altura (torres de trabajo, andamios de borriquetas, etc.).
    - El orden y limpieza de las zonas de trabajo.
    - La ventilación de las zonas de trabajo, en especial las relacionadas con el corte de materiales que puedan generar altas concentraciones de polvo.
    - El mantenimiento de los sistemas de protección colectiva.
- Trabajos de montaje de instalaciones eléctricas y trabajos montaje de otras instalaciones con el objeto de garantizar que los trabajos de instalación de líneas, conducciones eléctricas y acometidas a equipos se realizan sin tensión.

Cuando las condiciones climatológicas sean desfavorables, los trabajos se han de organizar de forma que se evite su realización a la intemperie, cualquiera que sea el método utilizado, ya que:

- Las tormentas pueden originar descargas eléctricas en los conductores, con el consiguiente riesgo de sobretensión en la instalación.
- La lluvia y otras precipitaciones pueden reducir drásticamente el aislamiento de los equipos utilizados.
- El viento puede dificultar el control de las distancias de seguridad y afectar a la estabilidad de los trabajadores y de los equipos de trabajo.

**ACCIONES SOBRE LA EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS**

Las instalaciones de electricidad se deben realizar conforme a lo establecido en el proyecto de la obra, y, en particular, a lo indicado en los planos y detalles de ejecución. El proceso de ejecución de estos trabajos varía en función de los tipos de instalaciones a realizar, los métodos de trabajo a llevar a cabo (trabajos sin tensión, con tensión o trabajos de maniobras, verificaciones o pruebas), las zonas y lugares de trabajo donde se vayan a ejecutar las instalaciones eléctricas (trabajos en altura, en zanjas, salas de instalaciones, etc.), y los materiales y equipos de trabajo a utilizar.

**TRABAJOS DE ELECTRICIDAD**

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico debe efectuarse sin tensión, salvo en los casos que se indican a continuación:

- Las operaciones elementales tales como, por ejemplo, conectar y desconectar en instalaciones de baja tensión con material eléctrico concebido para su utilización inmediata y sin riesgos por parte del público en general. En cualquier caso, estas operaciones han de realizarse por el procedimiento normal previsto por el fabricante y previa verificación del buen estado del material manipulado.
- Los trabajos en instalaciones con tensiones de seguridad, siempre que no exista posibilidad de confusión en la identificación de las mismas y que las intensidades de un posible cortocircuito no supongan riesgos de quemadura. En caso contrario, el procedimiento de trabajo establecido tiene que asegurar la correcta identificación de la instalación y evitar los cortocircuitos cuando no sea posible proteger al trabajador frente a los mismos.
- Las maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones cuya naturaleza así lo exija tales como, por ejemplo, la apertura y cierre de interruptores o seccionadores,

la medición de una intensidad, la realización de ensayos de aislamiento eléctrico, o la comprobación de la concordancia de fases.

- Los trabajos en tensión en instalaciones en baja tensión, en los que se debe seguir el "método de trabajo en contacto

En aquellas operaciones que requieran realizar las tareas a ras del suelo, de rodillas o en cuclillas y con la espalda flexionada, se debe intentar alternar las posturas, evitar permanecer grandes periodos de tiempo con la espalda flexionada, cambiar a posiciones en rodillas (usando unas rodilleras adecuadas), en cuclillas (usando almohadillas para los gemelos), e incluso intentar sentarse en algún elemento (cubo, taburete bajo, etc.), que tenga a su alrededor. También se pueden utilizar almohadillas (plantilla moldeada, tapete o cojín para el apoyo de las rodillas) y plataformas rodantes para apoyo de rodillas y de cubos.

Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deben proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de materiales.

A efectos de lo dispuesto en el apartado anterior, los equipos y materiales de trabajo o de protección empleados para la realización de estas operaciones se han de elegir de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo y, en particular, la tensión de servicio, y se tienen que utilizar, mantener y revisar siguiendo las instrucciones de su fabricante.

En cualquier caso, los equipos y materiales para la realización de estas operaciones se deben ajustar a la normativa específica que les es de aplicación.

Los trabajadores han de disponer de un apoyo sólido y estable que les permita tener las manos libres, y de una iluminación que les permita realizar su trabajo en condiciones de visibilidad adecuadas.

La zona de trabajo tiene que señalizarse o delimitarse adecuadamente, siempre que exista la posibilidad de que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.

Las medidas preventivas para la realización de estas operaciones al aire libre deben tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables, de forma que el trabajador quede protegido en todo momento.

En los requisitos generales para la realización de maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones existen aspectos comunes a los que se aplican a los trabajos en tensión. En ambos casos, es necesario estudiar una sistemática específica de ejecución antes de comenzar el trabajo, que requiere la definición de la secuencia de operaciones a realizar por los trabajadores involucrados.

De forma análoga, es preciso utilizar una serie de equipos de protección individual y de protección colectiva para trabajos eléctricos, dentro del mismo repertorio que los utilizados para realizar trabajos en tensión o para realizar las maniobras destinadas a suprimir la tensión.

Entre las tareas y operaciones a realizar conviene distinguir las maniobras del resto de los trabajos (mediciones, ensayos y verificaciones):

Maniobras

A diferencia de lo establecido para la ejecución de trabajos en tensión, los cuales sólo pueden ser efectuados por trabajadores cualificados, para realizar las maniobras locales, ya sean en baja o alta tensión, basta con ser trabajador autorizado. Esto es así porque las maniobras locales son operaciones relativamente sencillas, que no implican el montaje o desmontaje de ningún elemento de la instalación y que se llevan a cabo accionando aparatos diseñados e incorporados a la instalación con esa finalidad.

Para cada tipo de maniobra se debe elaborar una sistemática segura de ejecución que contemple lo siguiente:

- La secuencia de operaciones a realizar.
- Los equipos auxiliares y los de protección individual, requeridos.
- Las comprobaciones previas de dichos equipos.
- Los casos que pueden obligar a suspender la ejecución de la maniobra.

Mediciones, ensayos y verificaciones

Las pruebas que pueden llevarse a cabo en las instalaciones y equipos eléctricos son muy variadas: medición de tensiones, de intensidades, de resistencias, de temperatura, de corrientes de fuga, etc. así como ensayos y verificaciones de aislamiento, de resistencia mecánica, de funcionamiento de dispositivos automáticos de protección, etc.

Para cada tipo de prueba que suponga un grado relevante de complejidad se ha de planificar un procedimiento que garantice su realización de manera segura (por ejemplo, en principio no sería necesario planificar un procedimiento para realizar medidas triviales de tensión o de intensidad en un sencillo circuito eléctrico en BT).

- En general, este procedimiento debe incluir, al menos, lo siguiente:
  - La delimitación y señalización de la zona de trabajo.
  - Los aspectos relacionados con la puesta a tierra.
  - La forma de utilizar los equipos de pruebas.

### 5.25.3 Equipos de protección individual

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protecciónual más usuales Uso individ Uso general específico |
|---|---|---|
| | | barbuquejo. Calzado aislante. Gafas inactínicas (salvo que se use pantalla facial inactínica). |
| **Caídas a distinto nivel.** | Trabajos en balconadas, terrazas, cubiertas, escaleras interiores, etc. | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| | Trabajos sobre andamios. | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| | Trabajos en plataformas elevadoras móviles, cestas suspendidas, etc. | Sistemas anticaída; anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| **Golpes, pinchazos y cortes.** | Uso de herramientas manuales. | Guantes contra riesgos mecánicos. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas.** | Trabajo de rodillas. | Rodilleras acolchadas. |
| | Trabajo en cuclillas. | Cuñas para los gemelos. |
| **Contacto eléctrico.** | Manipulación e instalación de conducciones, cableados, etc., de carácter eléctrico. | Guantes aislantes y, si es preciso, manguitos aislantes. Pantalla facial para la protección de proyecciones por arco eléctrico. Casco aislante con |

## 5.26 Instalaciones. protección contra incendios

Las instalaciones contra incendios de la edificación se deben ejecutar con sujeción al proyecto, a la legislación y normativa técnica aplicable, y a las instrucciones de la Dirección de obra.

### 5.26.1 Factor de riesgo

| Factor de Riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas a distinto nivel.** aberturas | ▪ Tareas de montaje de instalaciones contra incendios en emplazamientos con verticales u horizontales, entre otros:<br>▪ Paramentos (suelos, techos y paredes, etc.) próximos a atrios, terrazas, balconadas, etc.<br>▪ Escaleras del edificio.<br>▪ Cubiertas.<br>▪ Trabajos en altura (andamios, plataformas elevadoras, escaleras, etc.) para la instalación de detectores de humos, rociadores, pulverizadores, etc.<br>▪ Vuelco/desplome de medios auxiliares (andamios, plataformas elevadoras, |

| Factor de Riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| | etc.). |
| **Cortes, pinchazos, golpes.** soportes, | ▪ Manejo de máquinas portátiles y herramientas manuales para la colocación de tornillos, grapas, para la fijación de aparatos, equipos y elementos contra incendios (pulsadores, detectores, alarmas, etc.). |

### 5.26.2 Medidas preventivas

La ejecución de los trabajos varía en función de los tipos de instalaciones a realizar, los trabajos a llevar a cabo (colocación de bocas de incendio, extintores, pulsadores, rociadores, detectores, etc.), las zonas y lugares de trabajo donde se vayan a ejecutar las instalaciones (medios auxiliares en altura, trabajos en planta, etc.), y los materiales y equipos de trabajo a utilizar.

En los trabajos de ejecución de instalaciones contra incendios, una vez realizada la infraestructura (red de suministro de agua, gas, etc.), se pueden distinguir distintos tipos de actividades:

- Actuaciones previas de colocación y puesta en obra de materiales y equipos.
- Colocación aparatos y elementos: bocas de incendio, armarios de mangueras, extintores, pulsadores, rociadores, detectores, señalización, etc.

**ACTUACIONES PREVIAS**

Antes del comienzo de los trabajos se ha de efectuar un estudio de sus características particulares y de las zonas afectadas por los mismos, con objeto de acondicionar las zonas de paso y acceso de vehículos y máquinas y peatones, la señalización y delimitación de los espacios de trabajo y de los acopios, etc.

Se debe garantizar que se dispone de las protecciones colectivas, y la señalización, preceptivas y acordes a esta actividad. En este sentido:

- En trabajos próximos a huecos bordes de fachada o cubiertas, huecos interiores de ascensor, patinillos, escaleras, etc., se deben disponer los medios de protección colectiva adecuados (barandillas, redes, etc.), acordes a la altura de trabajo y compatibles con el proceso de ejecución de los trabajos.

- En el caso de existir una justificación que imposibilite lo anterior, se ha de disponer un sistema de protección alternativo tal como, por ejemplo, la instalación de líneas de anclaje (paralelas a borde de forjado) colocadas por encima del trabajador o líneas de anclaje verticales por el hueco de la escalera, con el objeto de posibilitar el anclaje de un arnés de seguridad con dispositivo anticaídas.

**COLOCACIÓN DE APARATOS Y ELEMENTOS: BOCAS DE INCENDIO, ARMARIOS DE MANGUERAS, EXTINTORES, PULSADORES, ROCIADORES, DETECTORES, SEÑALIZACIÓN, ETC.**

Se deben organizar los trabajos de forma que:

- Se asegure que las zonas de trabajo se mantienen, en todo momento, limpias y ordenadas.
- Los trabajos que se hagan en zonas de tránsito de personas se encuentren libres de materiales y restos, delimitados y acotados en toda su área para evitar el acceso a las mismas, y se habiliten, en su caso, pasos alternativos.
- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas (postura de rodillas, en cuclillas, etc., en cercanos al suelo y en espacios reducidos). Utilizar rodilleras y cuñas para los gemelos en trabajos de rodilla y en cuclillas, respectivamente.

Se recomienda que la iluminación eléctrica en la zona de trabajo sea de un mínimo de 100 lux y que la iluminación eléctrica mediante portátiles esté protegida mediante mecanismos estancos de seguridad con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.

Se deben utilizar medios auxiliares para el transporte de los equipos y las piezas, con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados del transporte manual (carretillas elevadoras, traspaletas, etc.).

En las operaciones de instalación y apriete de tornillería debe ser prioritaria la utilización de herramientas electromecánicas, con el objeto de evitar o minimizar los movimientos repetitivos.

Tras la colocación y fijación de piezas o elementos, se debe comprobar que se ha efectuado correctamente y que los anclajes y soportes son resistentes.

Para ejecutar los pasamuros se ha de comprobar que no existen otras instalaciones que discurran por su interior (cables eléctricos, tuberías de gas, etc.).

**FORMACIÓN E INFORMACIÓN**

Con carácter específico, para esta actividad La instalación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes, a que se refiere el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios, con excepción de los extintores portátiles, se debe realizar por Empresas Instaladoras debidamente habilitadas.

### 5.26.3 Equipos de protección individual

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general / Uso específico |
|---|---|---|
| **Caídas a distinto nivel.** | Trabajos en balconadas, terrazas, cubiertas, escaleras interiores, etc. | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| | Trabajos sobre andamios. | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. . |
| | Trabajos en plataformas elevadoras móviles, cestas suspendidas, etc. | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| **Golpes, pinchazos y cortes.** | Uso de herramientas manuales. | Guantes contra riesgos mecánicos. |

## 5.27 Instalaciones. telecomunicaciones

Se entiende por infraestructura de servicios de telecomunicación de un edificio, a las instalaciones cuyas funciones son las siguientes:

- La captación y adaptación de las señales de radiodifusión sonora y televisión terrenales y su distribución hasta puntos de conexión situados en las distintas viviendas o locales, y la distribución de las señales de radio-difusión sonora y televisión por satélite hasta los citados puntos de conexión.
- Proporcionar el acceso al servicio de telefonía disponible al público y a los servicios que se puedan prestar a través de dicho acceso, mediante la infraestructura necesaria que permita la conexión de las distintas viviendas o locales a las redes de los operadores habilitados.
- Proporcionar el acceso a los servicios de telecomunicaciones prestados por operadores de redes de telecomunicaciones por cable, operadores del servicio de acceso fijo inalámbrico y otros titulares de licencias individuales que habiliten para el establecimiento y explotación de redes públicas de telecomunicaciones que se pretendan prestar por infraestructuras diferentes a las utilizadas para el acceso a los servicios contemplados en el apartado anterior, o servicios de

telecomunicaciones de banda ancha, mediante la infraestructura necesaria que permita la conexión de las distintas viviendas o locales a las redes de los operadores habilitados.

### 5.27.1 Factores de riesgo

| Factor de Riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Caídas a distinto nivel.** | ▪ Trabajos en proximidad de huecos verticales y horizontales: colocación de conductos, anclajes y soportes en paramentos verticales y horizontales, etc.<br>▪ Acceso a zonas de trabajo en altura (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, escalas, etc.).<br>▪ Recepción de materiales en bordes de fachada o en cubiertas.<br>▪ Operaciones en altura desde medios auxiliares (andamios, plataformas elevadoras, etc.) para la colocación de conductos, tuberías, equipos de climatización, etc.<br>▪ Utilización de técnicas de acceso y de posicionamiento mediante cuerdas (trabajos verticales). |
| **Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.** | ▪ Corte de tubos y conducciones de materiales metálicos o plásticos.<br>▪ Manejo de máquinas y herramientas manuales para la colocación de anclajes, soportes, bridas, grapas, ganchos de sujeción de tuberías, conducciones, aparatos, etc.<br>▪ Ejecución de uniones y juntas roscadas, apriete de bridas, etc. |
| **Proyección de partículas o materiales.** | ▪ Operaciones de fijación y anclaje a paramento.<br>▪ Operaciones de apoyo: corte y ajuste de tubos, conducciones, preparación de soportes, etc. |
| **Contactos eléctricos directos e indirectos.** | ▪ Manipulación de líneas eléctricas para su desvío o corte.<br>▪ Trabajos en proximidad de líneas eléctricas aéreas o que discurran por paramentos donde se vayan a realizar las instalaciones.<br>▪ Trabajos de soldadura eléctrica. |

### 5.27.2 Medidas preventivas

**MONTAJE DE COMPONENTES DE INSTALACIONES DE TELECOMUNICACIÓN**

Estas actividades se pueden llevar a cabo una vez realizados los cerramientos y las particiones internas o en algunos casos, de forma simultánea a estos trabajos u otros trabajos de acabado de la edificación. En todos estos casos, se debe prestar especial atención al solape de estos trabajos con otras actividades con el fin de evitar la caída de conducciones y otros elementos de la instalación (soportes, accesorios, etc.) sobre otros trabajadores ajenos a tal actividad, debiendo acotarse y señalizarse la zona inferior a la de trabajo.

Se ha de asegurar el mantenimiento de las protecciones colectivas y perimetrales, la delimitación y señalización de los medios auxiliares utilizados para la recepción y colocación de los elementos y las piezas, así como de los medios auxiliares para la ejecución de los trabajos en altura (andamios, plataformas elevadoras o escaleras).

Se tienen que organizar los trabajos de forma que:

- Se asegure que las zonas de trabajo se mantienen, en todo momento, limpias y ordenadas.
- Los trabajos que se hagan en zonas de tránsito de personas, se encuentren libres de materiales y restos, delimitados y acotados en toda su área para evitar el acceso a las mismas, y se habiliten, en su caso, pasos alternativos.
- Tras la colocación y fijación de piezas o elementos, se compruebe que se ha efectuado correctamente y que los anclajes y soportes son resistentes.
- Se posibilite la realización de turnos de trabajo y descansos frecuentes para evitar sobreesfuerzos causados por posturas repetitivas y forzadas.

Se recomienda que la iluminación eléctrica en la zona de trabajo sea de un mínimo de 100 lux y que la iluminación eléctrica mediante portátiles esté protegida mediante mecanismos estancos de seguridad con mango aislante y rejilla de protección de la bombilla.

Las conducciones, cables y elementos que se vayan a colocar en altura y que requieran adaptación se han de izar y transportar ya conformados a la medida definitiva, con el objeto de evitar la realización de estas operaciones en la zona de instalación.

Se tienen que utilizar los medios auxiliares necesarios para el transporte de material, con el objeto de evitar sobreesfuerzos innecesarios derivados del transporte manual (carretillas elevadoras, traspaletas, etc.).

En las operaciones de instalación y apriete, colocación de grapas, accesorios y soportes debe ser prioritaria la utilización de herramientas adecuadas, si pueden ser electromecánicas, con el objeto de evitar o minimizar los movimientos repetitivos.

Para ejecutar los pasamuros se ha de comprobar que no existen otras instalaciones que discurran por su interior (cables eléctricos, tuberías de gas, etc.).

En la instalación de elementos de telecomunicaciones sobre cubiertas (antenas), el montaje de estos equipos no se ha de ejecutar haber instalado las protecciones perimetrales pertinentes (andamio de fachada o balaustres sobre el peto) dado que la cubierta no es transitable, será obligatorio el empleo de dispositivos anticaídas.

**FORMACIÓN E INFORMACIÓN**

Con carácter específico, para esta actividad:

La instalación de aparatos, equipos, sistemas y sus componentes, a que se refiere el Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de los edificios y de la actividad de

instalación de equipos y sistemas de telecomunicaciones, se debe realizar por Empresas Instaladoras de telecomunicación inscritas en el Registro de empresas instaladoras de telecomunicación, de carácter público y de ámbito nacional, que, a tal efecto, se crea en la Secretaría de Estado de Telecomunicaciones y para la Sociedad de la Información

### 5.27.3 Equipos de protección individual

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general / Uso específico |
|---|---|---|
| **Caídas a distinto nivel.** | Trabajos en balconadas, terrazas, cubiertas, escaleras interiores, etc. | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| | Trabajos sobre andamios. | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc.. |
| | Trabajos en plataformas elevadoras móviles, cestas suspendidas, etc. | Sistema anticaída: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| **Golpes, pinchazos y cortes.** | Uso de herramientas manuales. | Guantes contra riesgos mecánicos. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas.** | Trabajo de rodillas. | Rodilleras acolchadas. |
| | Trabajo en cuclillas. | Cuñas para los gemelos. |
| **Proyecciones** | Taladros, preparación de anclajes | Gafas |

## 5.28 Pintura

Con carácter general, para los trabajos de aplicación de pinturas se deben considerar como principales riesgos y factores de riesgo los que se identifican a continuación:

### 5.28.1 Factor de riesgo

| Factor de Riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Atropellos.** plataformas | Interferencia de zonas de paso peatonal con zonas de movimiento de elevadoras móviles tanto en interiores, como en exteriores. |
| **Caídas a distinto nivel.** | Carga y descarga de materiales en camión de transporte de cargas.<br>▪ Acceso a zonas de trabajo en altura (escaleras desprotegidas, escaleras de mano mal instaladas, etc.).<br>▪ Operaciones en altura desde medios auxiliares, andamios, plataformas elevadoras, etc., para la aplicación de pinturas.<br>▪ Vuelco/desplome de medios auxiliares, andamios, plataformas elevadoras, etc.<br>▪ Tareas de aplicación de pintura de interiores en emplazamientos con aberturas verticales u horizontales tales como, por ejemplo:<br>Paramentos (suelos, techos, pilares, etc.) próximos a atrios, etc |
| **Caídas al mismo nivel.** | Limpieza irregular de las zonas de trabajo.<br>▪ Acopio de materiales en zonas de tránsito (edificación y medios auxiliares).<br>▪ Superficies de tránsito o trabajo irregulares o con desniveles.<br>▪ Iluminación insuficiente de la zona de trabajo. |
| **Golpes o aplastamientos por caída de cargas u otros objetos.** pequeños | Movimiento de material con maquinillo, etc.<br>Manipulación y transporte manual de otros materiales (cubos, carretillas, objetos, etc.) y herramientas.<br>▪ Manipulación, montaje, utilización y desmontaje de andamios. |

| Factor de Riesgo | Fuente potencial generadora del riesgo |
|---|---|
| **Atrapamientos, golpes, cortes o pinchazos.** | Con objetos o materiales inmóviles.<br>Manejo de máquinas y herramientas manuales. |
| **Proyección de partículas o materiales.** | Tareas de preparación de mezclas y tareas de aplicación de la pintura. |
| **Vuelco o desplome de máquinas y otros equipos de trabajo.** | ▪ Instalación inadecuada de andamios (con elementos prefabricados apoyados plataformas elevadoras sobre mástil, andamios colgados, torres de trabajo), andamios de borriqueta y escaleras de mano.<br>▪ Inspección periódica insuficiente o mantenimiento deficiente de los elementos componentes de andamios (con elementos prefabricados apoyados, plataformas elevadoras sobre mástil, andamios colgados, torres de trabajo) y plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP).<br>▪ Utilización inadecuada de plataformas elevadoras móviles de personal para la ejecución de los trabajos. |
| **Incendios y explosiones.** | ▪ Manipulación de productos inflamables. |
| **Contactos eléctrico directos e indirectos.** | ▪ Acometidas a cuadros eléctricos (primarios o secundarios) inadecuados o deficientes.<br>▪ Cableado que discurre por zonas de trabajo.<br>▪ Trabajos con equipos eléctricos (pistolas, batidoras, etc.) mal aislados o defectuosos.<br>▪ Inspección periódica insuficiente de la instalación eléctrica provisional de la obra. |
| **Inhalación de polvo.** | ▪ Operaciones de raspado, lijado (a mano) y preparación del soporte.<br>▪ Manipulación y aplicación de pinturas y disolventes. |
| **Inhalación de gases o vapores de sustancias irritantes, tóxicas o nocivas.** | ▪ Manipulación de pinturas y disolventes, etc.<br>▪ Trabajos de aplicación de pinturas en espacios con escasa ventilación (VLA superior al permitido).<br>▪ Acceso a almacenes con escasa ventilación (VLA superior al permitido). |
| **Contacto con sustancias irritantes, cáusticas o corrosivas.** | ▪ Preparación de mezclas.<br>▪ Utilización de pinturas y disolventes. |
| **Exposición a ruido.** | ▪ Utilización de máquinas y otros equipos de trabajo generadores de ruido, propios de la actividad (batidoras, pistolas, lijadoras, etc.) o por actividades simultáneas. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas o manipulación manual de cargas.** | ▪ Posición continuada de rodillas o cuclillas durante la ejecución de trabajos cercanos al suelo o en zonas de superficie reducida.<br>▪ Posiciones forzadas para acceder al pintado de zonas difíciles.<br>▪ Levantamiento continuo de brazos por aplicación de pintura por encima de la cabeza.<br>▪ Flexiones y torsiones continuadas del cuerpo para recoger el material (pintura, etc.).<br>▪ Movimientos repetitivos de brazos y mano-muñeca.<br>▪ Manipulación manual de recipientes pesados (cubos de pintura, etc.).<br>▪ |

### 5.28.2 Medidas preventivas

Estudios preliminares

Previamente a la realización de la aplicación de pinturas en fachadas, paramentos interiores o estructuras, se deben planificar las tareas a realizar con el objeto de evitar incidencias posteriores. Para ello, se han de analizar una serie de factores previos a la ejecución de los trabajos que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores, tales como, por ejemplo:

- Las alturas de trabajo que se tienen que alcanzar para la aplicación de pinturas.
- Los equipos empleados.
- El emplazamiento de las zonas de trabajo: medios auxiliares, proximidad a huecos o aberturas verticales en paramentos, huecos interiores horizontales o verticales, huecos de escaleras interiores.
- Los sistemas de protección a utilizar (barandillas, redes, etc.) y su eficacia.
- Las zonas de paso y acceso a planta, la señalización y delimitación de los espacios de trabajo y acopio, la simultaneidad con otros trabajos, etc.

En la misma línea, para la selección del tipo de pintura más adecuada a aplicar, se deben realizar las siguientes acciones previas:

- Identificación de tipo de fachada, paramento o estructura (material que la compone) y su acabado.
- Definición de la tipología del acabado, su técnica de aplicación y equipos de trabajo a utilizar con sus características específicas.

Definición de la tipología de pintura a aplicar e identificación de sus especificaciones técnicas:

- Ficha de datos de producto (permeabilidad al agua, resistencia al fuego, etc.).
- Ficha de datos de seguridad (toxicidad de sus componentes, límites de exposición a agentes químicos (VLA), riesgos de incendio y explosión, equipos de protección individual recomendados, etc.).

Posible afección a terceros.

En función de los paramentos (interiores y exteriores) y estructuras o elementos a pintar, así como del proceso de ejecución de estas tareas, se deben determinar los distintos medios auxiliares más adecuados (andamios tubulares apoyados, plataformas elevadoras sobre mástil, andamios colgados, andamios de borriquetas, torres de trabajo, plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP), etc.) a utilizar para posibilitar los trabajos en altura, teniendo en cuenta su adaptabilidad al proceso productivo, la mejora de las condiciones de seguridad de los usuarios y los requisitos legislativos y técnicos que les son de aplicación en cada caso.

Asimismo, se tiene que realizar un análisis de los distintos sistemas de protección colectiva que se pueden utilizar con el objeto de seleccionar los más adecuados a la tipología de obra

y al proceso constructivo particular. En este estudio se debe considerar entre otros factores:

- La selección de sistemas de protección colectiva que cumplan con los requisitos normativos de carácter tanto reglamentario, como técnico, que les sean de aplicación.
- La idoneidad de dichos sistemas de protección frente a las alturas de trabajo que se han de alcanzar.
- La idoneidad de los elementos de fijación y anclaje de los citados sistemas de protección, de forma que:
    - Sean adecuados y compatibles para la instalación posterior de los sistemas de protección.
    - Sean compatibles con el proceso productivo y garanticen su estabilidad en el tiempo con el fin de evitar su retirada por una mala ubicación e interferencia con dicho proceso de
- En su caso, la validez e idoneidad de los sistemas de protección ya instalados, en base a los parámetros y requisitos anteriores.

Además, se tiene que efectuar un estudio de las características de las zonas de trabajo, con el objeto de prever las zonas de paso y acceso, la señalización y delimitación de los espacios de trabajo y acopio, etc.

**ACONDICIONAMIENTO DEL ENTORNO DE LA ZONA DE TRABAJO**

En este apartado se determinan los criterios que deben imperar en el acondicionamiento del entorno de la zona en la que se van a realizar los propios trabajos de aplicación de las pinturas en interiores. En este sentido, durante la ejecución de estos trabajos, con independencia de las propias medidas preventivas de aplicación a cada actividad / tarea, se han de adoptar otras medidas complementarias que afectan al entorno de trabajo.

En esta línea, cabe considerar que dichos acabados (pinturas) en el interior de la edificación se ejecutan, generalmente, al final del proceso constructivo, por lo que el edificio presenta ya ejecutado el cerramiento del edificio, las compartimentaciones interiores, las instalaciones, los solados y techos, etc., lo que implica que la existencia de los riesgos de caídas a distinto nivel por motivos ajenos a los medios auxiliares utilizados en la aplicación de pinturas se vean muy reducidos y limitados. En cualquier caso, se tiene garantizar que se dispone de las protecciones colectivas correspondientes tanto en los accesos, como en los perímetros, aberturas verticales en pasillo y distribuidores, huecos interiores que aún

se mantienen abiertos, etc., y que son acordes a la altura de trabajo que debe alcanzarse. En este sentido, pueden considerarse, entre otros y según tipología constructiva, la aplicación de las siguientes medidas preventivas:

| **Medidas de prevención / protección orientadas a instalar según zonas** | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | P1 | P2 | P3 | P4 | P5 | P6 | P7 |
| **EN TODAS LAS PLANTAS** | | | | | | | |
| **Desde PEMP** | | | * | * | | | |
| **A nivel de suelo junto a ventanas** | * | | * | * | | | |

| **Sistemas de protección de borde** | **Redes de seguridad** | **Otros sistemas** |
|---|---|---|
| P1 Balaustres y barandillas fijados mediante sistema de apriete.<br>P2 Balaustres y barandillas sobre casquillo empotrado / de fijación mecánica / soldado<br>P3 Barandilla de protección del elemento auxiliar. | P4 Red de seguridad vertical.<br>P5 Red de seguridad sistema “U”. | P6 Línea de anclaje UNE 795 / Punto de anclaje.<br>P7 Peldañeado en escaleras. |

En esta misma línea, según las características y las condiciones del tipo trabajo a realizar, su emplazamiento y uso de medios auxiliares, durante la aplicación de pinturas en interiores se puede considerar la utilización de, entre otras, las medidas siguientes:

| Medidas de protección orientativas a instalar para la aplicación de pinturas en interiores | P1 | P2 P5 | P3 | P4 | P6 | P7 | P8 | P9 | P10 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Planta baja o niveles inferiores** | | | | | | | | | |
| **Trabajos próximos* a bordes de forjado o huecos interiores**<br>*** Distancia a borde > 2 m** | | | | | | | | | |
| **Trabajos en bordes de forjado o huecos interiores**<br>*** Distancia a borde < 2 m** | | | | | | | | | |
| **Trabajos en paramentos interiores de escaleras** | | | | | | | | | |
| **Andamios de elementos prefabricados apoyados** | * | | | | * | | | | |
| **Plataformas elevadoras** | * | | * | | | | * | | |
| **Andamios de borriquetas o similar** | * | | * | | | | * | | |
| **Torres de trabajo o andamios móviles** | * | | * | | | | * | | |

| Sistemas de protección de borde | Redes de seguridad | Otros sistemas |
|---|---|---|
| P1 Barandillas propias del medio auxiliar.<br>P2 Sistemas de protección provisional de bordes en forjados.<br>P3 Apantallamientos verticales (sistemas provisionales de protección de bordes de suelo a techo). | P4 Red de seguridad vertical.<br>P5 Red de seguridad horizontal. | P6 Plataformas de ancho mínimo 0.60 m.<br>P7 Malla mosquitera o similar, para cubrición de red vertical u horizontal (retención de materiales).<br>P8 Sistemas de oclusión de huecos (tapa de madera o elemento resistente similar).<br>P9 Sistemas anticaídas UNE 795 / Punto de anclaje.<br>P10 Valla autónoma de contención, o sistema similar, en zona de afección de caída de materiales. |

Acciones previas sobre los medios auxiliares

Se recuerda que según se indica en el convenio de la construcción la utilización de una escalera de mano cómo puesto de trabajo en altura deberá limitarse a las circunstancias en las que la utilización de otros equipos de trabajo más seguros no esté justificada, por el bajo nivel de riesgo y por las características de los emplazamientos que el empresario no pueda modificar.

Consideraciones previas sobre los andamios en general.

En lo referente a los andamios a utilizar para posibilitar los trabajos en altura, se debe garantizar:

- La compatibilidad de dichos equipos con el proceso productivo previsto.
- La adaptabilidad de estos al entorno de trabajo y a la alineación del paramento donde se van a utilizar dichos equipos de trabajo.

- El conocimiento de las superficies (características, resistencia y nivelación) sobre las que se van a apoyar o utilizar los citados equipos.

En el caso de ser necesaria la utilización de andamios de elementos prefabricados apoyados para el montaje, entre otros, de instalaciones en fachadas o grandes superficies en altura, se ha de atender a las siguientes consideraciones:

- Si ya existiese andamio por haberse éste utilizado e instalado para la ejecución de algún otro trabajo anterior, se tendrá que garantizar su adecuación en base a la realización de una inspección periódica.
- Si no existiese andamio, se deberá evaluar la posibilidad de utilizar otro tipo de medio auxiliar (tales como, por ejemplo, plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP)).

Si lo anterior no fuese posible y resultase necesaria la instalación del andamio, se habrá de garantizar la realización de un estudio previo (cálculo de resistencia similar) que asegure la estabilidad de este frente a hundimientos.

La realización de un plan de montaje, utilización y desmontaje en los siguientes casos:

| **Casos en los que es preciso realizar un plan de montaje, utilización y desmontaje de andamios** | |
|---|---|
| Plataformas suspendidas de nivel variable. | |
| Plataformas elevadoras sobre mástil. | |
| Andamios con elementos prefabricados apoyados. | Con una altura apoyo – coronación > 6 m. |
| | Con elementos horizontales que salven vuelos y distancias entre apoyos > 8 m. |
| Andamios en el exterior: azoteas, cúpulas, tejados o estructuras superiores con una distancia nivel de apoyo – nivel de terreno > 24 m. | |
| Torres de acceso y torres de trabajo móviles en los que los trabajos se efectúen a una altura > 6 m desde el punto de operación hasta el suelo. | |

Cuando se trate de andamios que, a pesar de estar incluidos entre los anteriormente citados, dispongan del marcado CE (p. ej. plataformas suspendidas de nivel variable, plataformas elevadoras sobre mástil), por serles de aplicación una normativa específica en materia de comercialización, el citado plan podrá ser sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, sobre el montaje, la utilización y el desmontaje de los equipos, salvo que estas operaciones se realicen de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en dichas instrucciones.

En el caso de aquellos tipos de andamios normalizados -p. ej. metálicos tubulares prefabricados o torres de acceso móviles- que no pueden disponer de marcado CE -por no haberse adoptado dicha existencia legal en el ámbito europeo- pero sus fabricantes se han sometido a la realización de los ensayos exigidos por Documentos de Armonización Europeos y cuentan con el correspondiente certificado de ese producto expedido por un

organismo nacional de certificación, mientras no se establezca la exigencia de marcado CE, se aplicará la posible sustitución del plan por las instrucciones del fabricante, siempre que el andamio se monte según la configuración tipo establecida en las citadas instrucciones y para las operaciones y usos indicados por el mismo.

Asimismo, será preciso realizar un cálculo de resistencia y estabilidad, cuando:

- No se disponga de nota de cálculo del tipo de andamio a utilizar.
- Las configuraciones estructurales previstas, no estén recogidas en la nota de cálculo.
- No pertenezcan a ninguna configuración tipo reconocida por el fabricante.

En relación con la instalación de andamios, se debe atender a las consideraciones descritas en la siguiente tabla:

*Niveles de capacitación para el desempeño de funciones en la instalación de andamios (Real Decreto 1215/1997 – utilización de equipos de trabajo –)*

| OPERACIÓN | CAPACITACIÓN REQUERIDA | |
|---|---|---|
| | CON PLAN DE MONTAJE | SIN PLAN DE MONTAJE |
| Realización del plan de montaje y del cálculo de resistencia y estabilidad. | Persona con formación universitaria que lo habilite. | |
| Dirección técnica del montaje, desmontaje y eventules modificaciones sustanciales. | Persona con formación universitaria o profesional que lo hablite. | Persona con formación universitaria o profesional que lo habilite. |
| Ejecución del montaje, desmontaje y eventuales modificaciones sustanciales. | | Persona con experiencia certificada por el empresario en dicha materia > 2 años+formación preventiva, como mínimo, de nivel básico (sector construcción). |
| Inspección antes de sus puesta en servicio, periódicamente, y después de períodos de no utilización, modificaciones, etc. | | Trabajadores con formación adecuada y específica.(*) Persona con formación universitaria o profesional que lo habilite. |

*(*) Los instaladores de andamios han de acreditar una formación adecuada y específica para las operaciones previstas, que les permita enfrentarse a riesgos específicos, destinada en particular a:*

1. *La comprensión del plan de montaje, desmontaje o transformación del andamio de que se trate.*
2. *La seguridad durante el montaje, el desmontaje o la transformación del andamio de que se trate.*
3. *Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas o de objetos.*
4. *Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones meteorológicas que pudiesen afectar negativamente a la seguridad del andamio de que se trate.*
5. *Las condiciones de carga admisible.*

6. *Cualquier otro riesgo que entrañen las mencionadas operaciones de montaje, desmontaje y transformación.*

Consideraciones previas sobre las torres de trabajo (castilletes/ andamiosmóviles)

Cuando se utilicen torres de trabajo para trabajos a más de 6 m de altura, se debe garantizar la redacción de un plan de montaje, utilización y desmontaje. No obstante, en aquellos casos en los que el fabricante de la torre se ha sometido a la realización de los ensayos exigidos por Documentos de Armonización Europeos y cuenta con el correspondiente certificado del equipo expedido por un organismo nacional de certificación, se podrá sustituir el citado plan por las instrucciones del fabricante, siempre que el andamio se monte según la configuración tipo establecida en las citadas instrucciones y para las operaciones y usos indicados por el mismo.

En cualquier caso, se ha de garantizar que:

- Las plataformas de trabajo a utilizar son, como mínimo, de 0,60 m de ancho, y disponen de dispositivos de seguridad frente a eventuales deslizamientos o basculamientos.
- El acceso a las plataformas de trabajo no genera riesgos añadidos a los usuarios, incorporando escalas o escaleras interiores.
- El suelo sobre el que se desplace la torre es capaz de aguantar el peso total y esté liso y nivelado.
- En ningún caso se supera la capacidad carga para la que está diseñada (consultar fabricante).
- Si la torre se dispone sobre ruedas, la misma está provista de dispositivos que permiten su inmovilización.

En emplazamientos con riesgo de caída a distinto nivel (perímetros y aberturas verticales de fachada, bordes de forjados o losas, huecos horizontales, escaleras, etc.), se debe prever la utilización de alguno de los siguientes dispositivos:

- Estabilizadores: aumentan las dimensiones eficaces de la base de la torre aumentando su estabilidad.
- Lastres o contrapesos: incrementa la resistencia de la torre al vuelco.

Consideraciones previas sobre los andamios de borriquetas y asimilados

La utilización de este tipo de andamios debe limitarse a alturas de trabajo no superiores a 3 m. A partir de esta altura, es conveniente utilizar otros tipos de andamios (torres de trabajo, etc.).

En el caso de utilizar andamios sobre borriquetas, se han de tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los caballetes de apoyo tienen que ser preferentemente metálicos y, cuando sea preciso, se debe asegurar que el apoyo de estos está protegido contra deslizamientos mediante sujeción o mediante dispositivos antideslizantes (durmientes de madera).
- En relación con las plataformas de trabajo, se ha de considerar lo siguiente:
- Tienen que ser, preferiblemente, metálicas o de tablero reforzado. En el caso de utilizar tablones de madera sana, éstos deben ser, como mínimo, de 7 cm de espesor, y estar carentes de nudos y grietas que puedan ser origen de roturas.
- El ancho mínimo de la plataforma ha de ser de 60 cm, debiendo asegurar su nivelación horizontal.
- Las plataformas se tienen que sujetar a las borriquetas de manera que no puedan darse basculamientos u otros movimientos peligrosos.
- Para longitudes de más de 3 m, se deben emplear 3 caballetes.
- Se han de cargar, únicamente, los materiales necesarios para asegurar la continuidad del trabajo.
- Dichos equipos tienen que disponer de barandillas resistentes de 1 m de altura (sobre el nivel de la citada plataforma de trabajo) y rodapié de 15 cm, cuando se empleen:
    - En lugares con riesgo de caída desde más de 2 m de altura.
    - Para realizar trabajos en los que se utilice maquinaria que pueda dar lugar a retrocesos (martillos neumáticos, etc.).

Consideraciones previas sobre las escaleras manuales

Es recomendable utilizar escaleras de mano que cumplan las normas de la serie UNE-EN-131.

Se recomienda limitar el uso de dichas escaleras a aquellas situaciones en las que es preciso posibilitar el acceso a lugares de difícil acceso y para trabajos ligeros y de muy corta duración. En este último caso, preferentemente, se se deben utilizar escaleras dobles o de tijera, con base ancha o estabilizadores, elementos antideslizantes en base, peldaño ancho y, en su caso, plataforma de trabajo con barandilla de seguridad.

Consideraciones previas sobre las plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP)

Existe una amplia gama de plataformas elevadoras. Todas ellas deben estar dotadas de todos los elementos de control y seguridad que las hagan aptas para su utilización por personas. Las más utilizadas para la ejecución de trabajos de montaje de instalaciones en altura son las de tijeras, las telescópicas articuladas sobre orugas o ruedas (tipo araña) y las verticales telescópicas.

Se ha de disponer del manual de instrucciones de la máquina, donde se incluye información sobre los exámenes y ensayos periódicos a realizar (estructura, corrosión, sistemas, dispositivos de seguridad, velocidades, etc.).

Dichas máquinas tienen que ir provistas de:

- Placa de identificación.
- Placa de características.
- Diagrama de cargas y alcances.

En lo relativo a la plataforma de trabajo, las citadas máquinas deben indicar: la carga nominal en kg (con el nº autorizado de personas) y la velocidad máxima admisible del viento.

Antes de la utilización de las referidas máquinas, se ha de:

- Comprobar que las mismas se encuentran en buen estado de mantenimiento. En este sentido, se tiene que revisar: el nivel de los fluidos, los elementos de seguridad, los posibles defectos peligrosos (corrosión, agrietamiento, etc.) que pudieran existir, y los sistemas de alarma (inclinación, apoyo, etc.).
- Verificar las rutas de acceso y desplazamiento y sus resistencias. Se deben reconocer el terreno y los posibles obstáculos que pudieran existir en la elevación o el desplazamiento.
- Utilizar los gatos estabilizadores (cuando disponga de ellos) y seguir lo indicado en los diagramas de cargas y distancias, conforme a lo determinado por el fabricante.

Los operarios de dichas máquinas han de utilizar un arnés unido a un punto resistente de la plataforma indicado para tal fin, en aquellos casos en los que el fabricante así lo indique o como complemento a la protección colectiva del equipo auxiliar cuando no quede totalmente eliminado el riesgo de caída a distinto nivel.

**ACCIONES PREVIAS SOBRE EL SOPORTE**

Para que un recubrimiento pueda cumplir totalmente su misión, o sea, proteger el soporte, es necesario que aquél y la capa protectora se adhieran lo más firmemente posible. La condición principal para una buena adherencia de la pintura es la realización de una adecuada preparación del soporte.

Para la preparación del soporte, se deben utilizar los medios auxiliares adecuados y en las condiciones de montaje y uso determinadas por el fabricante

**APLICACIÓN DE PINTURA**

Aunque es habitual el empleo de sistemas de mangos telescópicos que permiten a los trabajadores el acceso a las zonas más elevadas sin necesidad de subirse a andamios, escaleras o plataformas, sin embargo, estos mangos no evitan la adopción de ciertas posturas inadecuadas, fundamentalmente de cuello. Aun así, es importante disponer de diferentes accesorios que permitan regular la longitud en función de las necesidades del trabajo. Éstos deben ser lo más ligeros posibles y con un ajuste y agarre cómodo.

Mangos telescópicos



Alargadores extensibles





Acciones sobre las máquinas y otros equipos de trabajo

Previamente a la ejecución de los trabajos, debe garantizarse la adecuación de los útiles y equipos auxiliares a utilizar durante la ejecución de esta actividad. Con el objeto de asegurar su mantenimiento en tiempo y forma, se ha de cumplir con el plan de mantenimiento preventivo de los mismos, y acorde a cada uno de los equipos.

En relación con la elevación de recipientes voluminosos y pesados, se tienen que considerar el peso y volumen de estos con el fin de garantizar la utilización de medios de elevación con una capacidad de carga superior y acorde a las necesidades.

Se ha de garantizar, previo a la elevación y transporte de cargas (cubos de pintura, recipientes, etc.), que los aparejos de izado o elevación son adecuados a la carga de cada uno de ellos, son acordes a la normativa vigente y se encuentran en correcto estado de uso (plan de mantenimiento y revisiones).

Acciones frente a los riesgos higiénicos

El ambiente térmico es muy variable en función de la época del año, las condiciones atmosféricas, la hora del día y el lugar en el cual se desempeña la tarea. Las situaciones de calor y frío intensos pueden ser habituales durante la ejecución de los trabajos de aplicación de pintura ya que en exteriores se trabaja a la intemperie, y en interiores, pueden existir entornos de trabajo abiertos con el objeto de favorecer la ventilación de la zona de trabajo. En este sentido, la tabla que se muestra a continuación determina unos criterios básicos a considerar para minimizar las posibles consecuencias derivadas de una posible exposición a situaciones de temperatura extrema durante esta actividad.

Medidas básicas de aplicación frente al ambiente térmico

| TRABAJADOR / LOCALIZACION | MEDIDA |
|---|---|
| **Trabajos de aplicación de pintura.** temperatura | 1. Asignar y utilizar ropa de trabajo adecuada a la estación del año y a la existente.<br>2. En épocas de calor:<br>1. Garantizar que los puestos de trabajo tengan fácil accesibilidad a recipientescon agua potable.<br>2. Tratar de organizar las tareas para intentar evitar las horas de calor más intenso.<br>3. Si fuese preciso, establecer turnos de trabajo mediante rotación de tareas. |

Iluminación

En todo momento debe existir una correcta iluminación de las zonas de trabajo, garantizando como valor general los 100 lux, y teniendo en cuenta la tipología de las exigencias de los trabajos que se van a desarrollar.

En aquellos casos en los que sea preciso realizar trabajos nocturnos, se ha de reforzar la iluminación en los pasillos de acceso y en las zonas específicas de trabajo.

Ruido

Generalmente, los trabajos y operaciones asociados a la ejecución de las actividades de aplicación de pintura en fachadas, estructuras, paramentos interiores, suelos y elementos

de carpintería y cerrajería no son fuente generadora de ruido continuo y, por ello, en principio, no resulta preciso establecer un estudio pormenorizado del nivel sonoro.

Los trabajadores deben disponer de un protector auditivo para su utilización durante el corte y ajuste de materiales de madera o plástico de forma continua.

Contacto / Inhalación de sustancias químicas

Durante la ejecución de los trabajos de aplicación de pinturas los trabajadores están expuestos a distintos tipos de sustancias químicas que pueden provocarles daños en su salud. Esta exposición se produce, fundamentalmente, durante la manipulación y aplicación de pinturas, disolventes, etc., que pueden ser tóxicos, irritantes o corrosivos al entrar en contacto con la piel o al inhalar las posibles partículas, vapores o gases que pueden emitir durante su utilización.

Se debe evaluar el riesgo de exposición de los trabajadores a dichas sustancias químicas. En este sentido, es esencial considerar la información proporcionada tanto por la ficha de datos de seguridad de cada una de las sustancias empleadas (facilitada por el fabricante), como por la etiqueta de sus envases, así como identificar la existencia de trabajadores con posibles problemas respiratorios, asma, etc., que vayan a verse afectados por una posible exposición a partículas, gases o vapores en las zonas de trabajo.

En principio, esta evaluación ha de incluir la medición de las concentraciones de partículas, gases o vapores que pueden existir en el aire, en la zona de respiración del trabajador, y su posterior comparación con el correspondiente valor límite ambiental legalmente establecido. Sin embargo, esta medición no será necesaria en los casos en los que la directa apreciación profesional acreditada permita llegar a una conclusión sin necesidad de esta.

Con carácter general, y salvo que un estudio de detalle basado en mediciones indique la necesidad de aplicar otras acciones, se deben aplicar las medidas básicas siguientes:

- Mantener una buena ventilación.
- Adoptar medidas higiénicas adecuadas tanto personales, como de orden y limpieza, tales como, por ejemplo: no comer, beber o fumar durante la realización de las tareas, así como guardar una profunda higiene personal en manos y caras antes de tomar cualquier alimento.
- Reducir al mínimo el número de trabajadores expuestos.
- Reducir al mínimo la duración e intensidad de las exposiciones.
- Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, gorro y mascarillas de protección respiratoria adecuados a cada caso concreto.

Se debe atender a las advertencias indicadas tanto en la ficha de datos de seguridad del producto, así como en las etiquetas de los recipientes o envases.

Los trabajos se han de organizar de forma que se evite la producción tanto de concentraciones inflamables o explosivas de vapor en el aire, como de concentraciones de vapor superiores a los límites de exposición profesional (VLA).

Cuando se trabaje con altas temperaturas, y como consecuencia de la descomposición térmica de las pinturas en productos peligrosos, se han de organizar los trabajos de forma que se evite:

- Dejar recipientes de pinturas en zonas expuestas al sol, o próximas a fuentes de calor.
- Abrir recipientes de pinturas expuestos a calor (sol, etc.).
- Se tiene que garantizar que la pintura no se mezcla con productos incompatibles. Para ello, se debe consultar la ficha de datos de seguridad de los productos utilizados.
- No se debe fumar durante la aplicación de pinturas.
- Si la ventilación natural en la zona de aplicación no fuese suficiente para mantener la concentración de partículas y vapores por debajo de los límites de exposición profesional durante el trabajo, se ha de instalar un sistema de ventilación / extracción forzada. De forma complementaria, debe utilizarse un equipo de protección respiratoria apropiado.

En cualquier caso, y en espera de la realización de un estudio de exposición más detallado, se ha de atender a las medidas orientativas de aplicación dispuestas en la siguiente tabla:

Medidas básicas de aplicación frente a productos químicos

| LOCALIZACION | MEDIDA |
|---|---|
| **Aplicación de pinturas,** aplicar.<br>**disolventes, etc.** sensibilizaciones | 1. Solicitar al fabricante la ficha de datos de seguridad de la pintura o producto a<br>2. Evitar el contacto con la piel para reducir la posibilidad de quemaduras o cutáneas a los productos que componen las pinturas y disolventes.<br>3. Garantizar y mantener una buena ventilación (natural o forzada) durante su aplicación.<br>4. Utilizar ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo, guantes, gafas, gorro y mascarilla con filtro adecuado en función de la ficha de datos de seguridad de los productos utilizados. |

Partículas en suspensión, humos, gases o vapores

Con carácter general anterior, durante los trabajos de aplicación de pinturas y disolventes se han de tener en cuenta las medidas básicas siguientes:

- Restringir el acceso a las zonas de trabajo al personal ajeno a los mismos.
- Extremar la higiene personal. Los trabajadores expuestos a estos materiales deben ducharse y vestirse con ropa limpia. No han de llevar a casa la ropa contaminada.
- Utilizar una mascarilla de protección respiratoria con filtro específico para gases y vapores durante la aplicación del producto.
- Si ello fuera necesario, utilizar una mascarilla con filtro mecánico durante las tareas de lijado.

Acciones frente al riesgo eléctrico

En todo momento se debe cumplir con lo determinado tanto en el Real Decreto 614/2001, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, como en el Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (R.E.B.T.).

En función de los emplazamientos de aplicación de pinturas en la obra, como mínimo, es preciso realizar una distribución adecuada de cuadros secundarios, en función de las zonas de trabajo en las que se va a actuar simultáneamente.

Los cuadros secundarios y cableados se han de disponer de manera que no se vean afectados por el tránsito de vehículos ni por acopios de materiales con el fin de evitar el deterioro de las mismas (especialmente su rotura).

Con el objeto de prevenir el riesgo de contacto eléctrico con cables accesibles desde la zona de trabajo, no se han de efectuar trabajos en las proximidades de conductores o elementos bajo tensión, desnudos o sin protección, salvo que estén desconectados de la fuente de energía. Si a pesar de ello, los trabajos tuvieran que realizarse, los cables se desviarán o se protegerán mediante fundas aislantes o apantallamiento.

Se debe establecer un plan de mantenimiento preventivo de la instalación eléctrica provisional, con el objeto de garantizar la revisión periódica de la misma.

Acciones frente al riesgo de incendio y explosión

Los almacenes de materiales inflamables se han de realizar en lugares frescos, bien ventilados y alejados de otros almacenes de productos inflamables, manteniendo en todo momento los recipientes herméticamente cerrados para evitar la posibilidad de creación de concentraciones de vapores en el aire, inflamables o explosivos.

Se debe atender a lo determinado en las fichas de datos de seguridad de los productos (pinturas y disolventes) con el objeto de conocer las incompatibilidades de almacenamiento con otros productos.

Asimismo, y a modo orientativo, en la zona de aplicación no ha de mantenerse más recipientes de los que se vaya a aplicar, como mucho, en el día, especialmente, aquéllos que pueden generar concentraciones de vapores peligrosas.

En el caso de que la distribución de materiales se realice directamente en plantas, se debe garantizar la ubicación de dichos materiales en zonas alejadas de los posibles focos de ignición o trabajos en caliente (soldadura) identificados. Si lo anterior no fuese posible, estos materiales se cubrirán con elementos ignífugos (lonas o similar), además de tratar de aislar las zonas de trabajo que pueden ser origen de la ignición.

Se ha de garantizar la accesibilidad de los equipos de extinción a la zona de trabajo y, en su caso, de los bomberos para facilitar los trabajos y tareas de extinción.

### 5.28.3 Equipos de protección individual

Relación orientativa de equipos de protección individual que se han de utilizar

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales | |
|---|---|---|---|
| | | Uso general | Uso específico |
| **Golpes y proyecciones sobre la cabeza por caída de objetos.** | General. | Casco. | |
| **Caídas a distinto nivel.** | Operaciones de montaje de andamios y torres de trabajo. | | Sistema anticaídas: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| | Trabajos sobre andamios. | | Sistema anticaídas: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| | Trabajos en plataformas elevadoras móviles. | | Sistema anticaídas: anclaje, arnés, elemento de amarre, conectores, etc. |
| **Golpes, atrapamientos, punzonamientos, pinchazos o cortes.** | General. | Guantes contra riesgos mecánicos, botas/zapatos de seguridad con puntera de acero. | |

| Riesgo / Factor de riesgo | Actividad / Tarea | Equipos de protección individual más usuales<br>Uso general | Uso específico |
|---|---|---|---|
| **Proyección de partículas / líquidos.** | Operaciones de raspados, lijados o superficiales.<br>Preparación del soporte.<br>Preparación de mezclas.<br>Aplicación de pintura en fachada, estructuras, paramentos interiores, suelos, carpintería y cerrajería. | Gafas antiproyecciones, con limpiezas protecciones laterales contra salpicaduras de líquidos (EN166). | Ropa de trabajo que cubra todo el cuerpo y gorro. |
| **Inhalación de gases o vapores tóxicos o nocivos.** | Preparación de mezclas.<br>Aplicación de pintura en fachada, estructuras, paramentos interiores, suelos, carpintería y cerrajería. | Mascarilla con filtro específico para gases y vapores. | |
| **Contactos con sustancias irritantes, cáusticas, corrosivas o tóxicas.** | Preparación de mezclas. | Guantes de goma impermeable o similar, para protección en manos. Cremas de barrera (para zonas expuestas de la piel). | |
| **Vibraciones.** | Uso de máquinas y herramientas electromecánicas (batidora, etc.). | | Guantes anti-vibraciones. |
| **Sobreesfuerzos por posturas forzadas.** | Posición continuada de rodillas o cuclillas durante la ejecución de trabajos cercanos al suelo o en zonas de superficie reducida. | | Almohadillas acolchadas para rodillas y gemelos. |

## 5.29 Izado de cargas

Este punto del plan es de aplicación a todos los trabajos de izado y descarga que deban realizarse en la obra

Quedan excluidos de esta norma los trabajos de izado y descarga por medios exclusivamente manuales., en cuyo caso se aplicarán las medidas referidas en la Manipulación Manual de Cargas.

En el seno de esta instrucción, se entiende por izado o descarga aquella operación de elevación o depósito de una carga realizado con la ayuda de maquinaria y accesorios de elevación.

Ejemplos de trabajos de izado y descarga son, entre otros, los que se relacionan a continuación:

- Descarga de elementos de acero para ferrallado de obra.
- Descarga de paneles prefabricados para encofrar y colocación posterior de los mismos en los lugares previstos para realizar el encofrado.

- Izado de elementos metálicos para soldadura de los mismos como parte de una estructura metálica
- Colocación de tuberías.
- Colocación de paneles solares
- Izado de aparamenta

Se conoce como maquinaria de elevación al equipo de trabajo para realizar operaciones de elevación / descenso de cargas, incluidos los elementos para el anclaje, fijación o soporte de dicho equipo. Ejemplos de maquinaria de elevación son todo tipo de grúas (grúas torre, grúas autocargantes, montadas sobre camiones, etc.), carretillas elevadoras (en su función de elevación), manipuladores telescópicos, maquinillos, garruchas, poleas, etc.

Se entiende por accesorios de elevación al componente o equipo que no es parte integrante de la máquina de elevación, que permita la prensión de la carga, situado entre la máquina y la carga, o sobre la propia carga, o que se haya previsto para ser parte integrante de la carga y se comercialice por separado. También se considerarán accesorios de elevación las eslingas y sus componentes. Ejemplos de accesorios de elevación son: cuerdas, cables, cadenas, ganchos, argollas, anillos, grilletes, eslingas, trácteles, etc.

### 5.29.1 Riesgos laborales identificados

Los riesgos principales a tener en cuenta son:

- Atrapamiento o aplastamiento por o entre objetos.
- Atrapamiento o aplastamiento por vuelco de máquinas o vehículos.
- Caída de objetos por derrumbamientos.
- Golpes y/o cortes por objetos y herramientas.

Otros riesgos frecuentes en los trabajos de izado y descarga de materiales son:

- Caída de personas a distinto nivel.
- Caída de personal al mismo nivel.
- Pisadas sobre objetos.
- Sobreesfuerzos y posturas inadecuadas.
- Exposición a temperaturas ambientes extremas.

### 5.29.2 Medidas preventivas a adoptar

**NORMAS GENERALES**

Los accesorios de elevación resistirán los esfuerzos a que estén sometidos durante el funcionamiento y, si procede, cuando no funcionen, en las condiciones de instalación y explotación previstas por el fabricante y en todas las configuraciones correspondientes, teniendo en cuenta, en su caso, los efectos producidos por los factores atmosféricos y los esfuerzos a los que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.

Los materiales empleados deberán elegirse teniendo en cuenta las condiciones ambientales de trabajo que el fabricante haya previsto, especialmente en lo que respecta a la corrosión, abrasión, choques, sensibilidad al frío y envejecimiento.

Cuando se realicen trabajos de izado de elementos prefabricados pesados será necesaria la presencia de recurso preventivo.

El personal deberá permanecer alejado del radio de acción de las máquinas o bajo cargas suspendidas.

En el caso de maquinaria móvil, ésta deberá utilizar los estabilizadores de que dispone y se evitará el estacionamiento cerca de terraplenes y zanjas.

Cuando las cargas estén fuera del alcance de la vista del maquinista, existirán señalistas (una o varias personas) que, mediante un código de señales de maniobra, hagan las señales pertinentes para que las operaciones se hagan con la debida seguridad.

**OPERACIONES PREVIAS AL IZADO DE CARGAS**

Previamente al izado de cargas el operador deberá:

- Tensar los cables, cuerdas, eslingas, etc. una vez enganchada la carga.
- Elevar ligeramente, para permitir que la carga adquiera su posición de equilibrio.
- Asegurarse de que los cables, eslingas, etc. no patinan y que los ramales están tendidos por igual.
- Si la carga está mal amarrada o mal equilibrada depositarla sobre el suelo y volver a amarrarla bien.
- Si el despegue de la carga presenta una resistencia anormal, no insistir en ello. La carga puede haberse enganchado en algún obstáculo y es necesario desengancharla antes.

- No sujetar nunca los cables, eslingas, etc. en el momento de ponerlos en tensión, con el fin de evitar que las manos queden cogidas entre la carga y los cables.

**DESPLAZAMIENTO DE CARGAS**

El movimiento de izado debe realizarse solo, evitando todo balanceo de la carga al despegarse del suelo y sin efectuar tiros sesgados de la misma.

Para el desplazamiento de la carga deberán tenerse presentes las siguientes recomendaciones:

- Debe realizarse el desplazamiento cuando la carga se encuentre lo bastante alta para no encontrar obstáculos.
- Si el recorrido es bastante grande, debe realizarse el transporte a poca altura y a marcha moderada.
- Debe procederse al desplazamiento de la carga teniendo ante la vista al operador del aparato de izar.
- Estará acotada al paso la zona situada en la vertical de la carga.

**COLOCACIÓN DE CARGAS**

Para la colocación de las cargas se tendrá presente:

- No dejarlas suspendidas encima de un paso.
- Depositar la carga a ras del suelo.
- No ordenar el descenso hasta que la carga haya quedado inmovilizada.
- No balancear las cargas para depositarlas más lejos.
- Procurar no depositar las cargas en pasillos o zonas de circulación.
- Depositar la carga sobre calzos y en lugares sólidos, evitando las tapas de pozos o alcantarillas.
- No aprisionar los cables al depositar la carga.
- Comprobar la estabilidad de la carga en el suelo, aflojando un poco los cables.
- Calzar la carga que pueda rodar utilizando calzos adecuados.

**TRABAJO CON CARGAS SUSPENDIDAS**

Cuando sea necesario trabajar con cargas suspendidas:

- Se extremarán las precauciones, especialmente durante maniobras de sustentación de objetos para su recibido (soldaduras, abulonados, etc.). Un movimiento inesperado o no conveniente de la pieza en suspensión, puede hacer caer al operario o a los operarios que la reciben.
- Los trabajadores nunca permanecerán por debajo de las cargas suspendidas.
- No se realizarán estos trabajos en régimen de fuertes vientos.
- Los trabajadores no se aproximarán a la carga suspendida hasta que ésta no esté completamente quieta.
- La maniobra de acercamiento de la carga al lugar definitivo se realizará con la ayuda de cables o cuerdas guía. Nunca se dirigirá la carga con las manos.

**FINALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS**

Finalizados los trabajos se comprobará el buen estado de los elementos de izado, desechando aquellos que hayan podido deteriorarse.

Las eslingas, cadenas, etc. se guardarán en lugar limpio y seco o bien se colocarán en sus soportes (por ejemplo, si se dejan en el gancho de la grúa).

**CONDICIONES Y USO DE LOS ELEMENTOS DE IZADO**

Cada accesorio de elevación deberá llevar las siguientes indicaciones:

- Identificación del fabricante
- Especificación de la carga máxima de utilización
- Marcado CE

**Cuerdas:**

- Las cuerdas para izar o transportar cargas tendrán un factor mínimo de seguridad de diez.
- No se deslizarán sobre superficies ásperas o en contacto con tierras, arenas o sobre ángulos o aristas cortantes, a no ser que vayan protegidas.
- Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando guardacabos en los anillos de las eslingas. La presión sobre ángulos vivos puede ocasionar cortes en las fibras y producir una disminución peligrosa

de la resistencia de la cuerda. Para evitarlo se deberá colocar algún material flexible (tejido, cartón, etc.) entre la cuerda y las aristas vivas.

- Toda cuerda de cáñamo que se devuelva después de concluir un trabajo deberá ser examinada en toda su longitud.
- En primer lugar, se deberán deshacer los nudos que pudiera tener, puesto que conservan la humedad, y se lavarán las manchas. Después de estar bien seca, se buscarán los posibles deterioros: cortes, acuñamientos, ataques de ácidos, etc.
- Se procurará que no estén en contacto directo con el suelo, aislándolas de éste mediante estacas o paletas, que permitan el paso de aire bajo los rollos.
- Las cuerdas de fibra sintética deberán almacenarse a una temperatura inferior a los 60ºC.
- Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos, así como inútiles exposiciones a la luz.
- Se examinarán las cuerdas en toda su longitud, antes de su puesta en servicio.
- No se deben utilizar en las proximidades de una llama.
- Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.

**Cables:**

- Los cables serán de construcción y tamaño apropiados para las operaciones en las cuales van a ser empleados.
- El factor de seguridad para los mismos no será inferior a seis.
- Los ajustes de ojales y los lazos para los ganchos, anillos y argollas estarán provistos de guardacabos resistentes.
- Estarán siempre libres de nudos, sin torceduras permanentes y otros defectos.
- Se inspeccionará periódicamente el número de hilos rotos desechándose aquellos cables en que lo estén en más del 10% de los mismos, contados a lo largo de dos tramos del cableado, separados entre sí por una distancia inferior a ocho veces su diámetro.
- Los cables utilizados directamente para levantar o soportar la carga no deberán llevar ningún empalme, excepto el de sus extremos. El coeficiente de utilización del conjunto formado por el cable y la terminación se seleccionará de forma que garantice un nivel de seguridad adecuado.

- El diámetro de los tambores de izar no será inferior a 20 veces el del cable, siempre que sea también 300 veces el diámetro del alambre mayor.
- Es preciso atenerse a las recomendaciones del fabricante de los aparatos de elevación, en lo que se refiere al tipo de cable a utilizar, para evitar el desgaste prematuro de este último e incluso su destrucción. En ningún caso se utilizarán cables distintos a los recomendados.
- Los extremos de los cables estarán protegidos por refuerzos para evitar el descableado.
- Los diámetros mínimos para el enrollamiento o doblado de los cables deben ser cuidadosamente observados para evitar el deterioro por fatiga.
- Antes de efectuar el corte de un cable, es preciso asegurar todos los cordones para evitar el deshilachado de éstos y descableado general.
- Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá de asegurar de que su resistencia es la adecuada.
- Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, lo haremos rodar en el suelo, fijando el extremo libre a un punto, del que nunca se tirará, o bien dejar girar el soporte (bobina, aspa, etc.) colocándolo previamente en un bastidor adecuado provisto de un freno que impida tomar velocidad a la bobina.
- Para enrollar un cable se deberá proceder a la inversa en ambos casos.
- La unión de cables no deberá realizarse nunca mediante nudos, que los deterioran, sino utilizando guardacabos y mordazas sujeta cables.
- Normalmente los cables se suministran lubricados y para garantizar su mantenimiento es suficiente con utilizar el tipo de grasa recomendado por el fabricante. Algunos tipos de cables especiales no deben ser engrasados, siguiendo en cada caso las indicaciones del fabricante.
- El cable se examinará en toda su longitud y después de una limpieza que elimine la suciedad en el mismo.
- El examen de las partes más expuestas al deterioro o que presente alambres rotos se efectuará estando el cable en reposo.
- Los motivos de retirada de un cable serán:
    - Rotura de un cordón.
    - Reducción anormal y localizada del diámetro.

- Existencia de nudos.
- Cuando la disminución del diámetro del cable en un punto cualquiera alcanza el 10% para los cables de cordones o el 3% para los cables cerrados.
- Cuando el número de alambres rotos visibles alcanza el 20% del número total de hilos del cable, en una longitud igual a dos veces el paso de cableado.
- Cuando la disminución de la sección de un cordón, medida en un paso cableado, alcanza el 40% de la sección total del cordón.

**Cadenas:**

- Las cadenas serán de hierro forjado o acero.
- El factor de seguridad será al menos de cinco para la carga nominal máxima.
- Los anillos, ganchos, eslabones o argollas de los extremos serán del mismo material que las cadenas a las que van fijados.
- Todas las cadenas serán revisadas antes de ponerse en servicio.
- Cuando los eslabones sufran un desgaste excesivo o se hayan doblado o agrietado, serán cortados y reemplazados inmediatamente.
- Las cadenas se mantendrán libres de nudos y torceduras.
- Se enrollarán únicamente en tambores, ejes o poleas que estén provistas de ranuras que permitan el enrollado sin torceduras.
- La resistencia de una cadena es la de su componente más débil, por ello conviene retirar las cadenas:
  - Cuyo diámetro se haya reducido en más de un 5%, por efecto del desgaste.
  - Que tengan un eslabón doblado, aplastado, estirado o abierto.
- Es conveniente que la unión entre el gancho de elevación y la cadena se realice mediante un anillo.
- No se deberá colocar nunca sobre la punta del gancho o directamente sobre la garganta de este.
- Bajo carga, la cadena deberá quedar perfectamente recta y estirada, sin nudos.
- La cadena deberá protegerse contra las aristas vivas.

- Deberán evitarse los movimientos bruscos de la carga, durante la elevación, el descenso o el transporte.
- Una cadena se fragiliza con tiempo frío y en estas condiciones, bajo el efecto de un choque o esfuerzo brusco, puede romperse instantáneamente.
- Las cadenas deberán ser manipuladas con precaución, evitando arrastrarlas por el suelo e incluso depositarlas en él, ya que están expuestas a los efectos de escorias, polvos, humedad y agentes químicos, además del deterioro mecánico que puede producirse.
- Las cadenas de carga en equipos de elevación deben estar convenientemente engrasadas para evitar la corrosión que reduce la resistencia y la vida útil.

**Ganchos:**

- Serán de acero o hierro forjado
- Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.
- No deberán construirse ganchos de fabricación casera, partiendo de acero que pueda encontrarse en una obra o taller, cualquiera que sea su calidad.
- Uno de los accesorios más útiles para evitar el riesgo de desenganche accidental de la carga es el gancho de seguridad, que va provisto de una lengüeta que impide la salida involuntaria del cable o cadena.
- Solamente deberán utilizarse ganchos provistos de dispositivo de seguridad contra desenganches accidentales y que presenten todas las características de una buena resistencia mecánica.
- No deberá tratarse de deformar un gancho para aumentar la capacidad de paso de cable.
- No deberá calentarse nunca un gancho para fijar una pieza por soldadura, por ejemplo, ya que el calentamiento modifica las características del acero.
- Un gancho abierto o doblado deberá ser destruido.
- Durante el enganchado de la carga se deberá controlar:
    - Que los esfuerzos sean soportados por el asiento del gancho, nunca por el pico.
    - Que el dispositivo de seguridad contra desenganche accidental funcione perfectamente.

- Que ninguna fuerza externa tienda a deformar la abertura del gancho. En algunos casos, el simple balanceo de la carga puede producir estos esfuerzos externos.

**Argollas y anillos:**

- Las argollas serán de acero forjado y constarán de un estribo y un eje ajustado, que habitualmente se roscará a uno de los brazos del estribo.
- La carga de trabajo de las argollas ha de ser indicada por el fabricante, en función del acero utilizado en su fabricación y de los tratamientos térmicos a los que ha sido sometida.
- No se sustituirá nunca el eje de una argolla por un perno, por muy buena que sea la calidad de éste.
- Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendará es el anillo en forma de pera, al ser éste el de mayor resistencia.
- Es fundamental que conserven su forma geométrica a lo largo del tiempo.

**Grilletes:**

- No se deberán sobrecargar ni golpear nunca.
- Al roscar el bulón deberá hacerse a fondo, menos media vuelta.
- Si se han de unir dos grilletes, deberá hacerse de forma que la zona de contacto entre ellos sea la garganta de la horquilla, nunca por el bulón.
- No podrán ser usados como ganchos.
- Los estrobos y eslingas trabajarán sobre la garganta de la horquilla, nunca sobre las patas rectas ni sobre el bulón.
- El cáncamo tendrá el espesor adecuado para que no se produzca la rotura del bulón por flexión ni por compresión diametral.
- No se calentará ni soldará sobre los grilletes.

**Eslingas:**

- Se tendrá especial cuidado con la resistencia de las eslingas. Las causas de su disminución son muy numerosas:
    - El propio desgaste por el trabajo.

- Los nudos, que disminuyen la resistencia de un 30 a un 50%.
- Las soldaduras de los anillos terminales u ojales, aun cuando estén realizadas dentro de la más depurada técnica, producen una disminución de la resistencia del 15- 20%.
- Los sujeta cables, aun cuando se utilicen correctamente y en número suficiente. Las uniones realizadas de esta forma reducen la resistencia de la eslinga alrededor del 20%.
- Las soldaduras o las zonas unidas con sujeta cables nunca se colocarán sobre el gancho del equipo elevador, ni sobre las aristas. Las uniones o empalmes deberán quedar en las zonas libres, trabajando únicamente a tracción.

- No deberán cruzarse los cables de dos ramales de eslingas distintas, sobre el gancho de sujeción, ya que en este caso uno de los cables estaría comprimido por el otro.
- Para enganchar una carga con seguridad, es necesario observar algunas precauciones:
  - Los ganchos que se utilicen han de estar en perfecto estado, sin deformaciones de ninguna clase.
  - Las eslingas y cadenas se engancharán de tal forma que la cadena o eslinga descanse en el fondo de la curvatura del gancho y no en la punta.
  - Hay que comprobar el buen funcionamiento del dispositivo que impide el desenganche accidental de las cargas.
  - Si el gancho es móvil, debe estar bien engrasado de manera que gire libremente.
  - Se deben escoger las eslingas (cables, cadenas, etc.) o aparatos de elevación (horquillas, garras, pinzas) apropiados a la carga. No se deberá utilizar jamás alambre de hierro o acero cementado.
  - Los cables utilizados en eslingas sencillas deben estar provistos en sus extremos de un anillo emplomado o cerrados por terminales de cable (sujeta cables).
  - Los sujeta cables deben ser de tamaño apropiado al diámetro de los cables y colocados de tal forma que el asiento se encuentre en el lado del cable que trabaja.

- Las eslingas de cables no deberán estar oxidadas, presentar deformaciones ni tener mechas rotas o nudos. Los cables no deberán estar sometidos a una carga de maniobra superior a la sexta parte de su carga de rotura. Si no se sabe esta última indicación, se puede calcular, aproximadamente, el valor máximo de la carga de maniobra mediante: F (en kg)= 8 x d (diámetro del cable en mm)
- Las eslingas sinfín de cable, deberán estar cerradas, bien sea mediante un emplomado efectuado por un especialista o bien con sujeta cables. El emplomado deberá quedar en perfecto estado.
- Los sujeta cables deberán ser al menos cuatro, estando su asiento en el lado del cable que trabaja, quedando el mismo número a cada lado del centro del empalme.
- Las cadenas utilizadas para las eslingas deberán ser cadenas calibradas; hay que proveer a sus extremos de anillos o ganchos.
- Las cadenas utilizadas en eslingas no deberán tener ni uno solo de sus eslabones corroído, torcido, aplastado, abierto o golpeado. Es preciso comprobarlas periódicamente eslabón por eslabón.
- Las eslingas de cadena no deberán estar sometidas a una carga de maniobra superior a la quinta parte de su carga de rotura. Si no se conoce este último dato, se puede calcular, aproximadamente, el valor de la carga de maniobra con ayuda de la siguiente fórmula: F (en kg) = 6 x d (diámetro del redondo en mm)
- En el momento de utilizar las cadenas, se debe comprobar que no estén cruzadas, ni torcidas, enroscadas, mezcladas o anudadas.
- Procurar no utilizarlas a temperaturas muy bajas pues aumenta su fragilidad. Ponerlas tensas sin golpearlas.
- Hay que evitar dar a las eslingas dobleces excesivos, especialmente en los cantos vivos; con dicho fin se interpondrán entre las eslingas y dichos cantos vivos, materiales blandos: madera, caucho, trapos, cuero, etc.
- Comprobar siempre que la carga esté bien equilibrada y bien repartida entre los ramales, tensando progresivamente las eslingas.

- Después de usar las eslingas, habrá que colocarlas sobre unos soportes. Si han de estar colgadas de los aparatos de elevación, ponerlas en el gancho de elevación y subir éste hasta el máximo.
- Se verificarán las eslingas al volver al almacén.
- Toda eslinga deformada por el uso, corrosión, rotura de filamentos, se deberá poner fuera de servicio.
- Se engrasarán periódicamente los cables y las cadenas.
- Se destruirán las eslingas que han sido reconocidas como defectuosas e irreparables.

**Trácteles:**

- Deberán estar perfectamente engrasados.
- Se prohibirá engrasar el cable del tráctel.
- Antes de cualquier maniobra deberá comprobarse:
    - El peso de carga para comprobar que el aparato que utilizamos es el adecuado.
    - Los amarres de la carga y la utilización de cantoneras.
    - Que la dirección del eje longitudinal del aparato sea la misma que la del cable (que no forme ángulo).
- No se deberá utilizar para esfuerzos superiores a la fuerza nominal del mismo, ya sea para elevación o tracción.
- No deberán maniobrarse al mismo tiempo las palancas de marcha hacia adelante o hacia atrás.
- Se deberá utilizar el cable adecuado a la máquina en cuanto al diámetro.
- Antes de iniciar cualquier maniobra deberá comprobarse la longitud del cable.
- Las máquinas deberán ser accionadas por un solo hombre.
- Se comprobará que el cable no está machacado o deshilado.

**Poleas:**

- No sobrecargarlas nunca. Comprobar que son apropiadas a la carga que van a soportar.
- Comprobar que funcionan correctamente, que no existen holguras entre polea y eje, ni fisuras ni deformaciones que hagan sospechar que su resistencia a disminuido.
- Las gargantas de las poleas se acomodarán para el fácil desplazamiento y enrollado de los eslabones de las cadenas.
- Cuando se utilicen cables o cuerdas, las gargantas serán de dimensiones adecuadas para que aquéllas puedan desplazarse libremente y su superficie será lisa y con bordes redondeados.
- Revisar y engrasar semanalmente. Se sustituirá cuando se noten indicios de desgaste, o cuando se observe que los engrasadores no tomen grasa.
- Cuando una polea chirríe se revisará inmediatamente, engrasándola y sustituyéndola si presenta holgura sobre el eje.
- Las poleas se montarán siempre por intermedio de grilletes, a fin de que tengan posibilidad de orientación, evitando así que el cable tire oblicuamente a la polea.
- Se prohíbe terminantemente utilizar una polea montada de forma que el cable tire oblicuamente.
- Se prohíbe soldar sobre poleas.

### 5.29.3 equipos de protección individual

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad

## 5.30 Manipulación manual de cargas

Se entiende por Manipulación Manual de Cargas (MMC): cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

Se considera que existe "manipulación manual de cargas", sólo si el peso de la carga supera los 3 kg, ya que se pretende evitar las lesiones principalmente de tipo dorsolumbar y cuando el peso es inferior a 3 kg, se considera improbable su aparición.

### 5.30.1 Riesgos laborales identificados

El riesgo principal a tener en cuenta es:

- Sobreesfuerzos

Otros riesgos frecuentes en los trabajos de manipulación manual de cargas son:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Choque contra objetos inmóviles
- Golpes por objetos o herramientas

### 5.30.2 Medidas preventivas a adoptar

En los trabajos desarrollados, las operaciones que entrañen MMC no deben ocupar más de ¼ de la jornada laboral.

En ningún caso se deberán levantar cargas de peso superior a 25 kg por un solo trabajador.

En la medida de lo posible se debe evitar la manipulación manual de cargas, sustituyéndose por la automatización o mecanización de los procesos que la provocan, o introduciendo en el puesto ayudas mecánicas que realicen el levantamiento.

**ACCIONES PREVIAS AL INICIO DE LA MMC**

Examinar la carga antes de manipularla: localizar zonas que pueden resultar peligrosas en el momento de su agarre y manipulación (aristas, bordes afilados, puntas de clavos, etc.).

Planificar el levantamiento: decidir el punto o puntos de agarre más adecuados, dónde hay que depositar la carga y apartar del trayecto cualquier elemento que pueda interferir en el transporte.

Coger mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para sentir mejor un objeto al cogerlo, lo correcto es hacerlo con la palma de la mano y la base de los dedos. Para cumplir este principio y tratándose de objetos pesados, se puede, antes de cogerlos, prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.

**NORMAS PARA LA REALIZACIÓN DE LA MMC EN CONDICIONES SEGURAS**

Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.

Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.

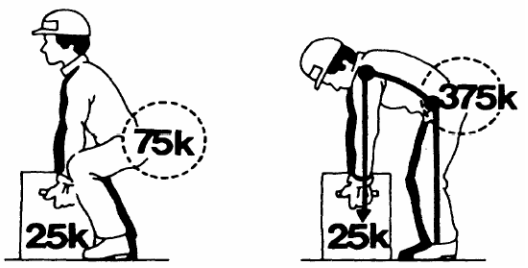
Nunca deberán tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.

Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.

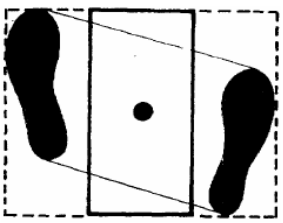
El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.

En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del operario deberá estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.




El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente, sólo se consigue si los pies están bien situados:



- Enmarcando la carga
- Ligeramente separados
- Ligeramente adelantado uno respecto del otro.

Para levantar una carga, el centro de gravedad del operario debe situarse siempre dentro del polígono de sustentación.

Técnica segura del levantamiento:

- Situar el peso cerca del cuerpo.
- Mantener la espalda plana.
- No doblar la espalda mientras levanta la carga.
- Usar los músculos más fuertes, como son los de los brazos, piernas y muslos.

Las cargas deberán levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada. Para mantener la espalda recta se deberán “meter” ligeramente los riñones y bajar ligeramente la cabeza.

El arquear la espalda entraña riesgo de lesión en la columna, aunque la carga no sea demasiado pesada.

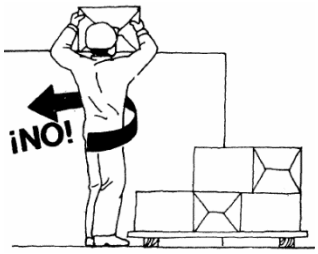


CORRECTO



NO CORRECTO

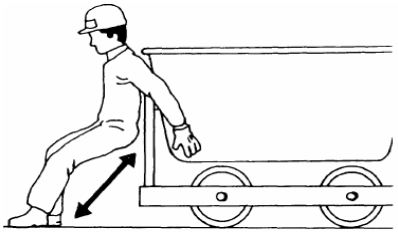
La torsión del tronco, sobre todo si se realiza mientras se levanta la carga, puede igualmente producir lesiones. En este caso, es preciso descomponer el movimiento en dos tiempos: primero levantar la carga y luego girar todo el cuerpo moviendo los pies a base de pequeños desplazamientos. O bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.




Se utilizarán los músculos de las piernas para dar el primer impulso a la carga que vamos a levantar. Para ello flexionaremos las piernas, doblando las rodillas, sin llegar a sentarnos en los talones, pues entonces resulta difícil levantarse (el muslo y la pantorrilla deben formar un ángulo de más de 90º).

Los músculos de las piernas deberán utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.





La carga se llevará de forma que no impida ver lo que tenemos delante de nosotros y que estorbe lo menos posible al andar de forma natural.

En la medida de lo posible, los brazos deberán trabajar a tracción simple, es decir, estirados. Los brazos deberán mantener suspendida la carga, pero no elevarla.

En el caso de levantamiento de un bidón o una caja, se conservará un pie separado hacia atrás, con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.





Para transportar una carga, ésta deberá mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados. Este proceder evitará la fatiga inútil que resulta de contraer los músculos del brazo, que obliga a los bíceps a realizar un esfuerzo de quince veces el peso que se levanta.

La utilización del peso de nuestro propio cuerpo para realizar tareas de manutención manual permitirá reducir considerablemente el esfuerzo a realizar con las piernas y brazos.





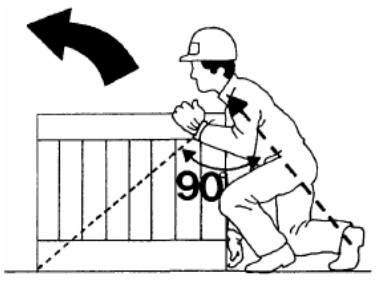
CORRECTO NO CORRECTO

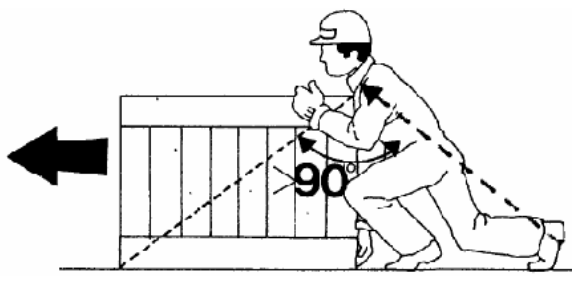
El peso del cuerpo puede ser utilizado:

- Empujando para desplazar un móvil (carretilla, por ejemplo), con los brazos extendidos y bloqueados para que nuestro peso se transmita íntegro al móvil.
- Tirando de una caja o un bidón que se desea tumbar, para desequilibrarlo.
- Resistiendo carretilla, el descenso de una carga, sirviéndonos de nuestro cuerpo como contrapeso.

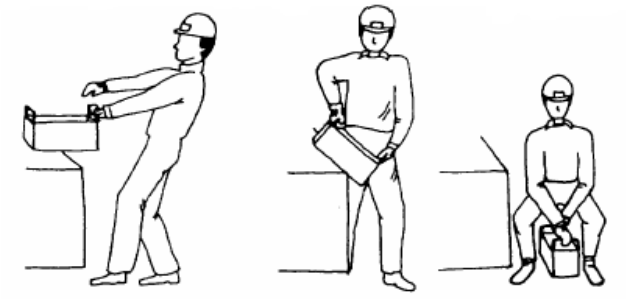
En todas estas operaciones deberá ponerse cuidado en mantener la espalda recta.

Para levantar una caja grande del suelo, el empuje deberá aplicarse perpendicularmente a la diagonal mayor, para que la caja pivote sobre su arista. Si el ángulo formado por la dirección de empuje y la diagonal es mayor de 90º, lo que conseguimos hacer será deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.

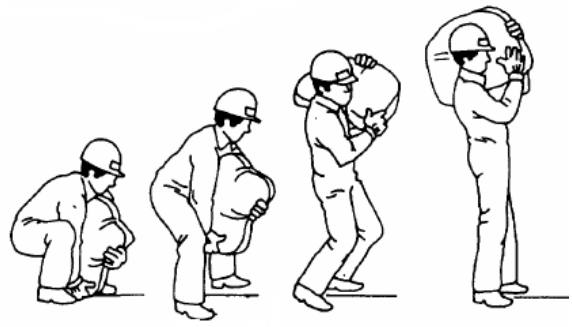



Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, se aprovechará su peso y nos limitaremos a frenar su caída.



Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deberán encadenarse las operaciones, sin pararse, para aprovechar el impulso que hemos dado a la carga para despegarla del suelo.



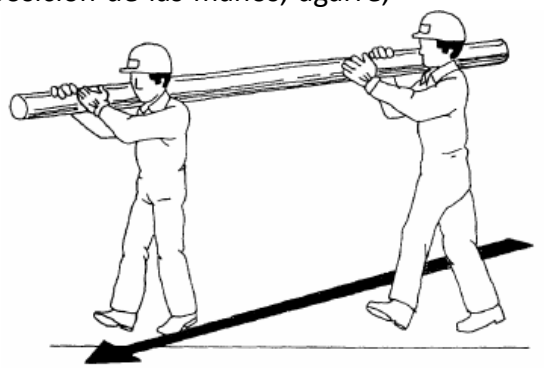
Las cargas se manejarán entre dos personas siempre que:

- El objeto tenga, con independencia de su peso, al menos dos dimensiones superiores a 76 cm,
- Cuando una persona tenga que levantar un peso superior a 25 kg y su trabajo habitual no sea el de manipulación de cargas y
- Cuando el objeto sea muy largo y una sola persona no pueda trasladarlo de forma estable.

Las operaciones de manutención en las que intervengan varias personas deberán excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios. Deberá designarse una persona (que podrá ser uno de los porteadores) que dirigirá el trabajo y que deberá:

- Evaluar el peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir;

- Explicar los ademanes a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc. y
- Decidir la situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).



El transporte se deberá efectuar:

- Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado con respecto al de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
- A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
- Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.

### 5.30.3 Equipos de protección individual

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando sea necesario)
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares (cuando sea necesario)
- Botas de seguridad

# 6 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE LA MAQUINARIA Y EQUIPOS DE TRABAJO

## 6.1 Maquinaria en general

- La máquina cumplirá con todos los requisitos establecidos por el y por el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. y RD. 1215/1997, por lo que deberá ir provista de marcado CE, Declaración CE de Conformidad y Manual de Instrucciones en castellano.
- Está prohibido situarse en el radio de acción de la maquinaria o debajo de cargas suspendidas.

- La maquinaria autopropulsada estará dotada de señalización luminosa (rotativo), que mantendrá en funcionamiento durante toda la jornada, y señalización acústica de marcha atrás. Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad en todo momento, en las máquinas que dispongan de él de fábrica. No se transportará en ésta a más ocupantes que los permitidos por el fabricante según su configuración. Sus operadores dispondrán de permiso de conducción.
- Los equipos de trabajo serán utilizados exclusivamente por personal formado y autorizado, siempre según las instrucciones del fabricante. Su mantenimiento o reparación se realizará únicamente por personal especializado y siempre con el motor apagado o desconectado de su fuente de alimentación.
- Los cables de alimentación de los equipos eléctricos tendrán su aislamiento en perfecto estado. Cuando sea necesario, deberán protegerse para evitar su deterioro. Todas las conexiones se realizarán con los enchufes reglamentarios, no permitiéndose la realización de empalmes.
- Si permanece algún trabajador sobre la caja de camiones grúa u otros camiones, los hastiales de la misma, deberán permanecer subidos en todo momento, evitando así el riesgo de caída.
- Todas las máquinas con alimentación a base de energía eléctrica estarán dotadas de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales de los cuadros eléctricos.
- Las máquinas dispondrán de los resguardos y dispositivos de seguridad establecidos por cada fabricante.
- La máquina se usará tal como especifique el manual de instrucciones de uso y manejo que deberá ser proporcionado por el fabricante o suministrador y conocido por el trabajador.
- No se abandonará en ningún momento la máquina en funcionamiento.
- La máquina dispondrá de las protecciones frente a contactos eléctricos directos o indirectos en perfecto estado, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente.
- Se prohibirá el transporte de personal en lugares no habilitados para ello por el fabricante.
- Se realizarán las revisiones periódicas indicadas por el fabricante y serán realizadas por el personal cualificado para ello.

- Se prohíbe la manipulación de los componentes de una máquina, accionada mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.
- Los motores con transmisión a través de ejes y poleas estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (machacadoras, sierras, compresores, etc.), así como los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual.
- Los motores eléctricos estarán cubiertos con carcasas protectoras contra el contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.
- Las máquinas con trepidación estarán dotadas de mecanismos de absorción y amortiguación.
- Las máquinas de funcionamiento irregular o averiado serán retiradas inmediatamente para su reparación.
- Las máquinas averiadas que no se pueden retirar se señalizarán con carteles de aviso con la leyenda: "Máquina averiada. No conectar".
- Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de máquinas al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.
- Como precaución adicional para evitar la puesta en servicio de máquinas averiadas o de funcionamiento irregular, se bloquearán los arrancadores, o en su caso, se extraerán los fusibles eléctricos.
- Sólo el personal autorizado con documentación escrita específica será el encargado de la utilización de una determinada máquina o máquina-herramienta.
- Los ángulos sin visión de la trayectoria de carga para el maquinista encargado de cualquier aparato elevador se paliarán mediante operarios que, utilizando señales preacordadas, suplan la visión del citado trabajador.
- Los motores eléctricos de grúas y de montacargas estarán provistos de limitadores de altura y del peso a desplazar, que automáticamente corten el suministro eléctrico al motor cuando se llegue al punto en el que se debe detener el giro o desplazamiento de la carga.
- Los lazos de los cables de izado estarán siempre protegidos interiormente mediante forrillos guardacabos, metálicos para evitar deformaciones y cizalladuras.
- Se prohíbe en esta obra la utilización de enganches "artesanales" construidos a base de redondos (según una S) y doblados

- No se saltará al suelo desde la carga o desde la caja. Puede en el salto fracturarse los talones, o provocarse cualquier otra lesión en piernas, columna vertebral, etc.

**Recepción de la máquina**

- A su llegada a la obra, cada máquina debe llevar en su carpeta de documentación las normas de seguridad para los operadores.
- A su llegada a la obra, cada máquina irá dotada de un extintor timbrado y con las revisiones al día.
- Cada maquinista deberá poseer la formación adecuada para que el manejo de la máquina se realice de forma segura y, en caso contrario, será sustituido o formado adecuadamente.
- La maquinaria a emplear en la obra irá provista de cabinas antivuelco y anti-impacto.
- Las cabinas no presentarán deformaciones como consecuencia de haber sufrido algún vuelco.
- La maquinaria irá dotada de luces y bocina o sirena de retroceso, todas ellas en correcto estado de funcionamiento.

**Utilización de la máquina**

- Antes de iniciar cada turno de trabajo, se comprobará siempre que los mandos de la máquina funcionan correctamente.
- Se prohibirá el acceso a la cabina de mando de la máquina cuando se utilicen vestimentas sin ceñir y joyas o adornos que puedan engancharse en los salientes y en los controles.
- Se impondrá la buena costumbre de hacer sonar el claxon antes de comenzar a mover la máquina.
- El maquinista ajustará el asiento de manera que alcance todos los controles sin dificultad.
- Las subidas y bajadas de la máquina se realizarán por el lugar previsto para ello, empleando los peldaños y asideros dispuestos para tal fin y nunca empleando las llantas, cubiertas y guardabarros.
- No se saltará de la máquina directamente al suelo, salvo en caso de peligro inminente para el maquinista.
- Sólo podrán acceder a la máquina personas autorizadas a ello por el jefe de obra.

- Antes de arrancar el motor, el maquinista comprobará siempre que todos los mandos están en su posición neutral, para evitar puestas en marcha imprevistas.
- Antes de iniciar la marcha, el maquinista se asegurará de que no existe nadie cerca, que pueda ser arrollado por la máquina en movimiento.
- No se permitirá liberar los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Si fuese preciso arrancar el motor mediante la batería de otra máquina, se extremarán las precauciones, debiendo existir una perfecta coordinación entre el personal que tenga que hacer la maniobra. Nunca se debe conectar a la batería descargada otra de tensión superior.
- Cuando se trabaje con máquinas cuyo tren de rodaje sea de neumáticos, será necesario vigilar que la presión de los mismos es la recomendada por el fabricante. Durante el relleno de aire de los neumáticos el operario se situará tras la banda de rodadura, apartado del punto de conexión, pues el reventón de la manguera de suministro o la rotura de la boquilla, pueden hacerla actuar como un látigo.
- Que el operador abandone la máquina, aunque sea por breves instantes, deberá antes hacer descender el equipo o útil hasta el suelo y colocar el freno de aparcamiento. Si se prevé una ausencia superior a tres minutos deberá, además, parar el motor.
- Se prohibirá encaramarse a la máquina cuando ésta esté en movimiento.
- Con objeto de evitar vuelcos de la maquinaria por deformaciones del terreno mal consolidado, se prohibirá circular y estacionar a menos de tres metros del borde de barrancos, zanjas, taludes de terraplén y otros bordes de explanaciones.
- Antes de realizar vaciados a media ladera con vertido hacia la pendiente, se inspeccionará detenidamente la zona, en prevención de desprendimientos o aludes sobre las personas o cosas.
- Se circulará con las luces encendidas cuando, a causa del polvo, pueda verse disminuida la visibilidad del maquinista o de otras personas hacia la máquina.
- Estará terminantemente prohibido transportar personas en la máquina, si no existe un asiento adecuado para ello.
- Siempre que la máquina disponga de fábrica de cinturón de seguridad, el operario que la maneje deberá hacer uso del mismo.

- No se utilizará nunca la máquina por encima de sus posibilidades mecánicas, es decir, no se forzará la máquina con cargas o circulando por pendientes excesivas.

**Reparaciones y mantenimiento en obra**

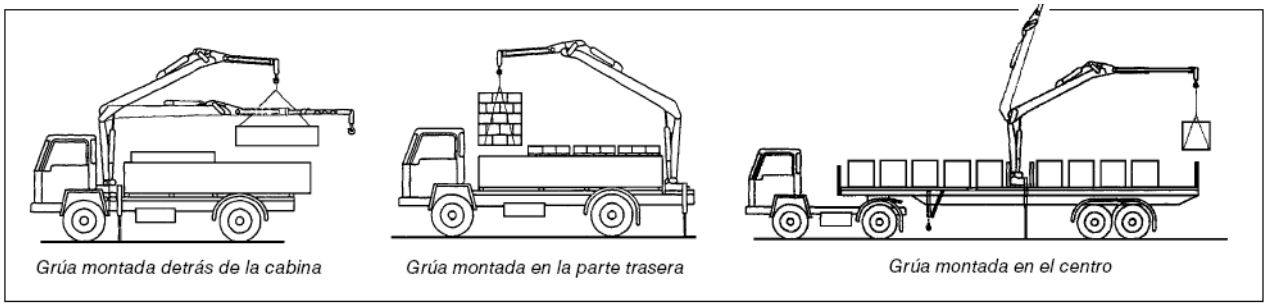
- En los casos de fallos en la máquina, se subsanarán siempre las deficiencias de la misma antes de reanudar el trabajo.
- Durante las operaciones de mantenimiento, la maquinaria permanecerá siempre con el motor parado, el útil de trabajo apoyado en el suelo, el freno de mano activado y la máquina bloqueada.
- No se guardará combustible ni trapos grasientos sobre la máquina, para evitar riesgos de incendios.
- No se levantará en caliente la tapa del radiador. Los vapores desprendidos de forma incontrolada pueden causar quemaduras al operario.
- El cambio de aceite del motor y del sistema hidráulico se efectuará siempre con el motor frío, para evitar quemaduras.
- El personal que manipule baterías deberá utilizar gafas protectoras y guantes impermeables.
- En las proximidades de baterías se prohibirá fumar, encender fuego o realizar alguna maniobra que pueda producir un chispazo eléctrico.
- Las herramientas empleadas en el manejo de baterías deben ser aislantes, para evitar cortocircuitos.
- Se evitará siempre colocar encima de la batería herramientas o elementos metálicos, que puedan provocar un cortocircuito.
- Siempre que sea posible, se emplearán baterías blindadas, que lleven los bornes intermedios totalmente cubiertos.
- Al realizar el repostaje de combustible, se evitará la proximidad de focos de ignición, que podrían producir la inflamación del gasoil.
- La verificación del nivel de refrigerante en el radiador debe hacerse siempre con las debidas precauciones, teniendo cuidado de eliminar la presión interior antes de abrir totalmente el tapón.
- Cuando deba manipularse el sistema eléctrico de la máquina, el operario deberá antes desconectar el motor y extraer la llave del contacto.

- Cuando deban soldarse tuberías del sistema hidráulico, siempre será necesario vaciarlas y limpiarlas de aceite.

## 6.2 Camión grúa

Las aplicaciones posibles de estos equipos en función de su diagrama de carga y lo definido por el fabricante son:

- Cargar / descargar el vehículo propio u otro vehículo.
- Elevar, sujetar y mover cargas en las posiciones permitidas según su diagrama de cargas.
- Levantar, sujetar y mover cargas por debajo del nivel del suelo según su diagrama de cargas.
- Levantar cargas a una altura elevada y sostener a continuación dicha carga para trabajos de montaje (cabrios, vigas metálicas, elementos de hormigón, etc.).
- Uso de accesorios autorizados por los fabricantes como: jib (tercer brazo articulado), cuchara para levantar y mover material a granel (arena, guijarros, etc.), portapalet, pulpos, etc.
- Transportar cubas de hormigón a las diferentes zonas a hormigonar y soltar la carga en altura.
- Carga y descarga de vehículos.
- Elevación de cargas desde el suelo a diferentes alturas (por ej. transportar grava a un tejado).
- Trabajos de montaje tales como posicionamiento de vigas y estructuras de un edificio.
- Elevar material de construcción sobre paletas a diferentes alturas de un edificio, transportándolo desde el propio camión, del suelo o de otro camión.
- Desplazamiento del cubilote de hormigonar hasta diferentes alturas para hormigonar.
- Posicionar tuberías a nivel del suelo o en el interior de zanjas y mantenerlos en posición mientras se unen entre sí.
- Manipulación de cargas pesadas, planchas de hormigón prefabricado, etc. en el sector de la construcción principalmente.
- Sujetar y mover bombas sumergidas en pozos para su reparación o sustitución con ayuda de un cabrestante.




### 6.2.1 Identificación de riesgos:

- Vuelco del vehículo portante debido a posicionamiento de estabilizadores y/o nivelación defectuosa del mismo. Fallo del terreno donde se asienta. Sobrepasar el momento de carga máximo admisible (por ejemplo, al desmontar material). Efecto del viento.
- Caída de la carga durante su movimiento debida a: Fallo en el circuito hidráulico. Choque de las cargas o del extremo de la pluma contra un obstáculo. Por rotura de eslingas, cables o de otros elementos auxiliares (ganchos, poleas, etc.). Por enganche o estrobado deficientemente realizados.
- Golpes contra objetos o personas debidos a: Manipulación de la carga en proximidad de personas, bienes, etc. Por rotura de eslingas, cables o de otros elementos auxiliares (ganchos, poleas, etc.).
- Atrapamiento de extremidades: Entre elementos auxiliares (ganchos, eslingas, poleas, etc.). Por la propia carga al ser depositada. Por las partes móviles del equipo.
- Contactos eléctricos indirectos debidos a: Entrar la estructura o los cables en contacto con líneas eléctricas.
- Quemaduras con líquidos o conductos calientes debidas a: Entrar en contacto con el distribuidor, las válvulas, tuberías y latiguillos, racores, cilindros, etc. del circuito hidráulico calientes por el flujo del aceite al circular por los mismos. Por rotura de algún elemento del circuito produciéndose la eyección de fluido a alta temperatura.
- Caídas de altura debidas a: Al subirse el operario al equipo, para efectuar reparaciones, acceder a puestos de mando auxiliares, etc.
- Trauma sonoro debido a: A la fuente de energía, normalmente el motor del vehículo.
- Inhalación de gases de escape debido a: Los componentes de los gases de escape, como el monóxido de carbono, los óxidos de nitrógeno o el hollín del gasóleo, afectando al operador cuando está en el puesto de mando.

- Riesgos de diversa índole en el transporte debidos a: Circular con las extensiones y gatos de apoyo no retraídos totalmente. Circular con la grúa desplegada por encima de la carga a transportar superando la altura máxima del vehículo. No asegurar correctamente las cargas y accesorios para que no se desplacen en el transporte o estar colocados de tal forma que sobresalgan de los límites permitidos por la legislación vigente.
- Riesgos de diversa índole en la zona de trabajo debidos a: Movimiento de las partes móviles del equipo al estabilizarlo. Caída de cargas desde altura o movimiento de ellas. Por vuelco del equipo por perdida de estabilidad

### 6.2.2 Medidas preventivas necesarias:

Siempre que no exista visibilidad durante el proceso de maniobras de la grúa se designará un responsable de maniobras.

**Normas de seguridad en la preparación del funcionamiento de la grúa**

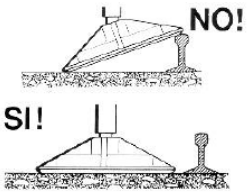
El cumplimiento de las normas de seguridad en la utilización pueden prevenir la mayoría de los riesgos reseñados.

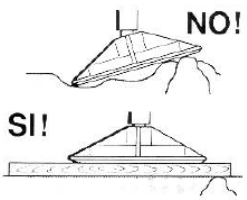
**Emplazamiento del vehículo:**

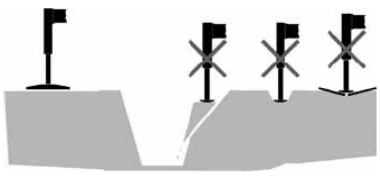
- El emplazamiento de la máquina se efectuará evitando las irregularidades del terreno y allanando su superficie si fuera preciso al objeto de conseguir que la grúa quede perfectamente nivelada; nivelación que deberá ser verificada antes de iniciarse los

trabajos que serán detenidos de forma inmediata si durante su ejecución se observa el hundimiento de algún apoyo.

| Presión admisible sobre el terreno (capacidad de carga del suelo) según DIN 1054 | |
|---|---|
| **Suelo terraplenado sin compactar artificialmente** | 0 - 10 N/cm² |
| **Asfalto** | 20 N/cm² |
| **Suelo natural (en principio no modificado)** | |
| 1. Lodo, turba, tierra cenagosa | 0 N/cm² |
| 2. Suelos no cohesivos, suficientemente consolidados: | |
| Arena fina y media | 15 N/cm² |
| Arena gruesa a grava | 20 N/cm² |
| Grava compactada | 25 N/cm² |
| 3. Suelos cohesivos: | |
| Pastosos | 0 N/cm² |
| Blandos | 4 N/cm² |
| Consistentes | 10 N/cm² |
| Semisólidos | 20 N/cm² |
| Duros (sólidos) | 30 N/cm² |
| 4. Roca: | |
| Roca viva | 100 N/cm² |

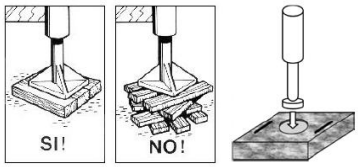


- La comprobación de los niveles de inclinación debe hacerse en cada puesto de control de la grúa. Si la burbuja de aire se encuentra en el centro del nivel, la grúa está en posición horizontal.
- Si la transmisión de la carga se realiza a través de estabilizadores y el terreno es de constitución arcillosa o no ofrece garantías, es preferible ampliar el reparto de carga

sobre el mismo aumentando la superficie de apoyo mediante bases especiales, por ejemplo, bases de apoyo de alta resistencia diseñadas para tal fin; por una o más capas de traviesas de ferrocarril o tablones, etc.




- La superficie de apoyo puede ser calculada aproximadamente de la manera siguiente. Los valores para la fuerza máxima de apoyo se encuentran en los datos técnicos de la grúa. El cálculo de la superficie necesaria se puede realizar mediante la siguiente expresión.

$$\text{Superficie de estabilización A [cm²]} = \frac{\text{Fuerza de apoyo F (N)}}{\text{Capacidad portante del suelo [N/cm²]}}$$

- La presión máxima permitida sobre el suelo (resistencia del suelo) se puede ver en la tabla, definida según DIN 1054.

**Nivelación**

- Los trabajos con la grúa no están permitidos hasta que el vehículo esté apoyado sobre los estabilizadores y nivelado correctamente.
- Se debe comprobar en el “Manual de uso” del fabricante del equipo la inclinación máxima permitida dependiendo de la configuración y ángulos de trabajo.

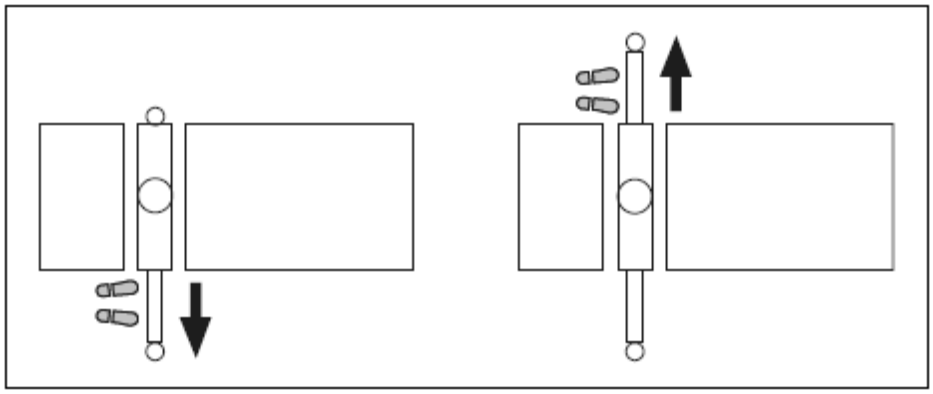
**Mandos**

- La disposición de los mandos y las funciones de la grúa y estabilizadores (símbolos) en el puesto de mando de cada grúa concreta difiere de un equipo a otro, por tanto, es necesario consultar el “Manual de uso del fabricante” para familiarizarse con cada equipo.
- Existen mandos bidireccionales y multidireccionales (joystick). Todos los mandos deben volver a la posición neutra cuando han sido liberados. Los símbolos deben estar marcados de forma permanente y bien visible para cada una de las funciones de trabajo. Las palancas de mando deben estar protegidas contra un accionamiento involuntario.
- La disposición de los mandos bidireccionales tiene que seguir la secuencia de las funciones de trabajo desde la base de la grúa al dispositivo de manejo de la carga.

- Las palancas de mando para las funciones de puesta en posición deben estar separadas por un espacio o claramente diferenciadas (de otra forma que por símbolos) de otras palancas de mando.

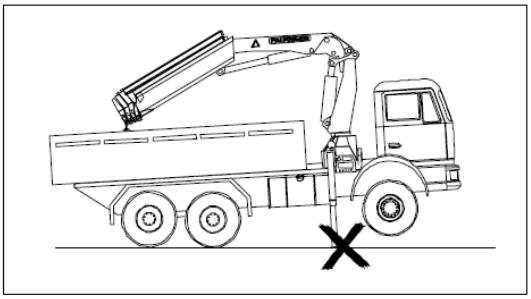
**Sistema de apoyos**

- Si el cálculo de estabilidad y de seguridad de la grúa lo permite se podría trabajar con grúa sobre ruedas transmitiendo los esfuerzos al terreno a través de los neumáticos, se tendrá presente que en estas condiciones los constructores recomiendan generalmente mayor presión de inflado que la que deberán tener circulando, por lo que antes de pasar de una situación a otra es de gran importancia la corrección de presión con el fin de que en todo momento se adecuen a las normas establecidas por el fabricante.
- Si el cálculo de estabilidad no permite trabajar solamente con los neumáticos se deben utilizar un sistema de apoyo de vigas y gatos. Al extender las vigas de estabilizador y los gatos estabilizadores, se debe elegir el puesto de mando de modo que se pueda abarcar con la vista su zona de movimiento completa.



- Nunca se deben perder de vista los componentes de la grúa que se estén moviendo en cada momento. En la zona de movimiento de las vigas de estabilizador / gatos estabilizadores no se deben encontrar personas ni objetos, respetando siempre las distancias mínimas de seguridad
- En caso de una superficie asfaltada, hay que asegurarse que no se apoya el vehículo sobre huecos o cavidades, como por ejemplo una boca de alcantarilla.

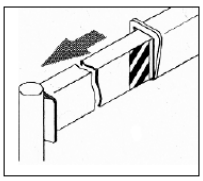
- El vehículo no debe ser elevado al apoyar los gatos, pues de lo contrario se sobrecargan estos y se reduce la eficacia del efecto de frenado. Los cilindros de apoyo están dimensionados para compensar solamente el momento de vuelco, por consiguiente, nunca se debe levantar con ellos el vehículo.



- Asimismo, en casos de transmisión de cargas a través de neumáticos, la suspensión del vehículo portante debe ser bloqueada con el objeto de que, al mantenerse rígida, se conserve la horizontalidad del chasis en cualquier posición que adopte la flecha y para evitar movimientos imprevistos de aquél. Además de mantenerse en servicio y bloqueado al freno de mano, se calzarán las ruedas de forma adecuada.
- Si un vehículo está equipado con gatos adicionales y éstos no han sido sacados, el vehículo puede volcar.
- En vehículos equipados con extensiones adicionales se procederá de la misma manera que para los de la grúa, tener en cuenta en esta situación todas las indicaciones de seguridad referidas al apoyo.

**Viga del estabilizador**

- Para grúas con capacidad de 1 000 Kg ó más, ó con un par de elevación neto máximo de 40 000 Nm ó más, la estabilidad del vehículo deberá estar incluida en el sistema de sobrecarga de la grúa.
- Las extensiones de los estabilizadores deben marcarse para mostrar cuando están correctamente desplegados (por ejemplo, con marcas amarillas). Los cálculos de estabilidad están realizados para cuando los gatos están totalmente extendidos.

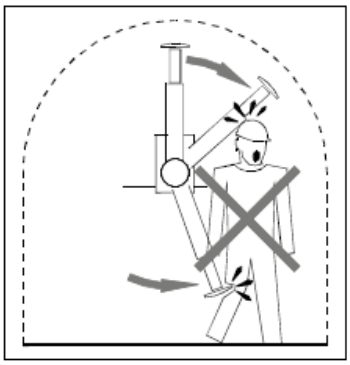


- Según la norma UNE-EN 12999:2009, en grúas montadas sobre camión (excepto las grúas forestales) que deban disponer de limitador de capacidad nominal y necesiten la utilización de estabilizadores para cumplir con la estabilidad del equipo, la posición de los estabilizadores debe estar supervisada por el limitador de carga nominal y la capacidad de la grúa supeditada a la posición de dichos estabilizadores.
- Existen dos tipos de extensiones, manuales e hidráulicas. Las extensiones manuales deberán venir provistas de agarraderos, dispositivos de bloqueo para las posiciones de trabajo y de transporte y topes de extensión. Las extensiones hidráulicas deben

estar provistas de medios de bloqueo para la posición de transporte y también en la posición de trabajo, si los cilindros hidráulicos no pueden resistir las fuerzas durante el manejo de las cargas.

- No se debe empujar o arrastrar objetos con los estabilizadores hidráulicos.

**Gato del estabilizador**



- El cilindro de estabilizador debe tener medios, por ejemplo, platillos, para su apoyo sobre el suelo, además deberá estar diseñado para ajustarse a desniveles del suelo de hasta 10°.
- Existen dos tipos de gatos estabilizadores dependiendo de su forma de transporte: fijos o giratorios con basculamiento manual o hidráulico.
- Cuando el gato estabilizador tiene un dispositivo de basculamiento, deben preverse dispositivos de bloqueo que pueda soportar las fuerzas normales de funcionamiento (por ejemplo, pasadores) para asegurar el gato en ambas posiciones de trabajo y de transporte.
- En el radio de giro del gato estabilizador pivotante no deben encontrarse ni el operador ni otras personas.

**Posición de trabajo. Despliegue de la grúa**

La grúa estará lista para trabajar después de proceder a realizar las siguientes operaciones:

- Las extensiones están aseguradas mediante pernos y pasadores.
- El vehículo está apoyado correctamente sobre los estabilizadores
- En la zona de movimiento de la grúa no se encuentran
- personas ni objetos.
- Todos los movimientos de la grúa deben encontrarse en el campo visual del operador.

- Condiciones meteorológicas: Con velocidades de viento superiores a 50 km/h no se puede garantizar la seguridad en el trabajo con la grúa. Si se alcanza esa velocidad del viento no se debe poner en marcha la grúa o bien debe ser parada. En caso de acercarse una tormenta la grúa no debe ser puesta en marcha o bien debe ser parada.




- Accionamiento de los mandos. Situarse en los mandos más adecuados para cada caso particular.
- Desde el suelo: Poner el brazo principal en la posición de trabajo desde el puesto de mando situado en el lado opuesto al apoyo del brazo principal. Si se despliega la grúa desde el puesto de mando equivocado, existirá para el operador grave riesgo de accidente por el brazo de carga.
- No extender el sistema de prolongas hasta que la grúa esté desplegada. Si se extienden los brazos de extensión antes de que el brazo principal se encuentre en la posición izada, existirá peligro de accidente para el operador
- Sistema de radiocontrol a distancia: Elegir un emplazamiento situado fuera de la zona de peligro. Si el operador se encuentra en la zona de movimiento de la grúa, existirá grave riesgo de accidente.
- Mando desde el asiento elevado: Colocar el brazo de carga en la posición de trabajo desde el asiento elevado.
- Mando desde el puesto elevado: Poner el brazo de carga en la posición de trabajo desde el puesto de mando situado en el suelo en el lado opuesto al apoyo del brazo. Existe grave riesgo de accidente por bajada o giro del brazo principal.
- Secuencia para desplegar la grúa: (ver figura secuencia tipo)
  - Respetar la secuencia definida en el “Manual de Uso” del fabricante del equipo. Cada equipo por su posición de transporte, por los accesorios incorporados, etc., puede ser plegado y desplegado de forma diferente.
  - Se ha comprobado el buen funcionamiento de la parada de emergencia en cada puesto de mando y el limitador e indicador de carga (según manual de uso).

**Procedimientos Generales:**

- Esta máquina únicamente debe ser utilizada por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica adecuada.

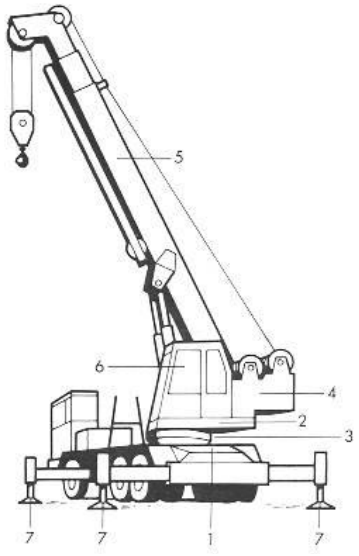
- La máquina cumplirá con todos los requisitos establecidos por el RD. 1215/1997, por lo que deberá ir provista de marcado CE, Declaración CE de Conformidad y Manual de Instrucciones en castellano.
- Se usará tal como especifique el manual de instrucciones de uso y manejo que deberá ser proporcionado por el fabricante o suministrador.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios, timbrado y con las revisiones al día.
- Se comprobará el correcto funcionamiento de frenos, dirección, mando de equipos y dispositivos de alarma y señalización.
- Los camiones grúa se utilizarán de acuerdo al R.D. 837/2003, teniendo la certificación del conjunto camión/pluma. Así mismo el conductor tendrá formación específica para el manejo de dicho equipo.

### 6.2.3 Equipos de protección individual:

- Calzado de seguridad
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche
- Casco
- Guantes

## 6.3 Grúa autopropulsada.

En el más amplio sentido de su acepción denominaremos grúa móvil a todo conjunto formado por un vehículo portante, sobre ruedas o sobre orugas, dotado de sistemas de propulsión y dirección propios sobre cuyo chasis se acopla un aparato de elevación tipo pluma.




1) Chasis portante.
2) Plataforma base.
3) Corona de orientación.
4) Equipo de elevación.
5) Flecha telescópica.
6) Cabina de mando.
7) Estabilizadores.

Los que han sido concebidos exclusivamente para el movimiento de grandes cargas, son a los que con la denominación concreta de grúa móvil nos referimos en la presente DIS y que en síntesis están constituidas por los siguientes componentes o grupos de elementos.

**Chasis portante**

Estructura metálica sobre la que, además de los sistemas de propulsión y dirección, se fijan los restantes componentes.

**Superestructura**

Constituida por una plataforma base sobre corona de orientación que la une al chasis y permite el giro de 360º, la cual soporta la flecha o pluma que puede ser de celosía o telescópica, equipo de elevación, cabina de mando, y en algunos casos, contrapeso desplazable.

**Elementos de apoyo**

A través de los que se transmiten los esfuerzos al terreno, orugas, ruedas y estabilizadores u apoyos auxiliares que disponen las grúas móviles sobre ruedas y están constituidos por gatos hidráulicos montados en brazos extensibles, sobre los que se hace descansar totalmente la máquina lo cual permite aumentar la superficie del polígono de sustentación y mejorar el reparto de cargas sobre el terreno.

### 6.3.1 Identificación de riesgos

Los que con mayor frecuencia se presentan en los trabajos realizados con grúas móviles, que consideramos específicos de esta máquina, aunque también pueden serlo de otras, son los que siguen:

- Vuelco de la máquina: Que puede producirse por nivelación defectuosa de la misma, por fallo del terreno donde se asienta, por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible o por efecto del viento.
- Precipitación de la carga: Por fallo en el circuito hidráulico, frenos, etc. por choque de las cargas o del extremo de la pluma contra un obstáculo, por rotura de cables o de

otros elementos auxiliares (ganchos, poleas, etc.) y/ por enganche o estrobado deficientemente realizados.

- Golpes: Producidos por la carga durante la maniobra o por rotura de cables en tensión.
- Atrapamientos: Entre elementos auxiliares (ganchos, eslingas, poleas, etc.) o por la propia carga.
- Contacto eléctrico: Indirecto al entrar la pluma o los cables en contacto con una línea eléctrica.

**Riesgos generales:**

A continuación, se indican aquellos riesgos que también son comunes a la mayor parte de equipos e instalaciones o que se derivan de cualquier otro proceso productivo.

- Atrapamientos: Entre mecanismos u órganos en movimiento.
- Caídas a distinto nivel: Durante el estrobado o recepción de la carga cuando se realizan a diferentes niveles al que está situada la máquina.
- Caída a nivel: Durante los desplazamientos requeridos para realizar el estrobado de las cargas o dirigir la maniobra al gruista.
- Contacto con objetos cortantes o punzantes: Durante la preparación o manejo de cargas.
- Caída de objetos: Producido por desplome de las cargas mal apiladas.
- Choques: Contra el material mal apilado.
- Proyección de partículas: Dado que durante el movimiento de las cargas se desprenden partículas adheridas a las mismas.
- Sobreesfuerzos: Originados por la utilización del esfuerzo muscular en la preparación de cargas.
- Quemaduras: Por contacto con superficies calientes (escape de gases).
- Ruido: Dado que el nivel sonoro puede alcanzar 96 dB en el interior de la cabina de mando.
- Intoxicación: Por inhalación de los gases producidos por los motores de combustión especialmente cuando su reglaje es defectuoso.

**Sistemas de seguridad:**

Son medidas técnicas y equipos que anulan un riesgo o bien dan protección sin condicionar el proceso operativo.

Entre los riesgos específicos originados en los trabajos con grúa móvil cabe destacar, por los graves daños en que puedan concretarse, el vuelco de la máquina, la precipitación de la carga y el contacto de la pluma con una línea eléctrica de A.T.

Como se ha expuesto con anterioridad cada uno de estos riesgos tiene su origen en una o varias causas, algunas de las cuales pueden ser eliminadas mediante los sistemas de seguridad que se describen a continuación, por impedir que llegue a producirse la situación de peligro.

- Limitador del momento de carga: Dispositivo automático de seguridad para grúas telescópicas de todo tipo, que previene contra los riesgos de sobrecarga o de vuelco por sobrepasarse el máximo momento de carga admisible. La finalidad de este dispositivo es impedir que se sobrepase la "curva de carga a seguir" indicada por el fabricante. Generalmente actúa emitiendo una señal de alarma, luminosa o sonora, cuando el momento de carga llega a ser el 75% del máximo admisible y bloqueando los circuitos hidráulicos al alcanzarse el 85% del valor de aquél.
- Válvulas de seguridad: Sistema de válvulas que provocan el enclavamiento de las secciones de la pluma telescópicas al dejar bloqueados los circuitos hidráulicos cuando se producen fugas en los conductos de alimentación.
- Limitador de final de carrera del gancho: Dispositivo eléctrico que corta automáticamente el suministro de fuerza cuando el gancho se encuentra a la distancia mínima admisible del extremo de la pluma.
- Pestillo de seguridad: Dispositivo incorporado a los ganchos para evitar que los cables, estrobos o eslingas que soportan la carga puedan salirse de aquéllos. Existen diversos tipos entre los que cabe destacar los de resorte y los de contrapeso.
- Detector de tensión: Dispositivo electrónico que emite una señal en la cabina de mando cuando la pluma se aproxima a una línea de alta tensión, al ser detectado el campo eléctrico por las sondas fijadas en el extremo de la flecha.

### 6.3.2 Medidas preventivas

**Ante el riesgo de vuelco**

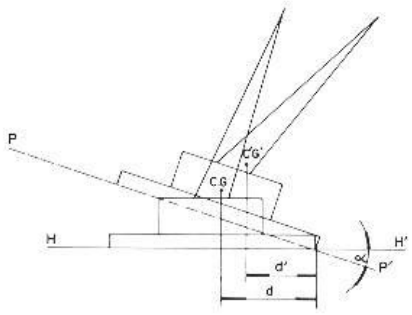
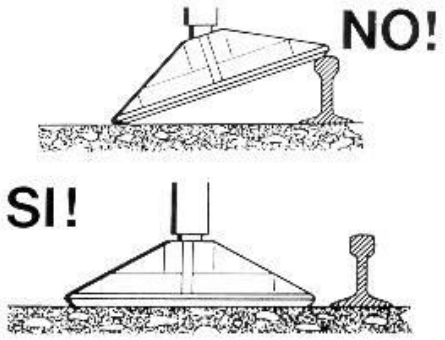


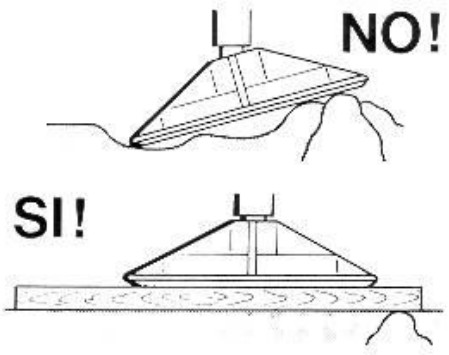

Fig. 2: HH´) Plano horizontal. PP´) Plano de apo
ángulo entre ambos planos. CG) Centro de gravedad
máquina. d) Distancia de la arista de trabajo a la v
por CG.

Se admite que una grúa es segura contra el riesgo de vuelco cuando, trabajando en la arista de vuelco más desfavorable, no vuelca en tanto se cumplen las condiciones impuestas por su constructor, entendiéndose por arista de vuelco más desfavorable aquélla de las líneas definidas por dos apoyos consecutivos cuya distancia a la vertical que pasa por el centro de gravedad de toda la máquina, es menor. Esta distancia, para cada posición y alcance de la pluma, es más pequeña cuanto mayor es el ángulo que forma el plano horizontal con el definido por la plataforma base de la grúa (Figura 2) y como el momento de vuelco tiene por valor el producto de dicha distancia por el peso total de la máquina, es de vital importancia que su nivelación sea adecuada para que el mínimo momento de vuelco que pueda resultar sobre la arista más desfavorable durante el giro de la pluma sea siempre superior al máximo momento de carga admisible, que en ningún caso deberá sobrepasarse. Es por ello por lo que ante este riesgo deberá procederse actuando como sigue:

- **Sobre el terreno**: Se comprobará que el terreno tiene consistencia suficiente para que los apoyos (orugas, ruedas o estabilizadores) no se hundan en el mismo durante la ejecución de las maniobras. El emplazamiento de la máquina se efectuará evitando las irregularidades del terreno y explanando su superficie si fuera preciso (Figuras 3 y 4), al objeto de conseguir que la grúa quede perfectamente nivelada, nivelación que deberá ser verificada antes de iniciarse los trabajos que serán detenidos de forma inmediata si durante su ejecución se observa el hundimiento de algún apoyo.




- Fig 3




- Fig 4

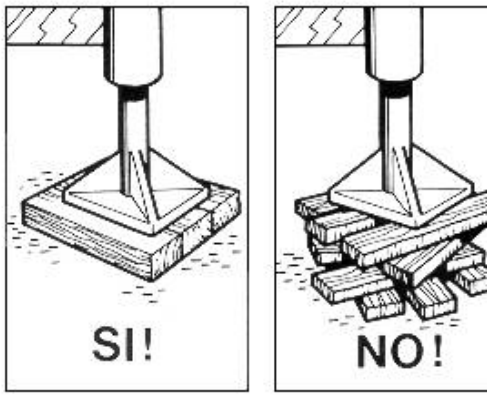


Fig 5

Si la transmisión de la carga se realiza a través de estabilizadores y el terreno es de constitución arcillosa o no ofrece garantías, es preferible ampliar el reparto de carga sobre el mismo aumentando la superficie de apoyo mediante bases constituidas por una o más capas de traviesas de ferrocarril o tablones, de al menos 80 mm. de espesor y 1.000 mm. de longitud que se interpondrán entre terreno y estabilizadores cruzando ordenadamente, en el segundo supuesto, los tablones de cada capa sobre la anterior (Figura 5).

- **Sobre los apoyos**: Al trabajar con grúa sobre ruedas transmitiendo los esfuerzos al terreno a través de los neumáticos, se tendrá presente que en estas condiciones los constructores recomiendan generalmente mayor presión de inflado que la que deberán tener circulando, por lo que antes de pasar de una situación a otra es de gran importancia la corrección de presión con el fin de que en todo momento se adecúen a las normas establecidas por el fabricante.

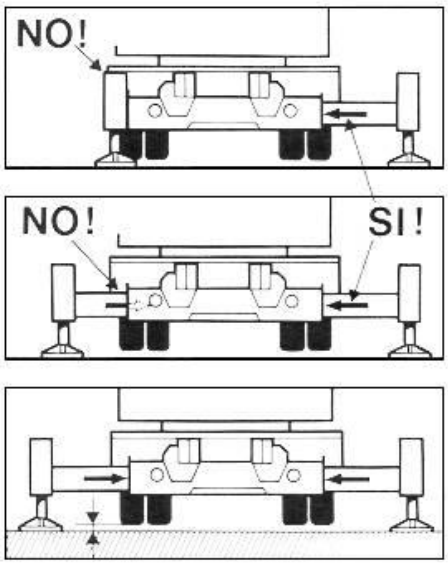


**Fig. 6: Posicionamiento correcto**

Asimismo, en casos de transmisión de cargas a través de neumáticos, la suspensión del vehículo portante debe ser bloqueada con el objeto de que, al mantenerse rígida, se conserve la horizontalidad de la plataforma base en cualquier posición que adopte la flecha y para evitar movimientos imprevistos de aquél, además de mantenerse en servicio y bloqueado al freno de mano, se calzarán las ruedas de forma adecuada. Cuando la grúa móvil trabaja sobre estabilizadores, que es lo recomendable aún cuando el peso de la carga a elevar permita hacerlo sobre neumáticos, los brazos soportes de aquéllos deberán encontrarse extendidos en su máxima longitud y, manteniéndose la correcta horizontalidad de la máquina, se darán a los gatos la elevación necesaria para que los neumáticos queden totalmente separados del suelo (Figura 6).

- **En la maniobra:** La ejecución segura de una maniobra exige el conocimiento del peso de la carga por lo que, de no ser previamente conocido, deberá obtenerse una

aproximación por exceso, cubicándola y aplicándole un peso específico entre 7,85 y 8 Kg/dm3 para aceros. Al peso de la carga se le sumará el de los elementos auxiliares (estrobos, grilletes, etc.). Conocido el peso de la carga, el gruista verificará en las tablas de trabajo, propias de cada grúa, que los ángulos de elevación y alcance de la flecha seleccionados son correctos, de no ser así deberá modificar alguno de dichos parámetros.

En operaciones tales como rescate de vehículos accidentados, desmantelamiento de estructuras, etc., la maniobra debe realizarse poniendo en ella una gran atención pues si la carga está aprisionada y la tracción no se ejerce verticalmente, el propio ángulo de tiro puede ser causa de que sobre la arista de trabajo se produzca un momento de carga superior al máximo admisible.

Por otra parte deben evitarse oscilaciones pendulares que, cuando la masa de la carga es grande, pueden adquirir amplitudes que pondrían en peligro la estabilidad de la máquina, por lo que en la ejecución de toda maniobra se adoptará como norma general que el movimiento de la carga a lo largo de aquella se realice de forma armoniosa, es decir sin movimientos bruscos pues la suavidad de movimientos o pasos que se siguen en su realización inciden más directamente en la estabilidad que la rapidez o lentitud con que se ejecuten.

En cualquier caso, cuando el viento es excesivo el gruista interrumpirá temporalmente su trabajo y asegurará la flecha en posición de marcha del vehículo portante.

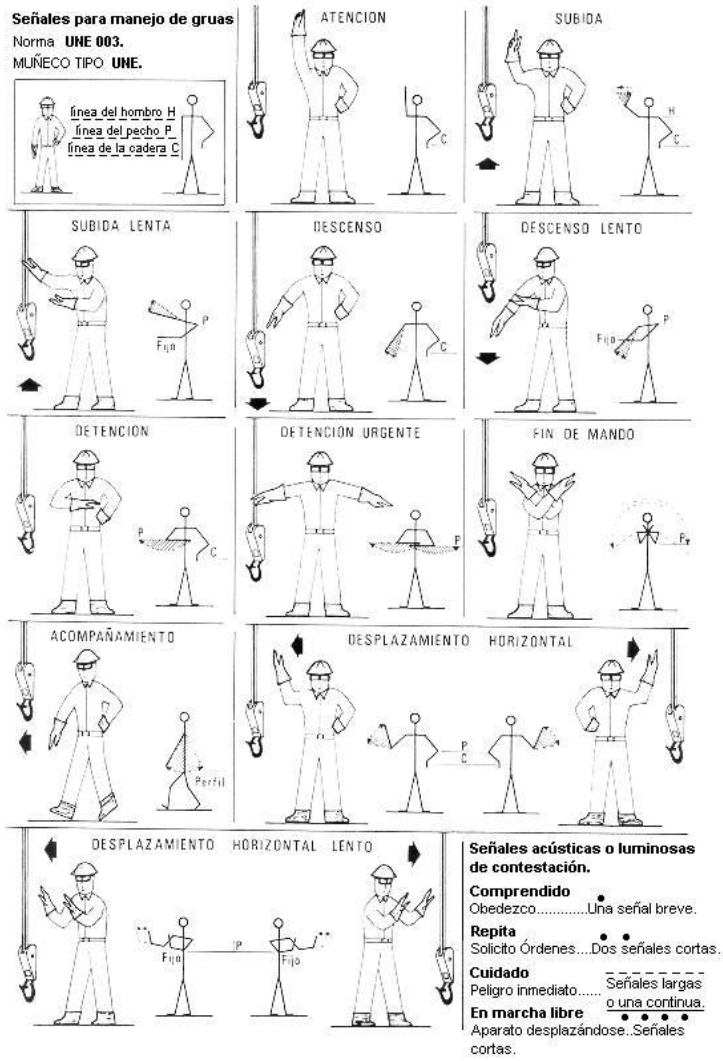



Fig 7

**Ante el riesgo de precipitación de la carga**

Generalmente la caída de la carga se produce por enganche o estrobado defectuosos, por roturas de cables u otros elementos auxiliares (eslingas, ganchos, etc.) o como consecuencia del choque del extremo de la flecha o de la propia carga contra algún obstáculo por lo que para evitar que aquélla llegue a materializarse se adoptarán las siguientes medidas:

**Respecto al estrobado y elementos auxiliares**: El estrobado se realizará de manera que el reparto de carga sea homogéneo para que la pieza suspendida quede en equilibrio estable, evitándose el contacto de estrobos con aristas vivas mediante la utilización de salvacables. El ángulo que forman los estrobos entre sí no superará en ningún caso 120º debiéndose procurar que sea inferior a 90º. En todo caso deberá comprobarse en las correspondientes tablas, que la carga útil para el ángulo formado es superior a la real.

Cada uno de los elementos auxiliares que se utilicen en las maniobras (eslingas, ganchos, grilletes, ranas, etc.) tendrán capacidad de carga suficiente para soportar, sin deformarse, las solicitaciones a las que estarán sometidos. Se desecharán aquellos cables cuyos hilos rotos, contados a lo largo de un tramo de cable de longitud inferior a ocho veces su diámetro, superen el 10% del total de los mismos.

- **Respecto a la zona de maniobra:** Se entenderá por zona de maniobra todo el espacio que cubra la pluma en su giro o trayectoria, desde el punto de amarre de la carga hasta el de colocación. Esta zona deberá estar libre de obstáculos y previamente habrá sido señalizada y acotada para evitar el paso del personal, en tanto dure la maniobra.

  Si el paso de cargas suspendidas sobre las personas no pudiera evitarse, se emitirán señales previamente establecidas, generalmente sonoras, con el fin de que puedan ponerse a salvo de posibles desprendimientos de aquéllas.
  Cuando la maniobra se realiza en un lugar de acceso público, tal como una carretera, el vehículo-grúa dispondrá de luces intermitentes o giratorias de color amarillo-auto, situadas en su plano superior, que deberán permanecer encendidas únicamente durante el tiempo necesario para su ejecución y con el fin de hacerse visible a distancia, especialmente durante la noche.

- **Respecto a la ejecución del trabajo:** En toda maniobra debe existir un encargado, con la formación y capacidad necesaria para poder dirigirla, que será responsable de su correcta ejecución, el cual podrá estar auxiliado por uno o varios ayudantes de maniobra, si su complejidad así lo requiere.

  El gruista solamente deberá obedecer las órdenes del encargado de maniobra y de los ayudantes, en su caso, quienes serán fácilmente identificables por distintivos o atuendos que los distingan de los restantes operarios.

  Las órdenes serán emitidas mediante un código de ademanes que deberán conocer perfectamente tanto el encargado de maniobra y sus ayudantes como el gruista, quién a su vez responderá por medio de señales acústicas o luminosas. Generalmente se utiliza el código de señales definido por la Norma UNE 003 (Figura 7).

  Durante el izado de la carga se evitará que el gancho alcance la mínima distancia admisible al extremo de la flecha, con el fin de reducir lo máximo posible la actuación del dispositivo de Fin de Carrera, evitando así el desgaste prematuro de contactos que puede originar averías y accidentes.

  Cuando la maniobra requiere el desplazamiento del vehículo-grúa con la carga suspendida, es necesario que los maquinistas estén muy atentos a las condiciones del recorrido (terreno no muy seguro o con desnivel, cercanías de líneas eléctricas), mantengan las cargas lo más bajas posible, den numerosas y eficaces señales a su paso y estén atentos a la combinación de los efectos de la fuerza de inercia que puede imprimir el balanceo o movimiento de péndulo de la carga.

### Ante el riesgo eléctrico

En presencia de líneas eléctricas debe evitarse que el extremo de la pluma, cables o la propia carga se aproxime a los conductores a una distancia menor de 5 m. si la tensión es igual o superior a 50 Kv. y a menos de 3 m. para tensiones inferiores. Para mayor seguridad se solicitará de la Compañía Eléctrica el corte del servicio durante el tiempo que requieran los trabajos y, de no ser factible, se protegerá la línea mediante una pantalla de protección (Figura 8).

En caso de contacto de la flecha o de cables con una línea eléctrica en tensión, como norma de seguridad el gruista deberá permanecer en la cabina hasta que la línea sea puesta fuera de servicio ya que en su interior no corre peligro de electrocución. No obstante, si se viese absolutamente obligado a abandonarla, deberá hacerlo saltando con los pies juntos, lo más alejado posible de la máquina para evitar contacto simultaneo entre ésta y tierra.

### Mantenimiento preventivo

El mantenimiento adecuado de todo equipo industrial tiene como consecuencia directa una considerable reducción de averías, lo cual a su vez hace disminuir en la misma proporción la probabilidad de que se produzcan accidentes provocados por aquéllas. Tiene por ello gran importancia realizar el mantenimiento preventivo tanto de la propia máquina como de los elementos auxiliares en los que, como mínimo, constará de las siguientes actuaciones:

- **De la máquina**

  Además de seguir las instrucciones contenidas en el Manual de Mantenimiento en el que el constructor recomienda los tipos de aceites y líquidos hidráulicos que han de utilizarse y se indican las revisiones y plazos con que han de efectuarse, es de vital importancia revisar periódicamente los estabilizadores prestando particular atención a las partes soldadas por ser los puntos más débiles de estos elementos, que han de verse sometidos a esfuerzos de especial magnitud.

- **De los elementos auxiliares**

  Los elementos auxiliares tales como cables, cadenas y aparejos de elevación en uso deben ser examinados enteramente por persona competente por lo menos una vez cada seis meses.

  Con propósitos de identificación, de modo que puedan llevarse registros de tales exámenes, debe marcarse un número de referencia en cada elemento y en el caso de eslingas se fijará una marca o etiqueta de metal numerada. En el registro se indicará el número, distintivo o marca de cada cadena, cable o aparejo, la fecha y número del certificado de la prueba original, la fecha en que fue utilizado por primera vez, la fecha

de cada examen, así como las particularidades o defectos encontrados que afecten a la carga admisible de trabajo y las medidas tomadas para remediarlas.

- **Protección personal**

  Para la prevención de accidentes en las maniobras con camión-grúa, además de los dispositivos de seguridad y medidas preventivas descritas, se han de utilizar, según los riesgos de cada puesto de trabajo, los siguientes equipos de protección personal que deberán estar homologados según las Normas Técnicas Reglamentarias correspondientes:

  - Ropa de trabajo adecuada.
  - Casco de seguridad.
  - Pantallas para la protección del rostro.
  - Gafas protectoras para la protección de la vista.
  - Auriculares, casquetes antirruido o similares para la protección de los oídos.
  - Botas de seguridad con refuerzos metálicos.
  - Guantes de seguridad.
  - Cinturones de seguridad.

- **Comportamiento humano**

  Actitudes psico-físicas:

  Las maniobras de las grúas conllevan grandes responsabilidades por lo que solamente deben confiarse a personas capaces, exentas de contraindicaciones físicas (limitación de las capacidades visuales y auditivas, tendencia al vértigo, impedimentos físicos de otra naturaleza, etc.) dotadas de rapidez de decisión y de reacción y que posean los conocimientos técnicos precisos.

  Mediante un cuidadoso examen médico y psicotécnico es posible realizar una selección previa del personal apto, pero su especialización en maniobras con la grúa requiere también efectuar, con resultado positivo, un período de instrucción teórica y de enseñanza práctica como ayudante de maquinista calificado.

  Aptitudes ergonómicas

  La óptima posición del cuerpo humano es la postura de sentado y en su defecto la de pie-sentado y por ello, en las máquinas que disponen de cabina de control y mando es

esencial un asiento cómodo para el gruista, que debe estar situado de tal forma que permita la máxima visión de todas las operaciones de izado.

La cabina de la grúa estará acondicionada contra las inclemencias del tiempo de manera que en su interior los factores temperatura y humedad se mantengan dentro de la zona de confort. Asimismo, estará protegida contra ruidos y vibraciones.

Los controles de la máquina deben quedar al alcance del gruista, de modo que puedan accionarse sin esfuerzos innecesarios.

### 6.3.3 Equipos de protección individual

- Calzado de seguridad con puntera suela reforzada.
- Casco de seguridad.
- Ropa alta visibilidad

## 6.4 Camión transporte

- **Normas básicas de seguridad.**
  - Revisión periódica de frenos y neumáticos.
  - Para recibir la carga y descarga estará el freno de mano puesto y las ruedas estarán inmovilizadas con topes. Si la cabina no es de seguridad, el conductor saldrá de su puesto.
  - El izado y descenso de la caja se realizará con escalera metálica sujeta al camión.
  - Al realizar las entradas o salidas del solar, lo hará con precaución, auxiliado por las señales de un miembro de la obra.
  - Respetará todas las normas del código de circulación y la señalización de la obra.
  - Cuando falte la visibilidad, la maniobra será dirigida por un operario auxiliar.
  - Las maniobras, dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas, auxiliándose del personal de obra.
  - La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
  - No permanecerá nadie en las proximidades del camión, en el momento de realizar éste, maniobras.
- **Protecciones colectivas.**

- Lona de cubrición para uso exterior de la obra.

- **Protecciones personales.**

El conductor del vehículo cumplirá las siguientes normas:

- Usar casco homologado, siempre que baje del camión.
- Durante la carga, permanecerá fuera del radio de acción de las máquinas y alejado del camión.
- Antes de comenzar la descarga, tendrá echado el freno de mano.

## 6.5 Bulldozer

### 6.5.1 Identificación de riesgos:

- Quemaduras físicas y químicas
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos
- Ambiente pulvígeno
- Aplastamientos
- Atrapamientos
- Atropellos y o colisiones
- Caída de objetos y/o máquinas
- Caídas de personas distinto nivel
- Caídas de personas al mismo nivel
- Contactos eléctricos directos
- Cuerpos extraños en ojos
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria
- Vibraciones
- Sobreesfuerzos
- Ruido
- Vuelco de máquinas y/o camiones

### 6.5.2 Medidas preventivas necesarias:

- El conductor-maquinista será una persona experta y cualificada para este trabajo.

- El conductor-maquinista antes de acceder a la máquina al iniciar su jornada, tendrá conocimiento de las dificultades, alteraciones o circunstancias que presente el terreno y su tarea y que de forma directa puedan afectarle por ser constitutivos de riesgo.
- Para Subir o bajar del bulldozer, se hará de forma frontal utilizando los peldaños y asideros dispuestos para tal función y por tanto no saltar directamente al suelo, salvo en caso de un peligro inminente.
- No realizar nunca ajustes en la máquina si esta está en movimiento o con el motor en marcha. Impedir el acceso a la máquina a toda persona que no esté debidamente autorizada.
- En caso de avería paralizar la máquina y no trabajar nunca en este estado.
- Para realizar operaciones de servicio, para el motor, poner el freno de mano y bloquear la máquina.
- En posición de parada, los frenos no se liberarán jamás, si antes no se ha instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- La cabina de la máquina deberá estar muy ordenada y limpia, en especial de grasas, aceites, trapos, etc.
- En caso de calentamiento del motor no abrir nunca directamente la tapa del radiador.
- No tocar nunca el líquido anticorrosión. Si por causas de fuerza mayor hubiera que tocarlo, habría
- que protegerse con guantes y gafas anti proyecciones.
- No se podrá fumar cuando se manipule la batería o se abastezca de combustible.
- No tocar directamente el electrolito de la batería con las manos. Si esto fuera imprescindible por algún motivo se deberá realizar con guantes de seguridad que protejan frente a agentes cáusticos y corrosivos.
- Si, por alguna causa de fuerza mayor, hubiere de manipularse en el sistema eléctrico, habrá que desconectar el motor y extraer la llave del contacto.
- En las labores de limpieza de la máquina, el que la realice deberá ir protegido con mascarilla, mono y guante de goma. Si se utilizase aire a presión deberá llevar gafas antiimpactos y tener mucha precaución con las posibles proyecciones de objetos y partículas.

- Se deberá vigilar la presión de los neumáticos y trabajar con la presión que recomienda el fabricante de la máquina.
- Durante el relleno de aire de las ruedas, hay que situarse tras la banda de rodadura, apartándose del punto de conexión y llanta.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo se tendrá que comprobar que los mandos funcionan correctamente, realizándose dichas pruebas con marchas y movimientos sumamente suaves.
- Se deberá ajustar el asiento del conductor-maquinista para que pueda alcanzar los controles con facilidad.
- Si hubiere contacto con cables eléctricos, el maquinista-conductor no deberá salir de la retroexcavadora hasta haber interrumpido el contacto y alejado la máquina del lugar. Entonces deberá saltar sin tocar al mismo tiempo la máquina y el suelo.
- Se acotará el entorno de trabajo y se prohibirá la presencia de personas en su entorno.
- Si por causa de fuerza mayor la máquina debiera ser arrancada mediante otra batería, hay que tratar de evitar los chisporroteos de los cables, ya que los líquidos de la batería desprenden gases inflamables y, además esta podría explotar.
- No se podrán utilizar en la realización de ningún trabajo dentro de la obra, bulldozer que no posean cabina de protección antivuelco y anti-impactos. Estas no podrán ser otras que las diseñadas por el fabricante para cada tipo o modelo de retroexcavadora.
- Las protecciones de la cabina anti-vuelco de deberán presentar ninguna deformación por haber sufrido y resistido ningún vuelco.
- Se revisarán periódicamente todos los puntos de escape del motor, con el fin de asegurar que el conductor no recibe gases procedentes de la combustión. Esta precaución se extremará en motores provistos de ventilador para aspiración del radiador.
- Los bulldozers de obra estarán provistos de botiquín de primeros auxilios.
- Queda prohibido que el conductor abandone la máquina con el motor en marcha.
- Se impedirá el trabajo de la maquinaria en aquellas zonas de desniveles o pendientes excesivas en las que el terreno no garantice unas perfectas condiciones de trabajo.
- Queda prohibido abandonar el bulldozer con la cuchilla izada sin apoyar en el suelo. La circulación sobre terrenos desiguales e irregulares se realizará a velocidad lenta.

- No se podrá transportar a ninguna persona en la máquina, salvo que sea por condiciones de emergencia o salvamento.
- Los bulldozers estarán provistos de un extintor, timbrado y con las revisiones legales al día.
- La vestimenta del conductor-maquinista de los bulldozers será ceñida, a fin de evitar enganches accidentales con salientes, mandos, controles, etc.
- Se prohíbe encaramarse al bulldozer durante la realización de cualquier movimiento. Queda prohibido la subida o la bajada de las retroexcavadoras estando en marcha.
- Estarán todos dotados de luces, bocina y avisador acústico de marcha atrás.
- Antes de arrancar el motor, el conductor-maquinista deberá cerciorarse de que no hay nadie, ni ningún obstáculo en el área de operación de la máquina.
- Los conductores-maquinistas se cerciorarán de que sus operaciones no pondrán en peligro a los trabajadores que se encuentres en zanjas o pozos, así como a ningún otro, próximos al lugar donde el realiza dichas operaciones.
- Los conductores-maquinistas deberán controlar los excesos de comida, así como evitar la ingestión de bebidas alcohólicas antes o durante el trabajo.
- Los conductores-maquinistas no tomarán ningún medicamento sin prescripción facultativa, en especial aquellos que produzcan efectos negativos para una adecuada conducción.
- Utilice el ríper adecuado al material a escarificar. Se recomienda un riper de tres dientes para material blando y poco estratificado, y un riper de un diente para material duro y estratificado.
- La dirección de ripado deberá ser idéntica a la que presente los estratos del material.
- Se atacará con el ríper bajo el ángulo adecuado, y se favorecerá la penetración aprovechando pequeñas pendientes. En ningún caso la pendiente lateral será superior al 50 %.
- Antes del proceder al ripado deberá realizarse un sondeo del terreno para determinar si es precisa una prevoladura.
- En todas las operaciones el maquinista estará cualificado y deberá ir provisto de casco de seguridad, calzado antideslizante y cinturón antivibratorio.
- Para el mantenimiento se deberá observar las siguientes normas:

- Apoyar la cuchilla en el suelo o, si debe permanecer levantada durante estas operaciones, se inmovilizará adecuadamente
- Bloquear las ruedas y calzarlas adecuadamente.
- Parar el motor y desconectar la batería para evitar un arranque súbito
- No situarse entre las orugas o debajo del cuchillo.
- Los trabajos deberán realizarse por personal debidamente cualificado.
- En los relevos de personal, el operario saliente indicará sus impresiones al entrante sobre

### 6.5.3 Equipos de protección individual

- Casco de seguridad
- Botas de seguridad con puntera reforzada
- Ropa de alta visibilidad
- Mascarilla en caso de ambiente pulvígeno

## 6.6 Perforadora

Es la máquina que se utiliza para la realización de perforaciones previas al hincado de la estructura.

### 6.6.1 Evaluación del riesgo

| Riesgo identificado | Probabilidad | | | Consecuencias | | | Estimación del riesgo | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | I | P | PR | ME | MO | MA | L | A | M | I | IN |
| 1. Caídas al mismo nivel | X | | | | X | | | X | | | |
| 2. Atrapamientos por vuelco de máquinas | X | | | | X | | | X | | | |
| 3. Proyección de fragmentos o partículas | | X | | | X | | | X | | | |
| 4. Cortes | X | | | | X | | X | | | | |
| 5. Contactos eléctricos directos / indirectos | X | | | X | | | X | | | | |
| 6. Ruido | X | | | | X | | | X | | | |
| 7. Polvo | | X | | X | | | | X | | | |
| 8. Vibración | | X | | X | | | | X | | | |

### 6.6.2 Medidas preventivas

Este equipo únicamente debe ser utilizado por personal autorizado y debidamente instruido, con una formación específica.

- Los órganos mecánicos móviles de la máquina deberán estar reglamentariamente protegidos.
- Las reparaciones e inspecciones de la máquina se realizarán con motor parado, siempre que sea posible.

- El operario utilizará protectores auriculares antirruido y ropa reflectante para aumentar la visibilidad con respecto al tráfico de vehículos, además de los equipos de protección individual propios de estos trabajos que se indican al final del apartado.
- Llenar los depósitos de combustible, al aire libre o en zonas bien ventiladas., prohibir fumar.
- Vigilar que no existan cables eléctricos aéreos en las proximidades de trabajo de la máquina
- Antes de ponerse en marcha, reconocer el terreno. Detectar si existen rocas sueltas (lisos), árboles desenraizados.
- Todo ello comporta riesgo intolerable que hay que resolver de forma segura antes de comenzar a trabajar.
- Utilizar la máquina siguiendo fielmente las instrucciones. No desmontar, quitar o modificar los dispositivos de seguridad.
- Comprobar que los mecanismos automáticos de barrenas están en perfecto estado.
- Uso de guantes mecánicos cuando el cambio de barrena sea necesario.
- Actuar según las normas de comportamiento adecuadas a la actividad que se está realizando (procedimiento de trabajo). Ante una duda a la hora de realizar las correspondientes maniobras consultar a los mandos.
- Durante el trabajo, procurar no acercarse en demasía al borde de taludes.
- No se permitirá la presencia de personas en las cercanías donde se realice el trabajo o en lugares donde puedan ser alcanzados por la máquina.
- La máquina deberá ir provista de extintor, encargándose al maquinista de su buen funcionamiento.
- Para el buen funcionamiento de la máquina, y en especial por razones de seguridad, deberá efectuar escrupulosamente las revisiones prescritas por el Servicio de Maquinaria.
- Los trabajos de perforación requieren cambios de operarios y frecuentes descansos para reducir riesgos causados por la vibración de la maquinaria.
- Será necesario el uso de mascarilla antipolvo cuando las características del terreno conlleven la generación del polvo al perforar.

### 6.6.3 EPI'S a utilizar

- Calzado de seguridad con plantilla interior imperforable con láminas de acero, suela antideslizante y con puntera reforzada. (UNE-EN-ISO-20345) al bajar de la cabina
- Casco de protección (EN 397)
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos (EN 388)
- Ropa de trabajo (EN 340)
- Chaleco reflectante (EN 471)
- Gafas antiproyecciones (EN 166)
- Protectores auditivos (EN 352)
- Mascarilla antipolvo (EN 140)

## 6.7 Camión cuba de riego

### 6.7.1 Identificación de los riesgo

- Golpes contra objetos inmóviles o móviles.
- Caída a diferente nivel.
- Atropello.
- Vuelco.
- Atrapamiento.

### 6.7.2 Normas básicas de seguridad

- El uso del camión, así como cualquier intervención sobre el mismo, está limitado al personal "autorizado" sobre la base de disponer de permiso de conducción y de su formación en relación con los riesgos asociados a su uso.
- Será responsabilidad del conductor del camión la verificación de la ausencia de líneas eléctricas aéreas en proximidad a la zona de trabajo que puedan entrar en "interferencia" con el camión tanto durante su desplazamiento como durante las operaciones de elevación del volquete, así como de la ausencia de personas en proximidad al mismo durante su desplazamiento o trabajo.
- El camión debe controlarse únicamente desde el asiento del conductor, respetándose la señalización de obra, así como las indicaciones de los señalistas y manteniéndose el contacto visual permanente con los equipos de obra que estén en

movimiento. Las maniobras se realizarán sin brusquedades y avisándose con anticipación.

- El llenado de la cuba de riego se realizará en la zona o punto definido para ello, respetando las medidas de protección definidas en la misma. Señalizar la operación de carga de agua cuando tiene lugar en zonas próximas a la circulación de otros vehículos o máquinas.
- Está terminantemente prohibido:
  - Emplear el móvil durante la conducción.
  - Trabajar con el equipo sin disponer de la señalización luminosa y acústica de marcha atrás.
  - La entrada y salida, así como la circulación por obra sin respetar la señalización interna (limitación de velocidad, balizamientos en proximidad a bordes de taludes,…).
  - El ascenso y descenso al camión o a la cuba de espaldas al mismo y/o empleando medios diferentes a la escalera incorporada por el fabricante.
  - El ascenso y descenso al camión en movimiento.
  - Bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.
  - Estacionar el camión en rampa sin frenar y calzar.
  - Aproximarse a una distancia inferior a aproximadamente 1 m del borde de taludes o zanjas.
  - Realizar reparaciones o intervenciones en el equipo sin la oportuna “autorización” y/o con el motor en marcha.
  - Fumar durante las operaciones de carga de combustible.
  - Trabajar en proximidad a líneas eléctricas aéreas sin la previa verificación de la tensión de las mismas al objeto de delimitar adecuadamente la distancia de seguridad.
  - El riego en proximidad a tendidos eléctricos.

### 6.7.3 Protecciones colectivas

- Las Aquellas que presente el camión desde su diseño y fabricación (Marcado CE) tales como carcasa o resguardos de partes móviles, señalización acústica y luminosa, placas informativas, …

- Aquellas otras necesarias en función de las condiciones del lugar y/o de las condiciones bajo las cuales se ejecuten los trabajos: balizamiento de la zona de trabajo, señalización y gálibos de líneas eléctricas, …

### 6.7.4 Protección individuales

- Calzado de seguridad.
- Aquellos otros necesarios en función de las condiciones de ejecución o de las condiciones del lugar donde se realice el trabajo: guantes, casco de seguridad, chaleco reflectante.

## 6.8 Traíllas

### 6.8.1 Riesgos laborales identificados

- Caídas de personas al mismo y/o distinto nivel
- Pisadas sobre objetos
- Golpes y contactos contra elementos móviles, inmóviles, objetos y/o herramientas.
- Proyección de fragmentos ó partículas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelcos de máquinas.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Inhalación, ingestión y contactos con sustancias peligrosas.
- Explosiones e incendios.
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos.
- Ruidos y vibraciones.

### 6.8.2 Medidas preventivas

**Normas generales de seguridad**

a) El peso total de los equipos remolcados no debe exceder la capacidad máxima de frenado del vehículo tractor.
b) No ponga en funcionamiento la máquina si presenta anomalías que puedan afectar a la seguridad de las personas.
c) Mantenga limpios los rótulos de seguridad instalados en la máquina y reemplace los que falten.

d) El mantenimiento, revisiones y reparaciones generales sólo serán efectuados por personal autorizado.
e) Respete en todo momento la señalización de la obra.
f) No se manipularán los dispositivos de seguridad bajo ningún concepto.
g) Asegúrese el correcto alumbrado en trabajos nocturnos o en zonas de escasa iluminación.
h) El mantenimiento de la máquina puede ser peligroso si no se hace de acuerdo con las especificaciones del fabricante.
i) Use ropa de trabajo ajustada. No lleve anillos, brazaletes, cadenas, etc.
j) La velocidad máxima del vehículo tractor no puede exceder la velocidad máxima más baja de los equipos remolcados.
k) La limpieza y mantenimiento se harán con equipo parado y sin posibilidad de movimiento o de funcionamiento.
l) No fije la vista en objetos móviles (nubes, vehículos, etc.) especialmente cuando trabaje en puentes o pasos superiores. Perderá el sentido de la orientación.
m) Mantenga la máquina y sus accesos limpios de grasa, barro, hormigón y obstáculos.
n) Nunca desconecte una manguera o conducto bajo presión.
o) Compruebe que nadie se encuentra en el radio de acción del equipo o zona de actuación de sus órganos de trabajo.
p) La limpieza y mantenimiento se harán con equipo parado y sin posibilidad de movimiento o de funcionamiento.
q) Utilice el cinturón de seguridad si su equipo dispone del mismo.
r) No trabaje sobrepasando los límites de inclinación especificados por el fabricante.
s) No abra la tapa de llenado del circuito de refrigeración con el motor caliente.
t) En caso de contacto de la máquina con un cable bajo tensión, no salga de la cabina si se encuentra dentro, o no se acerque a la máquina si se encuentra fuera.
u) Reposte combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tenga cuidado en el llenado y evite derrames.
v) No suelde ni aplique calor cerca del sistema de combustible o aceite.

### Arranque de la maquina

a) Utilice siempre el equipo de protección individual (EPI) adecuado para cada trabajo.
b) Inspeccione visualmente alrededor de la máquina y estado de esta (niveles, desgastes, neumáticos, rodajes, etc.) y compruebe la señalización del entorno.
c) No ponga en marcha la máquina, ni accione los mandos si no se encuentra situado en el puesto del operador.
d) Examine el panel de control y el tablero de instrumentos y compruebe que funcionan correctamente todos los dispositivos de seguridad, medición y control.
e) Antes de conectar/arrancar el equipo asegúrese que nadie está en su área de riesgo.
f) Arranque el equipo conforme a las instrucciones del fabricante.
g) Al arrancar haga sonar la bocina si el equipo/instalación no lleva avisador acústico del arranque.

h) No utilizar la máquina antes de que el aceite hidráulico alcance la temperatura normal de trabajo.
i) Inspeccione visualmente las uniones: bulones, tuercas, soldaduras, corrosión, grietas, desprendimiento de pintura, etc.

**Uso de la maquina**

a) Utilice la máquina para las funciones para las que ha sido diseñada.
b) Circule con la luz giratoria encendida, con precaución y respetando la señalización existente.
c) Atienda las indicaciones del señalista, especialmente al ir marcha atrás.
d) Al mover la máquina accione el claxon si no lleva avisador acústico del movimiento.
e) Extreme la prudencia en desplazamientos de la máquina por terrenos accidentados, resbaladizos, blandos, cerca de taludes o zanjas, en marcha atrás y cuando no tenga perfecta visibilidad. Mantenga la velocidad adecuada.
f) La cabina de control exclusivamente estará ocupada por el personal de operación.
g) No dejar abandonado el equipo con el motor funcionando.

**Parada de la maquina**

a) Pare el equipo conforme a las instrucciones del fabricante.
b) Estacione el equipo en una superficie firme y nivelada.
c) Haga limpieza general del equipo/instalación.
d) Inmovilizar el equipo mediante calces, mordazas, etc.
e) Estacionado e inmovilizado el equipo, apoyar sobre el suelo los elementos activos (tambor, cuchara, hoja, etc.)

### 6.8.3 Equipos de protección individual

6. Casco (solo fuera de la maquina)
7. Calzado de seguridad.
8. Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche.
9. Guantes (mantenimiento, quemaduras).
10. Mascarilla antipolvo (si no se dispone de cabina cerrada).
11. Gafas de seguridad anti-proyecciones y polvo
12. Protectores auditivos (cuando sea necesario).

## 6.9 Excavadora de cadenas



Esta maquinaria usa en las excavaciones de terreno y cuando se tienen que remover grandes cantidades de tierras. Se caracteriza por disponer de una superestructura capaz de efectuar una rotación de 360º

Ese equipo de trabajos de desplaza por cadenas.

### 6.9.1 Riesgos laborales identificados

- Caías de persona a distinto nivel
- Golpes i contactos con elementos móviles de la máquina.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas.
- Contactos térmicos
- Contactos eléctricos
- Incendios
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: polvo.
- Riesgos de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

### 6.9.2 Medidas preventivas

**Medidas generales maquinaria**

a) Deben utilizarse excavadoras de cadena que dispongan de marcado CE, declaración de conformidad y manual de instrucciones o que se hayan sometido a puesta en conformidad de acuerdo con lo que especifica el RD 1215/97.

b) Debe disponer de avisador luminoso de tipo rotatorio o flash.

c) Debe está dotada de señal acústica marcha atrás.

d) Cuando la maquina circule únicamente por la obra, es necesario que la persona que la conduce tenga la pertinente autorización, dispone de formación e información específica de PRL.

e) Antes de iniciar todos los trabajos, comprobar que todos los dispositivos de la excavadora responden correctamente y están en perfecto estado: frenos, cadenas, etc.

f) Se debe subir y bajar por la escalera prevista por el fabricante y se deben usar las dos manos y hacerlo siempre de cara a la excavadora.

**Uso y mantenimiento**

a) Antes de empezar los trabajos hay que localizar y reducir al mínimo los riesgos derivados de cables subterráneos aéreos u otros sistemas de distribución.

b) Controlar la maquina únicamente desde el asiento del conductor.

c) Prohibir la presencia de trabajadores y terceros en el radio de acción de la máquina.

d) La excavadora de cadenas no puede utilizarse como medio para transportar personas, excepto que la maquina disponga de asientos previstos por el fabricante con este fin.

e) Prohibido el transporte de personas en la cuchara.

f) No se debe subir ni bajar con la excavadora en movimiento.

g) Durante la conducción, se debe usar siempre cinturón de seguridad.

h) En trabajos en zonas de servicios afectados, cuando no se disponga de buena visibilidad de la ubicación del conducto o cable, será necesario la colaboración de un señalista.

i) Al reiniciar una actividad tras producirse lluvias importantes, hay que tener presente que las condiciones del terreno pueden haber cambiado. Asimismo, hay que comprobar el funcionamiento de los frenos.

j) En operaciones en zonas próximas a cables eléctricos, es necesario comprobar la tensión de estos cables para poder identificar la distancia mínima de seguridad. Estas distancias de seguridad dependen de la tensión nominal de la instalación.

k) Si la visibilidad en el trabajo disminuye por circunstancias meteorológicas o similares por debajo de los límites de seguridad, debemos aparcar la maquina en un lugar seguro y esperar.

l) No está permitido bajar pendientes con el motor parado o en punto muerto.

m) Se deben realizar las entradas y salidas de los tajos, extremando las precauciones y si la visibilidad fuera escasa con la ayuda de un señalista.

n) Se deben evitar desplazamientos de la maquina en zonas a menos de 2m del borde de coronación de taludes.

o) En operaciones de carga de camiones, se debe comprobar que el conductor se encuentra fuera de la zona de trabajo de la máquina. Hay que evitar, asimismo, que la cuchara pase por encima de la cabina del vehículo que se está cargando. Durante esta operación, hay que asegurarse de que el material queda uniformemente distribuido en el camión, que la carga no es excesiva que se deja sobre el camión con precaución.

p) La tierra extraída de las excavaciones tiene que acopiarse como mínimo a dos metros del borde del talud.

q) En actuaciones dentro del agua, se debe usar la cuchara para verificar la profundidad del fondo y para descubrir posibles cavidades o peligros. La altura máxima del agua no tiene que superar la parte inferior de la corona de giro.

r) No se debe usar la cuchara como andamio o plataforma de trabajo.

s) Para desplazarse sobre terrenos en pendiente, orientar el brazo hacia abajo, casi tocando el suelo.

t) No usar cuchara o accesorios mas grandes de lo que permita el fabricante.

u) Siempre se ha de extraer el material de cara a la pendiente.

v) Mover la maquina siempre con la pala recogida y en el sentido del movimiento.

w) No pasar la carga o pala por encima de las personas.

x) Cuando se use con otros complementos hidráulicos (martillo, cortadora de hormigón, etc.) u otros equipos que puedan producir vibraciones, no utilizar los cilindros hidráulicos a menos de 10 cm de sus posiciones extremas.

y) Cuando se excave en inclinaciones importantes, es necesario que la maquina realice una vuelta completa, aproximadamente una vez cada hora, para que no queden si lubricación parte vitales del sistema de giro.

z) En operaciones de cambio de cuchara o brazo, controlar la alineación de las almohadillas y juntas con la mano, sino que se deberá asegurar su posición con cinta adhesiva.

aa) No superar las pendientes fijadas por el manual de instrucciones.

bb) En operaciones de mantenimiento, la maquina ha de estar estacionada en terreno llano, el freno de estacionamiento conectado, la palanca de trasmisión en punto neutral, el motor parado y el interruptor de la batería en posición de desconexión.

cc) En operaciones de transporte, comprobar si la longitud, la tara y el sistema de bloqueo y sujeción son los adecuados. Asimismo, hay que asegurarse de que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la excavadora y, una vez situada, hay que retirar la llave de contacto.

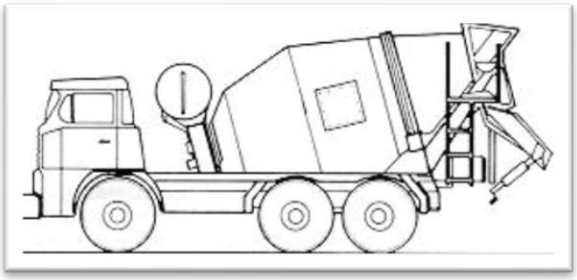
dd) Estacionar la excavadora en zonas retiradas, de terreno llano y firme, sin riesgo de desplomes, desprendimientos o inundaciones. Hay que poner los frenos, sacar las llaves del contacto, cerrar el interruptor de la batería, cerrar la cabina y el compartimento del motor y apoyar la pala en el suelo.

### 6.9.3 Equipos de protección individual

- Casco (solo fuera de la maquina)
- Calzado de seguridad.
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche.
- Guantes (mantenimiento, quemaduras).
- Mascarilla antipolvo (si no se dispone de cabina cerrada).
- Gafas de seguridad anti-proyecciones y polvo
- Protectores auditivos (cuando sea necesario).

## 6.10 Camión hormigonera. Hormigonado.





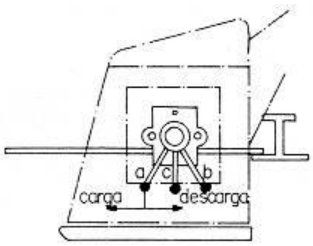
El camión hormigonera está formado por una cuba o bombo giratorio soportado por el bastidor de un camión adecuado para soportar el peso.
La cuba o bombo giratorio, tiene forma cilíndrica o bicónica estando montada sobre la parte posterior y en ella se efectúa la mezcla de los componentes. Esta cuba reposa sobre el chasis, por medio de soportes y rodillos.
En el interior de la cuba las paletas proporcionan una mezcla longitudinal uniforme al hormigón y un vaciado rápido. Su orientación puede ser modificada, ya sea para facilitar el mezclado en el fondo, durante el transporte o bien para recoger el hormigón durante el vaciado.
En la parte superior trasera de la cuba, se encuentra la tolva de carga, de tipo abierto, con una fuerte pendiente hacia el interior de la misma. La descarga, se encuentra instalada en la parte trasera baja de la cuba, constituida por una canaleta orientada en 180º de giro y con inclinación que se ajusta mediante un sistema mecánico manual, o hidráulico.

**Rotación de la cuba:** La cuba puede ser accionada de varias formas:

- Independientemente: mediante un motor auxiliar, generalmente diesel, con transmisión mecánica o hidráulica.
- Por transmisión mecánica: a partir de una toma de fuerza, sea en la caja de cambios del motor del camión o en el extremo delantero del camión.

- Por transmisión hidráulica: se realiza a partir de una toma de fuerza conectada al cigüeñal que acciona una bomba hidráulica de pistones y caudal variable.

**Mandos:** El sistema de mandos normalmente utilizado se encuentra en la parte posterior del bastidor de la hormigonera y podemos distinguir tres partes principales:




- Palanca que permite determinar el sentido de rotación de la cuba (a).
- Acelerador que permite graduar la velocidad de rotación del vehículo transportador (b).
- Dispositivo de bloqueo de las palancas (c). (no todas lo llevan).

**Puesta en marcha de la hormigonera**:

- Se arranca el motor del vehículo transportador.
- Se suelta el dispositivo de bloqueo (c).
- Se da un poco de gas con la palanca de acelerador (b).
- Se mueve la palanca (a). La cuba entonces empezará a girar en el sentido de carga-mezcla- movimiento o en sentido de descarga, según la dirección en que se gire.

### 6.10.1 Riesgos laborales identificados

- Afecciones en la piel por dermatitis de contacto.
- Proyecciones de objetos y/o fragmentos.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Accidentes de tráfico
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Contactos eléctricos directos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.

- Vuelco de máquinas y/o camiones.

### 6.10.2 Medidas preventivas a adoptar

**Medidas generales**

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización de la obra (según reglamentación sobre señalización 8.3. IC o la indicada previamente en el Estudio de Seguridad de la obra). Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada y se señalizarán las zonas de desplazamiento y salida y entrada de maquinaria pesada a la calzada desde los puntos de suministro de las materias primas.
- Antes de arrancar el camión o de desplazarlo, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que éstos estén a una distancia de seguridad.
- No se permite el transporte de personas en ninguna máquina.
- El ascenso y descenso se realizará por los peldaños y asideros dispuestos para tal función, y siempre de forma frontal y agarrándose con las dos manos, manteniendo siempre 3 puntos de apoyo.
- Mantener limpios los peldaños antideslizantes de acceso y descenso.
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Está totalmente prohibido al personal que se encuentre en los alrededores del camión, cruzarse o permanecer por delante o por detrás de éste mientras están circulando.
- No subir o bajar del camión cuando esté en movimiento.
- No abandonar nunca el puesto de conducción con el motor en marcha.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas, o bajas temperaturas. Está totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas, así como de cualquier otro tipo de estupefaciente durante la jornada de trabajo.
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.

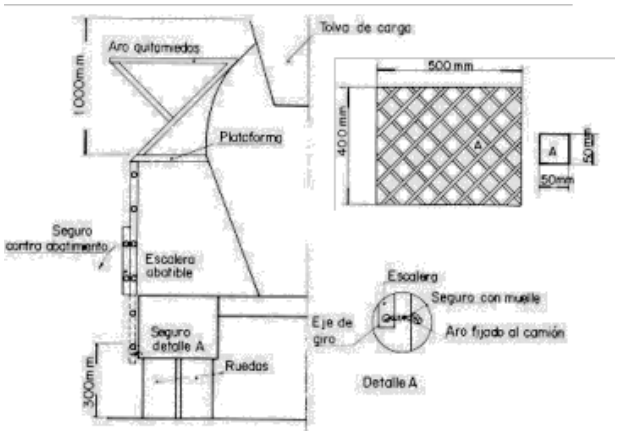
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente, en el camión, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.
- Se prohíbe salir del área de seguridad señalizada para la realización de los trabajos para evitar el riesgo de atropello en caso de realizar trabajos en carreteras con circulación de vehículos. En las zonas de trabajo junto a carriles con tráfico, se saldrá de la cabina siempre por la puerta contraria al carril con circulación.
- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas y solicitar que se señalicen al personal de la obra antes de iniciar los trabajos.
- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.
- Se procurará no llenar en exceso la cuba en previsión de vertidos innecesarios durante el transporte de hormigón.
- Se evitará la limpieza de la cuba y canaletas en la proximidad de los tajos. Se consultará siempre en obra el lugar indicado para estos trabajos y ser hará uso de gafas de seguridad.
- En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Se habilitarán caminos de acceso a los tajos, estableciéndose pasarelas de 0'60 m. como mínimo para poder trabajar.
- Cuando entre hormigón dentro de la bota, inmediatamente se quitará la misma para lavar primero el pie hasta que desaparezca el hormigón y luego la bota. De no hacerlo así, se producirá quemaduras en el pie. Lávese las manos y la piel manchada de hormigón periódicamente. Use guantes para evitar el contacto del hormigón en la piel de las manos.
- Antes del vertido del hormigón se revisarán los encofrados en evitación de reventones o derrames innecesarios.
- Vigile durante la carga el riesgo de proyección de partículas de hormigón sobre cabeza y cuerpo del conductor al no ser recogidos por la tolva de carga, haga uso de protección para la vista y la cabeza.
- Durante el transporte: existen riesgo de golpes a terceros con la canaleta de salida al desplegarse por mala sujeción, rotura de la misma o simplemente por no haberla sujetado después de la descarga y riesgo de caída de hormigón por la tolva al haberse

llenado excesivamente. Verifique antes de salir que la canaleta está correctamente anclada y que no se ha llenado en exceso la tolva de hormigón.

- La hormigonera no debe tener partes salientes que puedan herir o golpear a los operarios. Los elementos de la hormigonera tales como canaletas de salida, escaleras, guardabarros, etc., deberá pintarse con pintura anticorrosiva para evitar que con el tiempo se puedan romper y lesionar a los operarios.
- No subirse a la cuba de la hormigonera ni siquiera estando parada. Cualquier reparación o comprobación se deberá hacer con elementos auxiliares tales como andamios, etc.
- Para la visibilidad de las partes de la hormigonera en horas nocturnas se deberán pintar con franjas blancas y negras de pintura reflectante las partes traseras de la hormigonera (cuba, tolvas, canaletas, etc.).
- Los camiones deben llevar los siguientes equipos: un botiquín de primeros auxilios, un extintor de incendios de nieve carbónica o componentes halogenados con una capacidad mínima de 5 kg., herramientas esenciales para reparaciones en carretera, lámparas de repuesto, luces intermitentes, reflectores, etc.

### Sistemas de seguridad

- Tolva de carga: consiste en una pieza en forma de embudo que está situada en la parte trasera superior del camión. Una tolva de dimensiones adecuadas evitará la proyección de partículas de hormigón sobre elementos y personas próximas al camión durante el proceso de carga de la hormigonera. Se consideran que las dimensiones mínimas deben ser 900 x 800 mm.




- Escalera de acceso a la tolva: La escalera debe estar construida en un material sólido y a ser posible antideslizante. En la parte inferior de la escalera abatible se colocará un seguro para evitar balanceos, que se fijará a la propia escalera cuando esté plegada y al camión cuando esté desplegada. Así mismo debe tener una plataforma en la parte superior para que el operario se sitúe para observar el estado de la tolva de carga y efectuar trabajos de limpieza dotada de un aro quitamiedos a 90 cm. de altura sobre ella. La plataforma ha de tener unas dimensiones aproximadas de 400 x 500 mm

y ser de material consistente. Para evitar acumulación de suciedad deberá ser del tipo de rejilla con un tamaño aproximado de la sección libre máxima de 50 mm de lado.

- La escalera solo se debe utilizar para trabajos de conservación, limpieza e inspección por un solo operario y colocando los seguros tanto antes de subir como después de recogida la parte abatible de la misma. Solo se debe utilizar estando el vehículo parado.

### Arranque del camión

- Revisar diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad del camión, (sistema de indicación de maniobra sonoro y luminoso, sistema de frenado, estado de barandillas, peldaños, niveles, retrovisores etc.)
- Antes de comenzar un tramo de observar las indicaciones de seguridad, dar una vuelta alrededor del camión para ver si hay algún derrame o algún daño.
- Antes de poner en funcionamiento la máquina, controlar la seguridad de funcionamiento. Examinar siempre la zona de trabajo para localizar los peligros eventuales (piedras, zonas resbaladizas, arboles, zanjas o terrenos accidentados, acopios de materiales,). Ante tales eventualidades proceder con mucha precaución.
- El camión estará al día del correspondiente mantenimiento e inspecciones periódicas y tendrá tarjeta de transporte y seguro en vigor. Se revisarán diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad del mismo.

### Consejos de funcionamiento

- Para acceder al corte de carril se hará uso obligatorio de rotativo luminoso. En caso de no poder acceder por que la velocidad del tráfico es demasiado elevada, se pasará de largo haciendo el cambio de sentido e intentándolo otra vez, ralentizando antes la velocidad para no acceder de forma brusca al carril cortado. En caso de no poder acceder se solicitará a la obra un coche de apoyo con señalización que ralentice el tráfico para facilitar la entrada al corte.
- La velocidad del camión se mantendrá siempre lo más baja posible que permita el vertido y no maniobrará bruscamente ni de forma imprevista.
- Está totalmente prohibido que el personal de a pie se encuentre en la zona de acción del camión, nadie debe situarse en los ángulos muertos.
- El conductor del camión no abandonará nunca el puesto de conducción con el motor en marcha.

- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.
- Para evitar el contacto con líneas eléctricas aéreas, mantendrá las distancias de seguridad obligatorias, 3 metros para líneas inferiores a 50.000 V y 5 metros para líneas superiores a 50.000 V, teniendo en cuenta la altura del camión.
- Durante las operaciones de mantenimiento la máquina deberá permanecer con el motor parado y asegurándose de que terceras personas no puedan efectuar el arranque del motor.
- Es necesario tener instaladas todas las protecciones en su lugar, y en el caso de que fuese necesario desmontar alguna de ellas para realizar una reparación, esta deberá ser colocada en su lugar originario antes de hacer funcionar la máquina. Todas estas operaciones deben hacerse con el motor parado.
- No retire los resguardos, las pantallas protectoras, y demás elementos de protección instalados.
- Asegurar los objetos en un lugar seguro lejos de las partes en movimiento. Mantenga el orden y la limpieza.
- Atienda las indicaciones del señalista cuando no haya la visibilidad suficiente, especialmente si se realiza el desplazamiento marcha atrás.

### Vertido de hormigón con canaleta

- Canaletas de salida del hormigón: Para desplegar la canaleta se deberán quitar los tornillos de bloqueo haciéndola girar hasta posición de descarga; una vez allí, se quitará la cadena de seguridad y se cogerá por el extremo haciendo girar hasta la posición desplegada. Hay que evitar poner las manos entre las uniones de las canaletas en el momento del despliegue. Al desplegar la canaleta nunca se debe situar el operario en la trayectoria de giro de la misma para evitar cualquier tipo de golpes.
- Las canaletas auxiliares deben ir sujetas al bastidor del camión mediante cadenas con cierre y seguro de cierre.
- Previamente al inicio del vertido del hormigón directamente con el camión hormigonera, se instalarán topes, si fuera necesario en el lugar donde haya que quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes.

- Los operarios nunca se situarán detrás de los vehículos en maniobras de marcha atrás, que por otra parte siempre deberán ser dirigidos desde fuera del vehículo
- Los operarios que manejen las canaletas desde la parte superior de las zanjas evitarán en lo posible permanecer a una distancia inferior a los 1 m. del borde de la zanja.
- Antes de iniciar los trabajos con el camión, se debe revisar si existen obstáculos o irregularidades en el terreno donde se va a verter para que el conductor del camión extreme la precaución en sus maniobras de modo que se eviten vuelcos o posibles colisiones. Se evitará arrimar el camión a dichos obstáculos y a las bermas de la carretera (zonas longitudinales comprendidas entre el borde exterior de la zona donde se va a extender y la cuneta o terraplén).
- Se prestará especial atención a la existencia de pozos o baches, así como a las pendientes excesivas o curvas cerradas y con gran peralte, que pongan en riesgo la estabilidad del camión.
- El camión estará dotado de retrovisores y acústico de marcha atrás
- Durante la descarga tenga cuidado puede golpearse en la cabeza al desplegar la canaleta. Haga uso de casco de seguridad
- Vigile la posibilidad de atrapamiento de dedos o manos en las articulaciones y uniones de la canaleta al desplegarla y evite los golpes en los pies al transportar las canaletas auxiliares o al proceder a unirlas a la canaleta de salida por no seguir normas de manutención. Haga uso de botas de seguridad con puntera reforzada
- Vigile que no hay personal en el radio de acción de la canaleta para evitar golpes a terceras personas situadas en el radio de giro de la canaleta al no estar fija esta y estar personas ajenas próximas a la operación de descarga de hormigón.
- Después de cada paso de hormigón se deben limpiar con una descarga de agua.
- Cuando se descarga sobre cubilote transportado por grúa:
    - el camionero y el operario que ayuda a cargar se separarán de la zona de bajada del cubilote estando siempre pendiente de las evoluciones del mismo.
    - Si por la situación del gruísta se debe acompañar en su bajada al cubilote esto se hará procurando no colocarse entre el cubilote y la parte trasera de la hormigonera para evitar atrapamientos entre ambos elementos.

- Se debe poner especial cuidado con la posición de los pies cuando baja el cubilote para evitar que este les atrape contra el suelo.
- Una vez cargado el cubilote y separada la canaleta se deben alejar ambos operarios para evitar un balanceo imprevisto de la carga les golpee.

**Durante el funcionamiento**

- Los camiones deben ser conducidos con gran prudencia: en terrenos con mucha pendiente, accidentados, blandos, resbaladizos o que entrañen otros peligros, a lo largo de zanjas o taludes, en marcha atrás. No se debe bajar del camión a menos que: esté parado el vehículo, haya un espacio suficiente para apearse.
- Durante el desplazamiento del camión ninguna persona deberá: ir de pie o sentada en lugar peligroso, pasar de un vehículo a otro, aplicar calzos a las ruedas, llevar brazos o piernas colgando del exterior.
- No afrontar pendientes o desniveles superiores a la pendiente superable del camión. Cuando el suministro se realiza en terrenos con pendientes entre el 5 y el 16%, si el camión-hormigonera lleva motor auxiliar se puede ayudar a frenar colocando una marcha aparte del correspondiente freno de mano; si la hormigonera funciona con motor hidráulico hay que calzar las ruedas del camión pues el motor del camión está en marcha de forma continua. En pendientes superiores al 16% se aconseja no suministrar hormigón con el camión.
- Circule por la obra con la luz giratoria encendida, con precaución y respetando la señalización existente.
- Tener especial cuidado con los ángulos muertos de la máquina en previsión de riesgos de atropello y /o colisión. Debe mantenerse a una distancia de seguridad con respecto al resto de operarios y maquinas.
- Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad.
- Mantener la velocidad al mínimo para la correcta ejecución de los trabajos y siempre adecuada a las condiciones del terreno o a las ambientales. La velocidad debe ser constante y suave, sin arranques o paradas bruscas.
- Evitar siempre maniobras bruscas o imprevistas en pendientes
- Una pendiente deberá bajarse siempre con la retención del motor sin tener que frenar continuamente.
- En caso de contacto del camión con un cable con tensión:

- Permanecerá en el camión y maniobrará haciendo que cese el contacto.
- Alejará el vehículo del lugar haciendo que nadie se acerque.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
  - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
  - Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

### Repostado

- El gasoil es un combustible inflamable y debe ser manejado con atención. No realizar el llenado ni realizar trabajos de mantenimiento en el circuito del combustible si se está fumando si se testa próximo a llamas vivas o incandescentes.
- Reposte el combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tenga cuidado en el llenado y evite derrames. Espere a que se enfrié
- No fume ni use el teléfono móvil durante la operación de repostado.
- Compruebe que no hay ninguna fuga de combustible. No lo haga con cerillas o mecheros.
- Limpiar siempre el combustible, que eventualmente pudiese derramarse durante la operación de llenado del depósito.
- Tener la maquina limpia con el fin de evitar incendios.

### Mantenimiento

- Deberá pararse el camión para realizar las tareas de limpieza de restos de hormigón u otros materiales adheridos
- Prohibido realizar trabajos de mantenimiento con el motor encendido.
- Use guantes y gafas protectoras durante el relleno de baterías y siempre que exista riesgo de proyecciones de partículas o líquidos.

- Antes de poner en marcha cualquier parte del camión, montar todos los dispositivos de seguridad correctamente.
- Evite el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Cualquier operación de mantenimiento o reparación debe ser realizada por personal cualificado y con una formación/experiencia profesional adecuada.
- Al finalizar la intervención en el camión no poner la máquina en funcionamiento hasta que la persona responsable realice las siguientes comprobaciones: que el trabajo está finalizado completamente; que la máquina funciona perfectamente, que todos los sistemas de seguridad funcionan correctamente; que la puesta en funcionamiento no crea peligro a las personas
- En cuanto a los trabajos de mantenimiento utilizando herramientas manuales se deben seguir las siguientes normas: seleccionar las herramientas más adecuadas para el trabajo que ha de ser ejecutado, cerciorarse de que se encuentran en buen estado, hacer el debido uso, al terminar el trabajo guardarlas en la caja o cuarto dedicado a ello. Cuando se utilizan pistolas de engrase a presión nunca se deben colocar las manos frente a las toberas de salida.
- En la lubricación de resortes mediante vaporización o atomización el trabajador permanecerá alejado del chorro de lubricación, que se sedimenta con rapidez procurando en todo momento no dirigirlo a otras personas.
- Cuando se haya fraguado el hormigón de una cuba por cualquier razón el operario que maneje el martillo neumático deberá utilizar cascos de protección auditiva de forma que el nivel máximo acústico sea de 80 dB.

### Parada y aparcamiento

- Estacione el camión en una superficie firme y nivelada. Al finalizar el servicio y antes de dejar el camión-hormigonera el conductor deberá: poner el freno de mano, engranar una marcha corta y caso necesario bloquear las ruedas mediante calzos.
- Accione los mandos de paro, desconexión y frenado de la máquina. Quite las llaves y asegúrelo contra el vandalismo y utilización no autorizada.
- Proteger con señalización visible la presencia del camión cuando pueda constituir un obstáculo en su aparcamiento.
- Haga limpieza general periódicamente.

### 6.10.3 Equipos de protección individual

- Calzado de seguridad suela antideslizante
- Casco de seguridad
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche
- Mascarilla para polvo FPII
- Guantes clase A tipo 2
- Gafas de seguridad para la vista

## 6.11 Compresor y pistola

### 6.11.1 Identificación de riesgos

- Vuelco
- Atrapamiento de personas
- Fugas de aire con riesgo de coletazos
- Ruido y vibraciones

### 6.11.2 Medidas preventivas

- El equipo dispondrá de Manual de instrucciones y mantenimiento.
- El transporte en suspensión se efectuará mediante eslingado a cuatro puntos del compresor, de tal forma, que quede garantizada la seguridad de la carga.
- Las carcasas protectoras estarán siempre cerradas, en prevención de ruidos y atrapamientos.
- Las operaciones de abastecimiento de combustible se efectuarán con el motor parado.
- Se controlará el estado de las mangueras, comunicando los deterioros para que sean subsanados.

### 6.11.3 Elementos de protección individual

- Monos o chalecos reflectantes
- Botas de seguridad
- Mascarillas adecuadas
- Guantes adecuados

## 6.12 Dumper de obra






Un dúmper es una máquina autopropulsada equipada con ruedas, con una caja abierta (tolva) que transporta, y/o esparce materiales ligeros como tierras, escombros o similares.

El dumper posee una caja o tolva descubierta que es cargada manualmente en los pequeños y mediante medios mecánicos aquellos de tamaño medio o de gran capacidad.

### 6.12.1 Riesgos laborales identificados

- Ruido y vibraciones
- Riesgo de contacto eléctrico directo e indirecto (arco eléctrico) con líneas aéreas eléctricas en tensión.
- Golpes y colisiones con y contra objetos
- Quemaduras.
- Vuelco del dumper
- Accidente de trafico
- Atropellos y atrapamientos
- Salpicaduras de materiales
- Caída de objetos
- Proyección de partículas

### 6.12.2 Medidas preventivas a adoptar

**Medidas generales maquinaria**

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización del centro de trabajo. Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada.

- Antes de arrancar el motor o de desplazar la máquina, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que estos estén a una distancia de seguridad.
- El ascenso y descenso del dumper se realizará por los peldaños y asideros dispuestos para tal función, y siempre de forma frontal y agarrándose con las dos manos.
- Mantener limpios los peldaños antideslizantes.
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Está totalmente prohibido que el personal se encuentre en los alrededores del dumper especialmente cruzarse o permanecer por delante o por detrás de éste mientras la maquina esté en funcionamiento.
- No subir o bajar del dumper cuando esté en movimiento.
- No abandonar nunca el puesto de conducción con el motor en marcha.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas o bajas temperaturas. Está totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas, así como de cualquier otro tipo de estupefacientes durante la jornada de trabajo.
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente en la cabina de la máquina, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.
- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas o subterráneas y solicitar que se señalicen al personal del centro de trabajo antes de iniciar los trabajos.
- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.
- Sólo se podrá trabajar con la máquina en lugares cerrados (interior de naves, túneles, etc.) cuando se pueda garantizar que se mantendrá una ventilación adecuada y suficiente durante la realización del trabajo. En tal caso, deberá detenerse el motor cuando no se emplee la máquina.

- Los bordes de excavaciones y vaciados deberán estar acotados y disponer de elementos que adviertan al operador que se está aproximando excesivamente al mismo.
- Evitar realizar trabajos en zonas donde exista riesgo de calda de objetos sobre el puesto de conducción. Cuando sea necesario, la máquina deberá disponer de una estructura de protección (ROPS) en la dirección de caída del objeto (parte superior, frontal, lateral o trasera).

### Arranque de la máquina

- La máquina deberá estar matriculada para poder circular por vía pública y deberá disponer de los perceptivos elementos de seguridad y señalización (luz rotativa, retrovisores, etc.). Para circular por vía pública el conductor deberá disponer de carnet de conducir tipo B.
- Revisar diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad de la máquina, (sistema de indicación de maniobra sonoro, sistema de frenado, estado de peldaños, niveles, retrovisores, cinturón etc.).
- Antes de comenzar el trabajo, observar las indicaciones de seguridad, dar una vuelta alrededor de la máquina para ver si hay algún derrame o algún daño, montar las piezas que fueron desmontadas después de terminar el trabajo el día anterior. Verificar los niveles de combustible, aceite hidráulico, líquido de frenos, líquido refrigerante etc.
- Antes de poner en funcionamiento la máquina, controlar la seguridad de funcionamiento. Examinar siempre la zona de trabajo para localizar los peligros eventuales (piedras, zonas resbaladizas, arboles, zanjas o terrenos accidentados, acopios de materiales…). Ante tales eventualidades proceder con mucha precaución.
- Verificar antes del comienzo de los trabajos el nivel de presión de los neumáticos y que no existen cortes en las cubiertas.

### Consejos de funcionamiento:

- No utilizar el volante y/o las palancas como asideros para subir o bajar de la máquina.
- Hacer uso siempre del cinturón de seguridad.
- El personal en fase de aprendizaje no podrá trabajar con el dumper si no está acompañado permanentemente de una persona experta. Se autorizará a su manejo por parte de la empresa.

- Durante las operaciones de mantenimiento la máquina deberá permanecer con el motor parado y asegurándose de que terceras personas no puedan efectuar el arranque del motor.
- Es necesario tener instaladas todas las protecciones en su lugar, y en el caso de que fuese necesario desmontar alguna de ellas para realizar una reparación, esta deberá ser colocada en su lugar originario antes de hacer funcionar la máquina. Todas estas operaciones deben hacerse con el motor parado.
- No retire los resguardos, y demás elementos de protección instalados.
- Asegurar los objetos en un lugar seguro lejos de las partes en movimiento. Mantenga el orden y la limpieza.
- Atienda las indicaciones del señalista cuando no haya la visibilidad suficiente, especialmente si se realiza el desplazamiento marcha atrás.
- En el centro de trabajo circule con las luces encendidas en caso de poca visibilidad por polvo, lluvia, o nieblas.
- No accionar la palanca de inversión de marcha si la máquina no está totalmente parada.
- No manipular las palancas de la tolva cuando el dúmper esté desplazándose
- El personal al cual se le asigne un vehículo será responsable de custodiar la documentación del mismo, así como de llevar al día las operaciones de mantenimiento y demás tales como: ITV, etc.
- Respetar las pendientes indicadas en los libros de uso y mantenimiento de la máquina. No afrontar pendientes o desniveles superiores a la pendiente superable del dumper. Como norma general no superar valores de pendiente de 20% en terrenos húmedos y 30% en terrenos secos
- No trabaje sobrepasando los límites de inclinación especificados por el fabricante.
- Tener especial cuidado con los ángulos muertos de la máquina en previsión de riesgos de atropello y /o colisión. Debe mantenerse a una distancia de seguridad con respecto al resto de operarios y maquinas. Ajuste bien los retrovisores
- No abandonar nunca el puesto de conducción durante el trabajo
- Mantener la velocidad al mínimo para la correcta ejecución de los trabajos y siempre adecuada a las condiciones del terreno o a las ambientales (máximo 10km/h).

- Evitar siempre maniobras bruscas o imprevistas en pendientes y no circular en dirección transversal a la pendiente.
- Una pendiente deberá bajarse siempre con la retención del motor sin tener que frenar continuamente.
- No se permite el transporte de personas ni en la cabina ni en la tolva.
- Mirar continuamente en la dirección de marcha de la máquina
- Respetar los pesos máximos autorizados de la maquina
- Circular manteniendo las distancias de seguridad de los taludes y terraplenes (2 m). No circular cerca de taludes sin consolidar.
- Para vertido de tierras en taludes se colocarán topes
- Con el vehículo cargado deben bajarse las rampas de espaldas a la marcha, despacio y evitando frenazos bruscos y giros. Subir las pendientes siempre marcha delante.
- En previsión de accidentes, se prohíbe el transporte de piezas (puntales, tablones, y similares) que sobresalgan lateralmente del cubilote del dumper.
- Debe ir equipado con pórtico metálico antiatrapamiento en caso de vuelco (dispositivo ROPS).
- En la carga y descarga del material: se controlará el peso de la carga transportada para no exceder de la capacidad máxima permitida de carga. No levantara la tolva con el dumper en marcha, evitar maniobras bruscas para prevenir desplazamientos de la carga, especialmente cuando esta es pastosa, y se circula por terreno con pendiente transversal. No efectuar maniobras de descarga en terrenos en pendiente para evitar riesgos de vuelcos. No descargar material en pendientes mayores al 10%
- Evitar subir o bajar bordillos, en caso de ser necesario, se deberán colocar rampas de pendiente reducida que sean de un material capaz de soportar el peso de la máquina y su carga. Subir o descender con las dos ruedas delanteras o traseras al mismo tiempo, evitando la realización de giros
- En caso de contacto del dumper con un cable con tensión:
  - Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
  - Alejará el vehículo del lugar haciendo que nadie se acerque.

- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
  - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
  - Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

- En ambiente pulverulento debe usar mascarilla de protección
- Comunique a su superior inmediato o al jefe de taller cualquier anomalía detectada en la máquina
- Siempre que baje del dumper deberá llevar calzado de seguridad, chaleco reflectante y casco para la cabeza.
- Una vez descargado el dumper baje la caja y salga del centro de trabajo por el lugar indicado.

### Repostado

- El gasoil es un combustible inflamable y debe ser manejado con atención. No realizar el llenado ni realizar trabajos de mantenimiento en el circuito del combustible si se está fumando si se está próximo a llamas vivas o incandescentes.
- Reposte el combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tenga cuidado en el llenado y evite derrames. Espere a que se enfrié
- No fume ni use el teléfono móvil durante la operación de repostado.
- Compruebe que no hay ninguna fuga de combustible. No lo haga con cerillas o mecheros.
- Limpiar siempre el combustible, que eventualmente pudiese derramarse durante la operación de llenado del depósito.
- Tener el dumper limpio de derrames con el fin de evitar incendios.

### Mantenimiento

- Deberá pararse la máquina para realizar las tareas de limpieza.

- Prohibido realizar trabajos de mantenimiento con el motor encendido.
- Levantar y colocar sobre tacos: asegurar mecánicamente piezas de la maquina en posición elevada.
- Use guantes y gafas protectoras durante el relleno de baterías y siempre que exista riesgo de proyecciones de partículas o líquidos.
- Antes de ponerla en marcha montar todos los dispositivos de seguridad correctamente.
- Evite el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Cualquier operación de mantenimiento o reparación debe ser realizada por personal cualificado y con una formación/experiencia profesional adecuada.
- Al finalizar la intervención en la maquina no poner la máquina en funcionamiento hasta que la persona responsable realice las siguientes comprobaciones: que el trabajo está finalizado completamente; que la máquina funciona perfectamente, que todos los sistemas de seguridad funcionan correctamente; que la puesta en funcionamiento no crea peligro a las personas

**Parada y aparcamiento:**

- Estacione el equipo en una superficie firme y nivelada.
- Proteger con señalización visible la presencia de la máquina cuando pueda constituir un obstáculo en su aparcamiento.
- Accione los mandos de paro, desconexión y frenado de la máquina. Quite las llaves y asegure el equipo contra el vandalismo y utilización no autorizada.
- Haga limpieza general del equipo /instalación.
- Para el estacionamiento de la maquina en un plano no horizontal hacer uso de las cuñas en las ruedas para evitar desplazamientos de la máquina.

### 6.12.3 Equipos de protección individual

- Calzado de seguridad.
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche.
- Casco de protección.
- Mascarilla en ambiente pulverulento.
- Chaleco de alta visibilidad.

- Guantes de protección.
- Gafas antiproyección
- Protectores auditivos

## 6.13 Furgones y vehículos de obra

### 6.13.1 Riesgos

- Atropello de personas.
- Vuelco del vehículo.
- Caídas desde el vehículo al suelo por subir o bajar inadecuadamente.
- Riesgo de accidentes de circulación.

### 6.13.2 Medidas preventivas

- Está prohibido fumar en las inmediaciones de los surtidores o lugares de almacenamiento de materias inflamables.
- Dotar a los vehículos de un extintor portátil adecuado, y asegurarse de que se encuentra en perfecto estado de mantenimiento.
- Señalizar claramente todo vehículo en reparación o no apto para circular. En caso de ser posible, se retirará inmediatamente.
- Se establecerá un programa de mantenimiento para asegurar el correcto estado del vehículo.
- Todo vehículo será revisado, en los elementos de seguridad, al menos, por el operario, cada vez que se utilice.
- Todos los trabajadores que manejan vehículos tendrán carnet de conducir apropiado al vehículo que conducen.
- Además de observar las medidas propias del correcto mantenimiento del vehículo, al menos en sus órganos de seguridad, se observarán las medidas relativas al descanso del conductor.
- Se seguirán escrupulosamente los preceptos contenidos en el Reglamento de Seguridad Vial.
- Un factor muy importante en la seguridad de los vehículos a motor es la fatiga del conductor. La dirección asistida, los servofrenos, la mejora del confort de marcha, el

aire acondicionado, y la reducción del ruido colaboran todos ellos a reducir la fatiga del conductor.

- Al abrir los capós de los vehículos, se debe poner siempre la barra anticaída o si ésta estuviese deteriorada, algún sistema que haga sus veces, de suficiente resistencia y seguridad.
- El control de los atropellos o golpes con vehículos se debe lograr mediante el cumplimiento estricto de las normas de Seguridad Vial, en la confluencia con vías de circulación de automóviles.
- Se subirá y bajará de los vehículos por los lugares adecuados.

### 6.13.3 Protecciones individuales

- Botas de seguridad
- Guantes de seguridad
- Chaleco reflectante

## 6.14 Mesa de sierra

Una mesa de sierra circular es una máquina diseñada para cortar materiales mediante avance manual de la pieza en obras de construcción al aire libre. Consta de una hoja de sierra circular (disco de corte) y de una mesa horizontal que están fijas durante la operación de corte.

Esta ficha es válida para mesas de sierra circular para trabajar la madera accionadas por un motor eléctrico.

Esta ficha muestra únicamente las normas específicas de seguridad que deberá seguir el operador de esta máquina para poder utilizarla de un modo seguro.

Esta ficha no sustituye al manual de instrucciones del fabricante. Las normas contenidas son de carácter general, por lo que puede que algunas recomendaciones no resulten aplicables a un modelo concreto.

Esta ficha está destinada a operadores de maquinaria alquilada, por lo que no se contemplan ni los riesgos generales existentes en una obra ni los riesgos derivados de las operaciones de transporte o mantenimiento de la máquina (operaciones que serán realizadas por las empresas de alquiler).

En caso de que se conecte la máquina a un grupo electrógeno, esta ficha debe ser leída junto con la del grupo.

La máquina sólo deberá emplearse para el fin al que ha sido destinada y siempre por personal autorizado y formado para su utilización.

El operador debe familiarizarse con el manejo de la máquina antes de usarla por primera vez. Deberá conocer la función y sentido de funcionamiento de cada mando, la forma de parar rápidamente el motor, las posibilidades y limitaciones de la máquina, el espacio necesario para maniobrar y la misión de los dispositivos de seguridad.

Prestar una especial atención a todas las placas de información y advertencia dispuestas en la máquina.

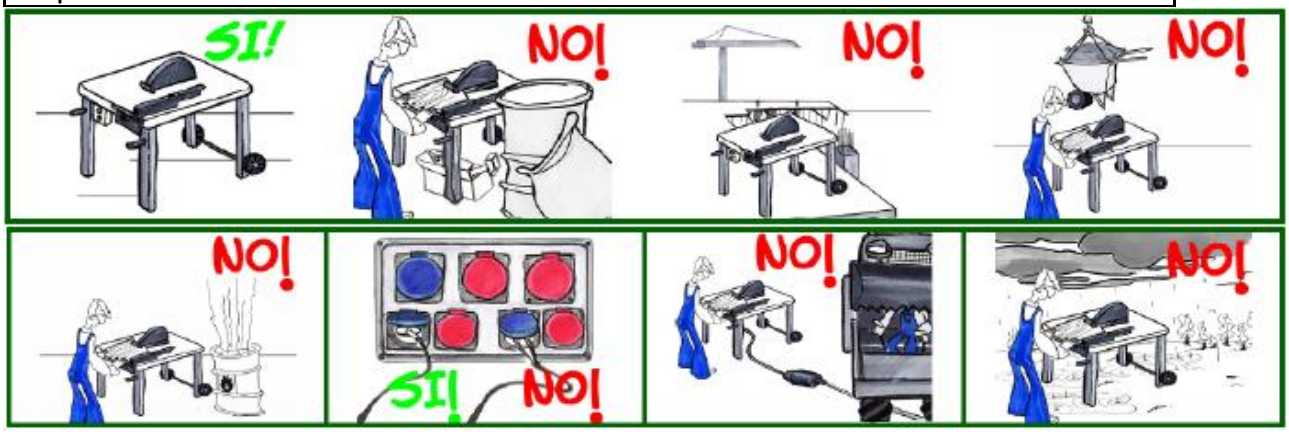
Las operaciones de mantenimiento, reparación o cualquier modificación de la máquina sólo podrán ser realizadas por personal especializado perteneciente a la empresa alquiladora.

No utilizar la máquina cuando se detecte alguna anomalía durante la inspección diaria o durante su uso. En tal caso, poner la máquina fuera de servicio y avisar inmediatamente al servicio técnico de la empresa alquiladora.

### Antes de comenzar a trabajar

| RIESGOS | MEDIDAS PREVENTIVAS |
|---|---|
| **Caídas al mismo nivel.** | Conocer las instrucciones de seguridad contenidas en el **Estudio de Seguridad y Salud de la obra** para la realización de trabajos con este tipo de máquina. |
| **Vuelco de la máquina.** | Informarse cada día de otros trabajos que puedan generar riesgos (falta de barandillas, etc.), de la realización simultánea de otros trabajos y del estado del entorno de trabajo (obstáculos, suciedad, hielo, etc.). |
| **Vuelco de la máquina.** | Conocer la ubicación exacta donde se deberá situar la máquina.<br>Situar la máquina en una superficie firme, nivelada y lo más limpia y seca posible. |
| **Caídas al mismo nivel.** | El espacio entorno a la mesa deberá ser acorde con la longitud de las piezas a cortar |
| **Caídas a distinto nivel** | Situar la mesa de forma que el corte se efectúe a favor del viento y donde las partículas despedidas durante el corte no puedan alcanzar a otros trabajadores |
| **Proyección de objetos** | Mantener el entorno de la mesa de corte lo más limpio y seco posible durante el trabajo con la máquina.<br>Mantener libre de obstáculos el espacio situado alrededor de la máquina |
| **Caída de la máquina desde altura.** | No situar la máquina cerca de los **bordes de estructuras, taludes o cortes del terreno**, a no ser que éstos dispongan de protecciones colectivas efectivas (barandillas, etc.). |
| **Caída de objetos sobre el operador** | No situar la máquina bajo **zonas de circulación de cargas suspendidas** ni en zonas de paso de vehículos |
| **Golpes. Atropellos** | En caso necesario, situar las protecciones adecuadas respecto a la zona de circulación de peatones, trabajadores o vehículos (vallas, señales, etc.). |
| **Incendio. Explosión.** | No utilizar nunca la máquina en **atmósferas potencialmente explosivas** (cerca de almacenamientos de materiales inflamables como pintura, combustible, etc.).<br>No almacenar material inflamable en las cercanías del motor.<br>Antes de conectar la máquina a la toma de corriente, verificar que la tensión y frecuencia coinciden con las indicadas en su placa de características. |
| **Contacto eléctrico directo** | La conexión se debe realizar mediante clavijas estancas de intemperie. **No realizar conexiones directas hilo-enchufe**. No sobrecargar el enchufe empleando adaptadores. |

| RIESGOS | MEDIDAS PREVENTIVAS |
|---|---|
| **Contacto eléctrico indirecto.** | Comprobar que el punto de alimentación eléctrica dispone de interruptor diferencial, interruptor magnetotérmico y base con toma de tierra. **No anular nunca estos dispositivos**.<br>El **interruptor diferencial** podrá ser de baja sensibilidad (300 mA) siempre que todas las masas de la máquina estén puestas a tierra, siendo ésta inferior a 80 ohmios. En caso contrario, el interruptor diferencial deberá ser de alta sensibilidad (30 mA). En caso de desconocer si la conexión a tierra es adecuada, consultar a un electricista.<br>Cuando se empleen alargaderas, comprobar que son de la sección adecuada y que están provistas de hilo de tierra. **Verificar siempre la continuidad del cable de tierra**. Mantener el cable eléctrico desenrollado y alejado del calor, charcos de agua o aceite, aristas vivas o partes móviles. Proteger el cable eléctrico cuando discurra por zonas de paso de trabajadores o vehículos. Mantener elevado el cable siempre que sea posible. |
| **Cortes por falta de visibilidad.** | Cuando la iluminación natural sea insuficiente, **deberá paralizarse el trabajo si no existe una iluminación artificial que garantice una adecuada visibilidad en el lugar de trabajo**. |
| **Caída de objetos desde altura.** | Para traslados a diferentes niveles de altura, **no colgar directamente la mesa del gancho de la grúa** mediante eslingado. Situarla sobre una base de dimensiones adecuadas (bateas, etc.) y fijarla fuertemente. |
| **Caídas a distinto nivel** | No utilizar la máquina a la intemperie bajo **condiciones climatológicas adversas** (lluvia, nieve, iluminación insuficiente, velocidad elevada del viento, etc |
| **Golpes por elementos de la máquina** | Emplear el equipo de rodadura de la máquina para desplazarla distancias cortas. |




## Comprobaciones diarias

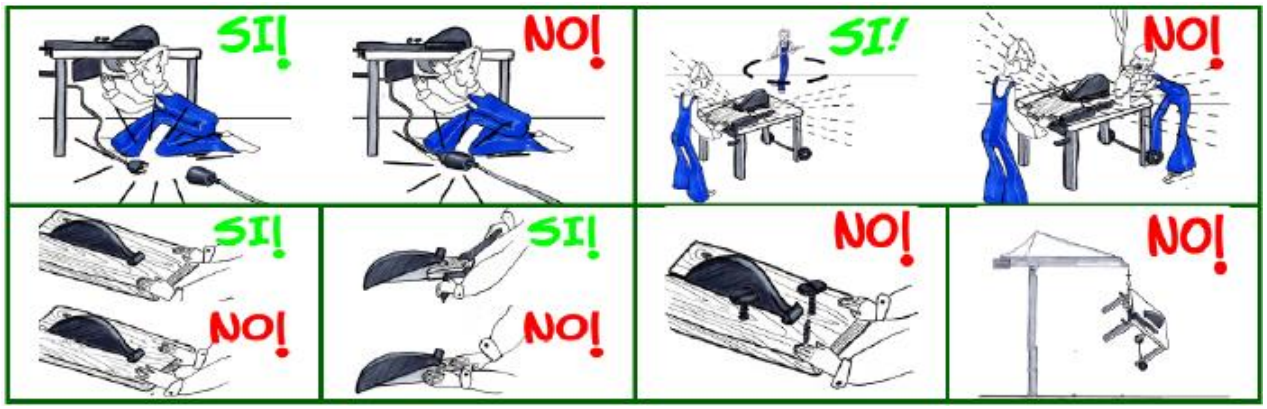



- Verificar que la máquina no posea daños estructurales evidentes y que se mantiene la estanqueidad del cuadro eléctrico.
- Comprobar que el resguardo superior e inferior del disco se encuentran en buen estado y están correctamente colocados.
- Verificar que se dispone de empujador y de guías longitudinales y transversales y que éstos se encuentran en buen estado.
- Comprobar periódicamente que la rendija de extracción de viruta del resguardo inferior no esté obstruida.
- Verificar que el sistema de ruedas provisto para el transporte está en buen estado.
- Comprobar que las señales de información y advertencia permanecen limpias y en buen estado (por ejemplo, indicación del sentido de giro, etc.).

- Comprobar que el cable eléctrico y la clavija de conexión se encuentran en buen estado.

### Trabajando con la máquina

| RIESGOS | MEDIDAS PREVENTIVAS |
|---|---|
| **Rotura del disco.**<br>**Proyección de objetos.**<br>**Cortes.** | Antes de poner en marcha la máquina, y periódicamente, **verificar visualmente el buen estado del disco de corte** girándolo a mano. Hacerlo con el cable eléctrico desconectado.<br>Sustituir el disco cuando esté rajado, desgastado o le falte algún diente. Hacerlo con el cable eléctrico desconectado. Montar el disco teniendo en cuenta el sentido de rotación indicado en la máquina.<br>Sólo se podrán utilizar discos de corte con un diámetro interno y externo igual al indicado por el fabricante y cuya velocidad de giro se corresponda con la de la máquina.<br>**Verificar que el disco que se va a montar es adecuado para el material a cortar** (madera, etc.).<br>Una vez se haya sustituido el disco, comprobar que todos los componentes se han montado correctamente y que los tornillos y tuercas están bien apretados.<br><br>Verificar que se han retirado las llaves y útiles de reglaje antes de poner en marcha la máquina. |
| **Rotura del disco.**<br>**Proyección de objetos.**<br>**Cortes.** | **No permitir la presencia** de otros trabajadores dentro del radio de acción de la máquina durante su uso.<br>Antes de conectar el cable eléctrico a la toma de corriente, verificar que el interruptor de puesta en marcha del motor está apagado. Una vez conectado el cable, pulsar el interruptor de puesta en marcha del motor.<br>**Verificar que el disco gira en el sentido correcto y que no hace movimientos extraños**.<br>**El resguardo superior debe proteger siempre el disco. No retirarlo o bloquearlo**. |
| **Proyección de objetos.**<br>**Movimientos incontrolados.**<br>**Cortes.**<br>**Caída de objetos sobre los pies del operador.**<br>**Vuelco de la máquina.** | **Con esta máquina sólo está permitido cortar piezas de madera**.<br>Colocarse siempre de frente a los mandos, por la zona de entrada del material a cortar.<br>Comprobar que las piezas de madera **no dispongan de nudos o de elementos metálicos** como clavos, tornillos, etc. Retirarlos antes de iniciar el corte.<br>No empujar la pieza con las manos frente al disco y los dedos pulgares extendidos.<br>**Mantener las manos alejadas lo más posible del disco de corte (al menos 20 cm)**.<br>Utilizar siempre el empujador cuando la pieza sea de pequeñas dimensiones (cuñas, etc.) o se vaya a cortar el final de una pieza. Nunca emplear las manos directamente.<br>En caso de piezas de gran tamaño, tener en cuenta la posible caída de las piezas cortadas de la mesa de corte así como el basculamiento de la propia mesa. |
| **Cortes.**<br>**Quemaduras.**<br>**Utilización de la máquina por personas no autorizadas.**<br>**Caída de objetos sobre los trabajadores.** | **No abandonar la máquina mientras el motor permanezca en funcionamiento**.<br>Pulsar el interruptor de parada para detener el motor. A continuación, desconectar el cable eléctrico de la toma de corriente.<br>N**o levantar el resguardo hasta que se haya detenido completamente el disco**.<br>No tocar el disco de corte inmediatamente después de haber finalizado el trabajo. Esperar un tiempo prudencial hasta que se haya enfriado.<br>Al final de la jornada, guardar la máquina en un lugar seguro donde no pueda ser usada por personal no autorizado. **No dejarla en suspensión del gancho de una grúa durante los periodos de inactividad**.<br>La limpieza de la máquina debe llevarse a cabo con el motor parado y el cable de alimentación desconectado. Nunca emplear agua a presión, usar trapos húmedos. Emplear guantes y ganchos para retirar las virutas o recortes de mayor tamaño. |




**Ropa y equipos de protección individual**

- Usar ropa de trabajo con puños ajustables. No es recomendable llevar colgantes, cadenas, ropa suelta, etc. que puedan engancharse con elementos de la máquina.
- Se deberán utilizar los equipos de protección individual que figuren en el Estudio de Seguridad y Salud para las situaciones señaladas en el mismo. A continuación, se muestra un ejemplo de los equipos que se suelen utilizar:
  - Calzado de seguridad. Su uso es obligatorio en una obra. Deberá poseer suela antiperforante/antideslizante.
  - Gafas de protección. Su uso es obligatorio al existir riesgo de proyección de objetos durante su utilización.
  - Protectores auditivos. Será obligatorio cuando el valor de exposición a ruido (LAeq,d) supere los 87 dB(A).
  - Casco de protección. Será obligatorio cuando exista riesgo de caída de objetos o de golpes en la cabeza.

## 6.15 Grupo electrógeno

Equipo de trabajo accionado por un motor diesel o de gasolina, destinado a abastecer a consumidores fuera del alcance de una red eléctrica pública.

### 6.15.1 Riesgos

- Golpes contra objetos inmóviles.
- Golpes y contactos con elementos móviles de la máquina.
- Contactos térmicos.
- Contactos eléctricos.
- Inhalación o ingestión de agentes químicos peligrosos.

- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

### 6.15.2 Medidas Preventivas

**Normas generales**

- Utilizar grupos electrógenos con el marcado CE prioritariamente o adaptados al Real Decreto 1215/1997.
- Es necesaria formación específica para la utilización de este equipo.
- Seguir las instrucciones del fabricante.
- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Debe elaborarse un proyecto de instalación del grupo electrógeno realizado por un técnico competente, cuando la potencia del grupo supere los 10 kilovatios.

**Normas de uso y mantenimiento**

- Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.
- Hay que cargar el combustible con el motor parado.
- Asegurar la conexión y comprobar periódicamente el correcto funcionamiento de la toma a tierra y asegurar el correcto hundimiento de la piqueta.
- Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso.
- Evitar inhalar vapores de combustible.
- Tienen que ser reparados por personal autorizado.
- La conexión o suministro eléctrico se tiene que realizar con manguera antihumedad.
- Las operaciones de limpieza y mantenimiento se han de efectuar previa desconexión de la red eléctrica.
- No realizar trabajos cerca de su tubo de escape.
- No realizar trabajos de mantenimiento con el grupo en funcionamiento.
- Revisar periódicamente todos los puntos de escape del motor.
- Situar el grupo a una distancia mínima de 2 m de los bordes de coronación de las excavaciones.
- Desconectar este equipo de la red eléctrica cuando no se utilice.

- Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos.
- En la vía pública, esta actividad se aislará debidamente de las personas o vehículos.
- Antes de ponerlo en funcionamiento, asegurarse de que estén montadas todas las tapas y armazones protectores.
- Instalación de interruptores diferenciales de 30mA para detectar cualquier fuga de corriente.
- El grupo dispondrá también de protectores magnetotérmicos para sobreintensidad de corriente.
- Queda expresamente prohibido:
  - Tender de forma desordenada el cableado por la obra.
  - No disponer de diferencial a 0,03 A.
  - El empalme de mangueras directamente (con protección de cinta aislante) sin utilizar conectores estancos de intemperie.
  - La utilización de mangueras deterioradas, con cortes y empalmes debidos a envejecimiento por uso o descuido.
- Vigilar que no se produzca ninguna pérdida de combustible debido a que existe el riesgo de incendio al ponerse en contacto con partes de la máquina a elevada temperatura

### 6.15.3 Equipos de protección individual:

- Calzado de seguridad
- Casco
- Gafas antiproyección
- Mascarilla antipolvo
- Chaleco alta visibilidad
- Protectores auditivos

## 6.16 Hormigonera

### 6.16.1 Riesgos

- Golpes y choques.
- Dermatosis por contacto con el hormigón.

- Ruido y polvo.
- Sobreesfuerzos.
- Contactos eléctricos.

### 6.16.2 Medidas preventivas

- Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica.
- La zona de actuación deberá permanecer ordenada, libre de obstáculos y limpia de residuos.
- La hormigonera estará sometida a zonas húmedas y embarradas, por lo que tendrá un grado de protección IP-55
- La hormigonera se desplazará amarrada de 4 puntos seguros a un gancho indeformable y seguro de la grúa.
- Dispondrá de freno de basculamiento del bombo.
- El uso estará restringido solo a personas autorizadas.
- Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra asociados a un disyuntor diferencial.
- Se colocará un interruptor diferencial de 30 mA. al principio de la instalación.
- Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas mediante carcasas conectadas a tierra.
- Cortar el suministro de energía eléctrica para la limpieza diaria de la hormigonera.
- El equipo se pondrá a tierra salvo que sea de doble aislamiento eléctrico.

### 6.16.3 Equipos de protección individual

- Casco de seguridad de polietileno.
- Calzado de seguridad antideslizante.
- Calzado con puntera reforzada.
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos.
- Botas de goma o PVC.
- Guantes de goma o PVC.

- Gafas de protección del polvo.
- Mascarilla de filtro mecánico recambiable.
- Tapones.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Ropa de trabajo ajustada e impermeabilizante.

## 6.17 Maquinaria de elevación y transporte de cargas (manitu, carretilla elevadora).

### 6.17.1 Riesgos más frecuentes.

- Vuelco de la máquina durante el transporte de material
- Vuelco de la máquina en tránsito.
- Atropello de personas.
- Choque por falta de visibilidad.
- Los derivados de respirar monóxido de carbono (trabajos en locales cerrados o mal ventilados)
- Golpeo de estructuras y medios auxiliares.

### 6.17.2 Medidas preventivas

- Se prohíben transportar cargas que impidan la visibilidad frontal.
- Se prohíbe el transporte de piezas que sobresalgan lateralmente de la anchura de la máquina.
- Se prohíbe conducir las con la maquinaria de elevación a velocidades superiores a 20km/h.
- Las máquinas de elevación de cargas llevaran en lugar visible un letrero en el que se indique cual es la carga máxima admisible. Nunca se sobrepasará esta carga.
- Se prohíbe el transporte de personas.
- Estarán dotados de faros de marcha adelante y retroceso.
- Estarán dotados de señal acústica de marcha atrás.

**Normas de seguridad para el operador:**

- Antes de comenzar a trabajar, cerciórese de que la presión de los neumáticos es la recomendada por el fabricante.

- Previamente a iniciar el trabajo, compruebe el buen estado de los frenos.
- Cuando ponga el motor en marcha, sujete con fuerza la manivela y evite soltarla.
- No ponga el vehículo en marcha, sin antes cerciorarse de que tiene el freno de mano en posición de frenado, evitará accidentes por movimientos incontrolados.
- No transporte personas en la máquina.
- Asegúrese de tener una perfecta visibilidad frontal.
- En maniobras de marcha atrás, asegúrese una perfecta visibilidad o ayúdese de un señalista.
- Si debe remontar pendientes con carga (carretilla), es más seguro hacerlo en marcha hacia atrás de lo contrario, puede volcar.
- Con el vehículo cargado deben bajarse las rampas de espaldas a la marcha, despacio y evitando frenazos bruscos.
- Se prohibirá circular por pendientes o rampas superiores al 20%.
- Establecer unas vías de circulación cómodas y libres de obstáculos señalizando las zonas peligrosas.
- En las rampas por las que circulen estos vehículos existirá al menos un espacio libre de 70cm sobre las partes más salientes de los mismos.
- Cuando se deje estacionado el vehículo se parará el motor y se accionará el freno de mano. Si está en pendiente, además se calzarán las ruedas.
- Se revisará la carga antes de iniciar la marcha observando su correcta disposición y que no provoque desequilibrio en la estabilidad de la carretilla.
- Las cargas serán apropiadas al tipo de carretilla disponible y nunca dificultarán la visión del conductor.
- Se prohíbe expresamente en esta obra, conducir las carretillas a velocidades superiores a los 15Km por hora.
- Los conductores de carretilla de esta obra estarán en posesión del carnet de clase B, para poder ser autorizados a su conducción.
- Para evitar el riesgo de atrapamiento del conductor en caso de vuelco, la cabina estará protegida contra los aplastamientos y contra los impactos.

- Para evitar el vuelco de la máquina, el transporte de la carga se realizará con las uñas en la posición más bajas.
- Para evitar el riesgo por desnivel del sistema de elevación, el sistema de protección de elevación será el de cadenas.
- Las máquinas estarán dotadas de la señalización acústica automática para la marcha atrás, faros y retrovisores.
- Se deberá cumplir las normas de circulación establecidas en el recinto de la obra, y en general se atendrá al código de circulación.
- Obligación del uso del cinturón de seguridad.
- Utilización y mantenimiento de la maquinaria según las instrucciones del fabricante.
- No se transportará mayor carga que la indicada por el fabricante en cada modelo.
- No se usará la maquinaria en aquellas zonas que no estén suficientemente ventiladas.
- En caso de cualquier anomalía observada en su manejo se pondrá en conocimiento de su inmediato superior, con el fin de que se tomen las medidas necesarias para subsanar dicha anomalía.
- El conductor demostrará al encargado de seguridad el conocimiento en el manejo de la misma, siendo necesario la autorización expresa de éste por escrito, para el manejo de la máquina.
- La revisión general del vehículo y su mantenimiento deben seguir las instrucciones marcadas por el fabricante. Es aconsejable la existencia de un manual de mantenimiento preventivo en el que se indiquen las verificaciones, lubricación y limpieza a realizar periódicamente en el vehículo.
- Para la carga y descarga de materiales en los forjados no se procederá a la maniobra hasta que no se verifique que el trabajador que recibe o suministra la carga dispone de los medios de protección de caída en altura y los utiliza.

**Al finalizar el trabajo se tomarán las siguientes precauciones:**

- Aparcar la máquina convenientemente
- Cerrar todos los contactos y verificar la inmovilización
- Limpiar la plataforma, para evitar tropiezos y resbalones.
- Comprobar la existencia de combustible o recargar las baterías.

- Revisar la maquinaria, con objeto de evitar contratiempos. En este caso avisar siempre al servicio técnico

### 6.17.3 Protecciones individuales

- Casco de polietileno.
- Ropa de trabajo.
- Botas de seguridad.
- Trajes para tiempo lluvioso.

## 6.18 Martillo neumático.

Un martillo portátil mecánico es una máquina concebida para romper pavimentos, realizar agujeros de grandes dimensiones, picar tierra o demoler construcciones de diversa índole.

Dado que para el uso de esta herramienta de trabajo es necesario un compresor, el trabajador debe consultar también la ITS correspondiente al compresor.







### 6.18.1 Identificación de riesgos

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Caída de objetos sobre el trabajador
- Desplome del terreno
- Proyección de objetos
- Inhalación de polvo
- Golpes por falta de visibilidad
- Incendio y explosión

- Contacto eléctrico directo e indirecto
- Intoxicación por inhalación de gases tóxicos
- Exposición a ruido y vibraciones
- Golpes por movimientos incontrolados de la manguera.
- Quemaduras
- Aplastamientos

### 6.18.2 Medidas preventivas necesarias

**Medidas generales maquinaria:**

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización de la obra. Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada.
- Antes de arrancar el equipo de trabajo, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que éstos estén a una distancia de seguridad.
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Está totalmente prohibido que el personal se encuentre en los alrededores de la máquina permanecer por delante alrededor de la máquina mientras esté en funcionamiento.
- No abandonar nunca el equipo de trabajo cuando esté en funcionamiento con el motor en marcha.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas o bajas temperaturas. Está totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas, así como de cualquier otro tipo de droga durante la jornada de trabajo. (Infracción Muy Grave)
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente en la furgoneta del equipo, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.

- En el momento de estacionar el furgón en el arcén, hay que colocar las ruedas del vehículo hacía el exterior de la calzada para que, en caso de colisión de un vehículo contra este, el furgón no sea reenviado a la vía.
- Se prohíbe salir del área de seguridad señalizada para la realización de los trabajos para evitar el riesgo de atropello en caso de realizar trabajos en carreteras con circulación de vehículos. Se deberá proteger el aérea de trabajo del resto de vehículos con conos, en zonas de circulación de vehículos
- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.

### Arranque de la máquina:

- Revisar diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad de la máquina.
- Antes de comenzar un trabajo observar las indicaciones de seguridad, ver si hay algún derrame o algún daño, montar las piezas que fueron desmontadas después de terminar el trabajo el día anterior o para el transporte.
- Antes de poner en funcionamiento la máquina, controlar la seguridad de funcionamiento. Examinar siempre la zona de trabajo para localizar los peligros eventuales (piedras, zonas resbaladizas, arboles, zanjas o terrenos accidentados, acopios de materiales…). Ante tales eventualidades proceder con mucha precaución.

### Consejos de funcionamiento

- El personal en fase de aprendizaje no podrá trabajar con la máquina si no está acompañado permanentemente de una persona experta.
- Durante las operaciones de mantenimiento la máquina deberá permanecer con el motor parado y asegurándose de que terceras personas no puedan efectuar el arranque del motor.
- Es necesario tener instaladas todas las protecciones en su lugar, y en el caso de que fuese necesario desmontar alguna de ellas para realizar una reparación, esta deberá ser colocada en su lugar originario antes de hacer funcionar la máquina. Todas estas operaciones deben hacerse con el motor parado.
- No retire los resguardos, las pantallas protectoras, y demás elementos de protección instalados.

- Asegurar los objetos en un lugar seguro lejos de las partes en movimiento. Mantenga el orden y la limpieza.
- Nunca trabajar sobre muros, pilares, paneles de encofrar, salientes, etc.
- Verificar la existencia de protecciones colectivas efectivas (barandillas, redes, etc.) cuando se deban realizar trabajos a más de 2 m de altura o próximos al borde de zanjas, huecos, etc.
- Verificar que no pueda existir un riesgo de caída de objetos de altura originados por el trabajo con el propio martillo o por la realización de trabajos en niveles superiores.
- Inspeccionar el terreno para detectar la posibilidad de que se puedan producirse desprendimientos por las vibraciones transmitidas al entorno.

### Durante el funcionamiento

- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas o subterráneas y solicitar que se señalicen al personal de la obra antes de iniciar los trabajos. Conocer el tipo y contenido del material sobre el que se vaya a utilizar el martillo. Conocer de forma precisa la situación y profundidad de las conducciones subterráneas (agua, luz, gas, redes de alcantarillado, y cables eléctricos, etc.).
- Informarse de que medidas preventivas se han tomado para evitar el riesgo de contacto con dichas líneas o conducciones.
- Como norma general solo se podrá utilizar el martillo hasta llegar a una distancia de 50 cm de la conducción enterrada
- En ambiente pulverulento debe usar mascarilla de protección
- Comunique a su superior inmediato o al jefe de taller cualquier anomalía detectada en la máquina
- Antes de abrir la válvula de salida de aire del compresor, comprobar que la manguera neumática se encuentra correctamente acoplada al compresor y que la válvula del equipo permanece cerrada.
- Para poner en marcha el equipo, abrir lentamente en primer lugar la válvula de salida de aire del compresor, sujetando al mismo tiempo la manguera neumática.
- A continuación, accionar el martillo apretando la palanca situada en la parte superior.
- No permitir la presencia de otros trabajadores en el radio de acción de la maquina durante su uso.

- Antes de accionar el martillo comprobar que la herramienta está correctamente fijada en la máquina. Verificar que la herramienta amontada sea la adecuada al trabajo a realizar (picador, perforador o demoledor)
- Cambiar la herramienta con la válvula de la salida del aire del compresor cerrada y sin presión en la manguera, en caso necesario no olvidar retirar la llave de ajuste de la herramienta.
- Manejar la herramienta a la altura de la cintura- pecho agarrando con las dos manos las empuñaduras. Adoptar una postura de equilibrio con ambos pies, manteniéndolos alejados del útil de trabajo.
- No apoyar nunca la herramienta sobre los pies, aunque el martillo no esté funcionando
- Manejar el martillo evitando tensar la manguera o dando tirones bruscos a la misma. Mantener la manguera lo más estirada posible, evitando la formación de curvas pronunciadas.
- No hacer esfuerzo de palanca con el martillo en marcha. Los esfuerzos se deben realizar únicamente en el sentido del eje del martillo.
- No hacer funcionar el martillo en vacío, sin herramienta o con la máquina elevada.
- Evitar usar la máquina de forma continuada por un mismo operador durante largos periodos de tiempo. Organizar la tarea teniendo en cuenta los elevados niveles de vibración emitidos por la maquinaria.
- Agarrar la empuñadura con la menor fuerza posible, siempre compatible con su uso seguro. No apoyar sobre el martillo otra parte del cuerpo distinta de las manos
- No levantar el martillo del punto de trabajo hasta que se haya detenido completamente.
- Al finalizar el trabajo cerrar primero la válvula de salida de aire del compresor
- No doblar la manguera para cortar el aire.
- No dejar el martillo hincado en el suelo pared o roca.
- No abandonar el martillo en el suelo con la manguera cargada con aire a presión
- Antes de desconectar la manguera del compresor hacer funcionar el equipo unos segundos para descargar la presión en el interior de la manguera.
- No tocar la herramienta durante ni inmediatamente después de haber finalizado el trabajo. Espera un tiempo prudencial hasta que se haya enfriado.

**Mantenimiento**

- Deberá pararse la máquina para realizar las tareas de limpieza de restos de tierras, hormigón… adheridos a la máquina.
- Prohibido realizar trabajos de mantenimiento con el equipo encendido y con mangueras con presión.
- Antes de ponerla en marcha montar todos los dispositivos de seguridad correctamente.
- Evite el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Cualquier operación de mantenimiento o reparación debe ser realizada por personal cualificado y con una formación/experiencia profesional adecuada.
- Al finalizar la intervención en la máquina no poner la máquina en funcionamiento hasta que la persona responsable realice las siguientes comprobaciones: que el trabajo está finalizado completamente; que la máquina funciona perfectamente, que todos los sistemas de seguridad funcionan correctamente; que la puesta en funcionamiento no crea peligro a las personas

### 6.18.3 Equipos de protección individual:

- Calzado de seguridad
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche
- Protección auditiva
- Gafas de seguridad
- Casco
- Guantes

## 6.19 Minicargadora

Las mini cargadoras están diseñadas para su uso en movimientos de tierras, manipulación de materiales, excavación de zanjas, barrido de firmes etc. En función del trabajo a ejecutar se coloca en maquina un implemento u otro: cepillo, horquillas, pala, pico, cazo etc…

El equipo se suele utilizar junto a la fresadora de firmes y previamente a los riegos con emulsiones para realizar la limpieza del pavimento para su posterior aglomerado.

Durante la ejecución de dichos trabajos es posible que el maquinista deba desarrollar también por motivos de producción trabajos de peón, por lo que también deberá conocer,

puesto que serán también de aplicación, las medidas de Seguridad de peón de obras de pavimentación.



### 6.19.1 Identificación de riesgos:

- Caídas del personal desde la máquina al subir o bajar.
- Proyecciones de partículas.
- Inhalación polvo ambiente.
- Atrapamientos, aplastamientos con partes de la máquina (ej cazo)
- Colisiones con otras máquinas.
- Ruido y vibraciones
- Atropellos
- Golpes y cortes.
- Vuelco
- Quemaduras

### 6.19.2 Medidas preventivas necesarias:

**Medidas generales maquinaria**

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización de la obra. Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada.
- Antes de arrancar el motor o de desplazar la máquina, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que estos estén a una distancia de seguridad.
- No se permite el transporte de personas en la máquina.
- El ascenso y descenso de la máquina se realizará por los peldaños y asideros dispuestos para tal función, y siempre de forma frontal y agarrándose con las dos manos.

- Mantener limpios los peldaños antideslizantes.
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Está totalmente prohibido que el personal se encuentre en los alrededores de la máquina especialmente cruzarse o permanecer por delante o por detrás de éste mientras la maquina esté en funcionamiento.
- No subir o bajar de la maquina cuando esté en movimiento.
- No abandonar nunca el puesto de conducción con el motor en marcha.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas o bajas temperaturas. Esta totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas, así como de cualquier otro tipo de droga durante la jornada de trabajo. (Infracción Muy Grave)
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente bien en la cabina de la máquina, bien en la furgoneta del equipo, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.
- En el momento de estacionar el furgón en el arcén, hay que colocar las ruedas del vehículo hacía el exterior de la calzada para que, en caso de colisión de un vehículo contra este, el furgón no sea reenviado a la vía.
- Se prohíbe salir del área de seguridad señalizada para la realización de los trabajos para evitar el riesgo de atropello en caso de realizar trabajos en carreteras con circulación de vehículos. Nunca salga con la máquina del corte de carril, ni cruce con el vehículo carriles con circulación sino dispone de señalistas que regulen el tráfico.
- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas o subterráneas y solicitar que se señalicen al personal de la obra antes de iniciar los trabajos.
- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.
- No utilizar la pala como andamio o aparato de elevación de personas.

### Arranque de la máquina

- Revisar diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad de la máquina, (sistema de indicación de maniobra sonoro y luminoso, sistema de frenado, estado de barandillas, peldaños, niveles, retrovisores etc.)
- Antes de comenzar un tramo de pavimentación observar las indicaciones de seguridad, dar una vuelta alrededor de la máquina para ver si hay algún derrame o algún daño, montar las piezas que fueron desmontadas después de terminar el trabajo el día anterior o para el transporte.
- Antes de poner en funcionamiento la máquina, controlar la seguridad de funcionamiento. Examinar siempre la zona de trabajo para localizar los peligros eventuales (piedras, zonas resbaladizas, arboles, zanjas o terrenos accidentados, acopios de materiales, …). Ante tales eventualidades proceder con mucha precaución.
- No entrar ni salir nunca de la barredora si el aguilón y el accesorio no están en el suelo o encima del puntal de apoyo de la cargadora. Para mantener el accesorio (cepillo, pala etc) elevado se deberá hacer siempre con dos personas de modo que el puntal de apoyo lo coloque y retire la segunda persona de modo que el maquinista nunca deba salir o entrar bajo el accesorio sin que el puntal de apoyo esté colocado.
- Ajustar, sujetar y bloquear el asiento, y abrocharse el cinturón de seguridad antes de arrancar la máquina.
- Arrancar y manejar la máquina sólo desde el puesto del operador.

### Consejos de funcionamiento

- El personal en fase de aprendizaje no podrá trabajar con la máquina si no está acompañado permanentemente de una persona experta.
- Durante las operaciones de mantenimiento la máquina deberá permanecer con el motor parado y asegurándose de que terceras personas no puedan efectuar el arranque del motor.
- Es necesario tener instaladas todas las protecciones en su lugar, y en el caso de que fuese necesario desmontar alguna de ellas para realizar una reparación, esta deberá ser colocada en su lugar originario antes de hacer funcionar la máquina. Todas estas operaciones deben hacerse con el motor parado.
- No retire los resguardos, las pantallas protectoras, y demás elementos de protección instalados.

- Asegurar los objetos en un lugar seguro lejos de las partes en movimiento. Mantenga el orden y la limpieza.
- Atienda las indicaciones del señalista cuando no haya la visibilidad suficiente, especialmente si se realiza el desplazamiento marcha atrás.

### Durante el funcionamiento

- Esta totalmente prohibido el manejo de la máquina por personal no especializado. Los maquinistas deben obtener autorización expresa de uso de la maquina por parte de la empresa.
- Respetar las pendientes indicadas en los libros de uso y mantenimiento de la máquina
- No trabaje sobrepasando los límites de inclinación especificados por el fabricante.
- Circule con la luz giratoria encendida, con precaución y respetando la señalización existente.
- Tener especial cuidado con los ángulos muertos de la máquina en previsión de riesgos de atropello y /o colisión. Debe mantenerse a una distancia de seguridad con respecto al resto de operarios y maquinas. Mínimo 2 metros respecto a la parte trasera de la fresadora.
- No abandonar nunca el puesto de conducción durante el trabajo
- Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad si la maquina dispone de él.
- En caso de que la máquina vuelque si dispone de de ROPS mantenerse en el puesto de mando y no intentar abandonar el mismo hasta que la maquina pare completamente.
- No afrontar pendientes o desniveles superiores a la pendiente superable de la máquina.
- Mantener la velocidad al mínimo para la correcta ejecución de los trabajos y siempre adecuada a las condiciones del terreno o a las ambientales.
- Evitar siempre maniobras bruscas o imprevistas en pendientes
- Una pendiente deberá bajarse siempre con la retención del motor sin tener que frenar continuamente.
- En caso de contacto de la maquina con un cable con tensión:
  - Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.

- Alejará el vehículo del lugar haciendo que nadie se acerque a los neumáticos (si la maquina dispone de ellos) que permanezcan hinchados si la línea es de alta tensión.
- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
    - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
    - Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

- En ambiente pulverulento debe usar mascarilla de protección
- Comunique a su superior inmediato o al jefe de taller cualquier anomalía detectada en la máquina
- En ambiente pulverulento debe usar mascarilla de protección
- Comunique a su superior inmediato o al jefe de taller cualquier anomalía detectada en la máquina.
- Los operadores sin experiencia deben utilizar siempre la máquina en un espacio abierto ya una velocidad de desplazamiento reducida, hasta que se familiaricen con los controles. Accionar las palancas de control lenta y suavemente, para que la máquina ano salte. Si la máquina comienza a rebotar, soltar las palancas de control de la dirección y la máquina se parará.
- Cuando se utilice la máquina, mantener siempre todo el cuerpo dentro de la cabina. Antes de dejar el asiento del operador bajar siempre el cucharon (o implemento) al suelo y apagar el motor. El incumplimiento de estas medidas, así como dejar el equipo elevado de la máquina en ausencia del operador, puede ocasionar lesiones o la muerte.
- Cuando se use la máquina mantener el cucharon o implemento tan bajo como sea posible. El equilibrio es mejor en esta posición y permite ver con más claridad. Si se mueve la máquina con el cucharón lleno sobre terrenos accidentados o superficies

resbaladizas, hacerlo siempre a baja velocidad. En caso contrario, la máquina se puede descontrolar y volcar.

- Carga y descarga de material:
- Bajar los brazos de elevación hasta los topes, incrementar la velocidad del motor a la aceleración máxima y abordar el montículo de carga a ¼ de la velocidad de transporte.
- Retraer y elevar el cucharón
- Mantener la carga baja al transportarla hacia el área de descarga.
- En el área de descarga realizar todos lo movimiento de elevación descarga del cucharón suavemente.
- Peligro de impactos: el borde o los dientes del cucharón pueden atascarse en una superficie congelada o un objeto enterrado durante la operación de raspado de superficie. Antes del funcionamiento, inspeccionar si hay objetos en el área con los que el cucharón pueda atascarse y señalarlos. Durante el funcionamiento asegurarse de que el fondo del cucharón este nivelado con la superficie que se va a rascar. Trabajar con la máquina evitando los objetos y a baja velocidad. Pueden ocasionarse lesiones al operador y daños a la máquina si no se toman estas precauciones. Mantener trabado el cinturón de seguridad en todo momento.
- Funcionamiento en pendientes o rampas:
  - Cucharon cargado: si el implemento está cargado conducir la máquina cuesta arriba. Usar la marcha atrás para bajar una pendiente con el implemento cargado.
  - Cucharón vacío: si el cucharón está vacío, conducir la máquina cuesta abajo. Usar la marcha atrás para subir una pendiente con el cucharón vacío.
  - Si la máquina empieza a inclinarse hacia delante, bajar el accesorio cuchara o cepillo, rápidamente para volverla a equilibrar.
  - Transite siempre a más de dos metros de bordes de excavación y taludes sin consolidar.

### Repostado

- El gasoil es un combustible inflamable y debe ser manejado con atención. No realizar el llenado ni realizar trabajos de mantenimiento en el circuito del combustible si se está fumando si se testa próximo a lamas vivas o incandescentes.

- Reposte el combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tenga cuidado en el llenado y evite derrames. Espere a que se enfrié
- No fume ni use el teléfono móvil durante la operación de repostado.
- Compruebe que no hay ninguna fuga de combustible. No lo haga con cerillas o mecheros.
- Limpiar siempre el combustible, que eventualmente pudiese derramarse durante la operación de llenado del depósito.
- Tener la maquina limpia con el fin de evitar incendios.

### Mantenimiento

- Deberá pararse la máquina para realizar las tareas de limpieza de restos de aglomerado, tierras, hormigón… adheridos a la maquina (orugas, neumáticos, ruedas, rodillos etc).
- Prohibido realizar trabajos de mantenimiento con el motor encendido.
- Levantar y colocar sobre tacos: asegurar mecánicamente piezas de la maquina en posición elevada.
- Use guantes y gafas protectoras durante el relleno de baterías y siempre que exista riesgo de proyecciones de partículas o líquidos.
- Antes de ponerla en marcha montar todos los dispositivos de seguridad correctamente.
- Evite el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Cualquier operación de mantenimiento o reparación debe ser realizada por personal cualificado y con una formación/experiencia profesional adecuada.
- Al finalizar la intervención en la maquina no poner la máquina en funcionamiento hasta que la persona responsable realice las siguientes comprobaciones: que el trabajo está finalizado completamente; que la máquina funciona perfectamente, que todos los sistemas de seguridad funcionan correctamente; que la puesta en funcionamiento no crea peligro a las personas

### Parada y aparcamiento

- Estacione el equipo en una superficie firme y nivelada y como mínimo a dos metros de bordes de coronación de taludes de excavación y zanjas.

- Proteger con señalización visible la presencia de la máquina cuando pueda constituir un obstáculo en su aparcamiento.
- Accione los mandos de paro, desconexión y frenado de la máquina. Quite las llaves y asegure el equipo contra el vandalismo y utilización no autorizada.
- Haga limpieza general del equipo /instalación.
- Para el estacionamiento de la maquina en un plano no horizontal hacer uso de las cuñas en las ruedas para evitar desplazamientos de la máquina.
- Si hay que estacionar temporalmente la maquina en una ladera, orientar su parte delantera hacia la base de la pendiente. Asegurarse de que la máquina quede detrás de un objeto que no pueda moverse.

**Transporte de la máquina**

- Elevación de la maquina: elevar siempre la máquina siguiendo las instrucciones del manual (puntos de enganche) No desplazarse por debajo de la maquina mientras está elevada, as4egurarse de que los cables o cadenas alizar para la elevación de la maquina estén en buen estado y sean los adecuados para sostener el peso a elevar. Asegurar la maquina con calzos y cables antes de desplazar el vehículo de transporte para prevenir deslizamientos o vuelcos de la maquinaria.

**Movimientos de tierras**

- La tierra extraída de las excavaciones se ha de acopiar como mínimo a dos metros de la coronación del talud y siempre en función de las características del terreno.
- Al ejecutar zanjas se sanearán la coronación de los taludes, dándole cierto Angulo para evitar el desprendimiento de tierras hacia la zanja.
- Como norma general en los trabajos de excavación en presencia de conducciones enterradas solo se podrá emplear la minicargadora hasta llegar a una distancia de 1 m de la conducción. Entre 1 m y 50 cm se podrán usar herramientas mecánicas. Por debajo de 50 cm los trabajos de aproximación se realizarán de forma manual

### 6.19.3 Equipos de protección individual:

- Calzado de seguridad.
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche.
- Calzado de seguridad con suela antideslizante.
- Guantes (mantenimiento, quemaduras).

- Mascarilla antipolvo (si no se dispone de cabina cerrada).
- Gafas de seguridad antiproyecciones y polvo (si no se dispone de cabina cerrada).

## 6.20 Pala Cargadora, retroexcavadora o mixta

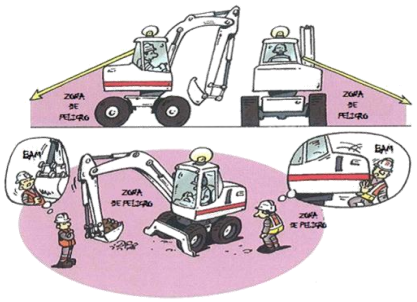





Esta maquinaria se emplea para el movimiento de tierras, excavación y rellenos. Para ello la máquina dispone de un cazo con el cual carga material suelto y lo descarga donde sea necesario, en el caso de la retroexcavadora lleva un brazo articulado habilitado para la excavación de material, en el caso de la pala mixta lleva ambos brazos, aunque son de menor capacidad. Este tipo de maquinaria dispone de varios tipos de implementos que pueden acoplarse para realizar otras funciones como picado, barrido, perforación, elevación de cargas como una manitu, etc. La maquinaria pude desplazarse sobre neumáticos o sobre cadenas.

### 6.20.1 Riesgos laborales identificados

- Proyecciones de objetos.
- Ambiente pulvígeno.
- Aplastamientos.
- Atrapamientos.
- Atropellos y/o colisiones.
- Caída de objetos y/o de máquinas.
- Caídas de personas a distinto nivel.



- Caídas de personas al mismo nivel.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Golpes y/o cortes con objetos y/o maquinaria.
- Vibraciones.
- Sobreesfuerzos.
- Ruido.
- Vuelco de máquinas y/o camiones.
- Interferencias con conducciones subterráneas
- Interferencias con conducciones aéreas

### 6.20.2 Medidas preventivas a adoptar

**Medidas generales maquinaria**

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización del centro de trabajo (y en carreteras según reglamentación sobre señalización 8.3. IC). Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada.
- Antes de arrancar el motor o de desplazar la máquina, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que éstos estén a una distancia de seguridad.
- No se permite el transporte de personas en la máquina.
- El ascenso y descenso de la máquina se realizará por los peldaños y asideros dispuestos para tal función, y siempre de forma frontal y agarrándose con las dos manos y con 3 puntos de apoyo.
- Mantener limpios los peldaños antideslizantes. Comprobar que el puesto de mando, las escaleras y las barandillas estén limpios El aceite, la grasa, la nieve, el hielo o el barro en dichas áreas podrían provocar resbalones o caídas
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Está totalmente prohibido al personal se encuentre en los alrededores de la máquina, cruzarse o permanecer por delante o por detrás de la maquina mientras la ésta está en funcionamiento. Lugares de peligro son, por ejemplo, todas las áreas delante, detrás y debajo de la máquina, el área de alimentación de las cintas transportadoras,

los rodillos fresadores y otros componentes o las áreas inmediatamente delante o detrás de ruedas y mecanismos de traslación.

- No subir o bajar de la maquina cuando esté en movimiento.
- No abandonar nunca el puesto de conducción con el motor en marcha.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas o bajas temperaturas. Está totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas así como de cualquier otro tipo de estupefaciente durante la jornada de trabajo.
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente bien en la cabina de la máquina, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.
- Si los trabajos los realiza en carreteras, en el momento de estacionar el vehículo con el que accede obra en el arcén, hay que colocar las ruedas del vehículo hacía el exterior de la calzada para que en caso de colisión de un vehículo contra este, el vehículo no sea reenviado a la vía.
- Se prohíbe salir del área de seguridad señalizada para la realización de los trabajos para evitar el riesgo de atropello en caso de realizar trabajos en carreteras con circulación de vehículos.
- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas o subterráneas y solicitar que se señalicen al personal del centro de trabajo antes de iniciar los trabajos.
- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.
- Emplear la máquina sólo para los fines previstos conforme a las normas descritas en su manual.

### Antes del inicio de los trabajos

- Familiarizarse con los dispositivos de seguridad instalados en la máquina y asegurarse de que estén todos disponibles y funcionen correctamente.

- Revisar diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad de la máquina, (sistema de indicación de maniobra sonoro y luminoso, sistema de frenado, estado de barandillas, peldaños, niveles, retrovisores etc.) Estos dispositivos deben estar correctamente fijados, completos y en el lugar prescrito.
- Sustituir las señales de advertencia que falten o estén dañadas.
- En su función de operario de la máquina, también es responsable de los trabajos relacionados con la máquina como conductor en circulación viaria
- Antes de empezar cualquier trabajo y/o de poner en marcha la máquina, comprobar que puede funcionar con seguridad (seguridad vial).
- Asegurarse de que la máquina sólo funcione si está en perfecto estado técnico.
- Como operario de la máquina, está autorizado a rechazar encargos que no cumplan las normas.
- Si recibiera instrucciones de sus superiores, empleados del fabricante u otras personas con autoridad que contradigan el manual de instrucciones, el manual de seguridad, u otros documentos publicados por el fabricante o las disposiciones legales, siempre deberán solicitarse dichas instrucciones impresas y realizarse únicamente si existen garantías de seguridad.
- Asegurarse de que se cumplan los plazos para las comprobaciones de seguridad periódicas prescritas.
- La zona de trabajo de la máquina debe estar limitada para evitar el acceso desde las zonas públicas
- Eliminar los obstáculos de la calzada y de la zona de trabajo, conocer bien el plan de circulación de la obra e informarse cada día de los trabajos realizados que puedan constituir un riesgo: zanjas abiertas, tendidos de cables etc.
- Los conductos de combustible y aceite sueltos o dañados, los tubos o mangueras no estancos pueden causar incendios u otros peligros, por lo que deben repararse o cambiarse de forma inmediata.
- Comprobar que ni los cables eléctricos ni las conexiones presenten desgaste o daños. Subsanar de forma inmediata los fallos detectados.
- No llevar en la máquina líquidos inflamables en recipientes sueltos, como por ejemplo sustancias auxiliares de arranque, éter o combustible

- Comprobar el estado de los neumáticos, verificar que no tienen fisuras y que la presión es la adecuada a la carga y lugar de trabajo.
- Las pendientes y las crestas de los taludes deben estar limpias antes de empezar el trabajo

### Arranque de la máquina

- Antes de la puesta en marcha y durante el servicio, asegurarse de que no exista ninguna persona en la zona de peligro de la máquina.
- Mantener alejadas de la máquina a personas no autorizadas
- Antes de comenzar el trabajo observar las indicaciones de seguridad, dar una vuelta alrededor de la máquina para ver si hay algún derrame o algún daño, montar las piezas que fueron desmontadas después de terminar el trabajo el día anterior o para el transporte.
- Antes de poner en funcionamiento la máquina, controlar la seguridad de funcionamiento. Examinar siempre la zona de trabajo para localizar los peligros eventuales (piedras, zonas resbaladizas, arboles, zanjas o terrenos accidentados, acopios de materiales, etc.). Ante tales eventualidades proceder con mucha precaución.
- Manejar la máquina solo si están a la vista todas las personas en el área de la máquina y se le ha indicado que la zona de peligro está libre.
- Limpiar las ruedas o chasis de cadenas antes de cualquier desplazamiento por carretera para evitar proyecciones de partículas a los vehículos que circulan.
- Mantener alejadas de la máquina a personas no autorizadas
- Verifica el estado correcto y la regulación del asiento, esto hará más cómodo la conducción y limitará las vibraciones recibidas por el cuerpo.

### Consejos de funcionamiento

- El personal en fase de aprendizaje no podrá trabajar con la máquina si no está acompañado permanentemente de una persona experta.
- Es necesario tener instaladas todas las protecciones en su lugar, y en el caso de que fuese necesario desmontar alguna de ellas para realizar una reparación, esta deberá ser colocada en su lugar originario antes de hacer funcionar la máquina. Todas estas operaciones deben hacerse con el motor parado.

- No retire los resguardos, las pantallas protectoras, y demás elementos de protección instalados.
- Asegurar los objetos en un lugar seguro lejos de las partes en movimiento. Mantenga el orden y la limpieza.
- Atienda las indicaciones del señalista cuando no haya la visibilidad suficiente, especialmente si se realiza el desplazamiento marcha atrás.
- No utilizar nunca la pala o implementos de las máquinas como andamios para subir personas
- Durante la carga de camiones nunca pasar la pala por encima de la cabina del camión
- Antes de desplazarse por carretera con la retroexcavadora se deberán bloquear los estabilizadores, la pluma, y la zona que gira con los mecanismos previstos al efecto.
- Para cargar el camión con material coloca la giratoria paralelamente al camión
- Revisa los frentes antes de empezar a trabajar para localizar las zonas inestables de los mismos.
- Comprueba que las características del cucharón son las indicadas para el tipo de roca y para la operación. En materiales duros utiliza dientes o cuchillas intercambiables
- No sitúes el equipo sobre terreno que pueda ceder por su peso. Nunca excaves bajo el propio equipo, Si la excavadora es de ruedas, utiliza los estabilizadores siempre que sea preciso.
- Si existe riesgo de desprendimiento emplea el equipo para sanear el frente siguiendo siempre las instrucciones recibidas por el encargado:
    - Aproxima con precaución el equipo al frente
    - No formes al excavar taludes invertidos. La explotación por desplome es extremadamente peligrosa
    - No comiences el saneo mientras todavía haya personal o equipos en la zona de riesgo
    - Procede al desprendimiento de las rocas inestables y retira el material.
- Usa el martillo hidráulico solo para romper la roca, hormigón u otros materiales duros:
    - Emplea martillos adecuados para ese tipo de excavadora.
    - Sitúa la máquina en zona estable y lo más horizontal posible

- Cierra las ventanas de la cabina. Es una operación muy ruidosa. Usa protectores auditivos si es preciso
- No trabajes con el brazo perpendicular al suelo ni con lo cilindros totalmente extendidos o retraídos
- Opera el martillo con la pluma situada entre las dos orugas por delante o bien por detrás. No lo hagas nunca lateralmente ya que puede desestabilizarse
- Acciónalos por periodos cortos (+/- 15 segundos) para evitar sobrecalentamientos.

- Arranque de materiales con retroexcavadora:
  - Coloca el equipo, incluido el tren de rodaje en perpendicular al frene, en la zona sin riesgo de desprendimiento y sobre terreno resistente.
  - Sitúa el brazo formando un ángulo de unos 70º con el terreno y la cuchilla de la cuchara formado un ángulo de 120º con el suelo.
  - Ejerce la máxima presión sobre el terreno con la cuchara y, manteniéndola paralela al suelo, mueve el brazo hacia el equipo disminuyendo la presión hacia abajo
  - Ajusta la profundidad del corte subiendo la pluma y plegando el cazo si el brazo se para debido a la carga.
  - Mantén el movimiento hacia atrás mientras se llena el cazo. Cuando esté lleno, cierra el cucharón y sube la pluma.
  - Una vez que el cazo está por encima de la zona excavada, y a una altura suficiente para salvar la caja del camión o del dumper acciona el control de giro
- Arranque de materiales con Pala cargadora:
  - Sitúa el cazo sobre el terreno con un ligero ángulo de excavación
  - Ejerce presión hacia abajo, pero no excesivamente para perder la tracción mientras la pala se desplaza hacia adelante.
  - Coloca la palanca de levantamiento en posición fija cuando obtengas una penetración suficiente.
  - Sube o baja el cazo para realizar cortes horizontales mientras te desplazas hacia delante

- Inclina el cazo hacia tras cuando esté cargado y súbelo a unos 40-50 cm mientras te desplazas.

- Carga de materiales:
  - Antes de la carga comprueba que ninguna persona se encuentra en la zona de movimiento del equipo ni ha accedido a la caja del volquete o dumper
  - Empieza cargando por el centro. Si la caja es muy larga comienza por delante
  - Al descargar el cazo, procura no girarlo hasta los topes de los cilindros para evitar un desgaste más rápido
  - Evita derramar material ni sobrecargar el volquete. No sueltes el material desde gran altura.
  - Sí estas utilizando un cazo de usos múltiples ábrelo cuando lo tengas situado sobre la caja. Al terminar inclínalo hacia atrás.
  - Cuando se cargue escollera, asegura te de que los bloques están bien distribuidos y de forma estable.

- Excavación de zanjas
  - Asegúrate antes de iniciar los trabajos que no hay nadie en el radio de acción de la maquinaria, incluido el operador de a pie que mide la profundidad de excavación.
  - Acopia los materiales siempre a un lado de la zanja y a una distancia del borde del talud como mínimo de la mitad de la profundidad de la excavación para no sobrecargar los frentes. Mantén los bordes de la zanja libres de materiales.

**Durante el funcionamiento:**

- Está totalmente prohibido el manejo de la máquina por personal no especializado. Los maquinistas deben obtener autorización expresa de uso de la maquina por parte de la empresa.
- Queda prohibido el transportar personas en estas máquinas.
- Circule con la luz giratoria encendida, con precaución y respetando la señalización existente.
- Tener especial cuidado con los ángulos muertos de la máquina en previsión de riesgos de atropello y /o colisión. Debe mantenerse a una distancia de seguridad con respecto al resto de operarios y maquinas.

- No abandonar nunca el puesto de conducción durante el trabajo
- Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad si la maquina dispone de él.
- En caso de que la máquina vuelque mantenerse en el puesto de mando y no intentar abandonar el mismo hasta que la maquina pare completamente.
- Mantener la velocidad al mínimo para la correcta ejecución de los trabajos y siempre adecuada a las condiciones del terreno o a las ambientales.
- Para trabajar en pendientes:
    - Respetar las pendientes indicadas en los libros de uso y mantenimiento de la máquina
    - No trabaje sobrepasando los límites de inclinación especificados por el fabricante.
    - No afrontar pendientes o desniveles superiores a la pendiente superable de la máquina.
    - Evitar siempre maniobras bruscas o imprevistas en pendientes
    - Una pendiente deberá bajarse siempre con la retención del motor sin tener que frenar continuamente. No desplazarse o trabajar en pendientes en sentido transversal.
    - Cuando el suelo está en pendiente, frenar la máquina y trabajar con el equipo orientado en la pendiente
    - Para desplazarse sobre un terreno en pendiente orientar el brazo hacia la parte de abajo, tocando casi el suelo.
    - La máquina debe tener dispositivo ROPS
- Para trabajos de demolición:
    - No derribar con la cuchara elementos de construcción en los que la altura por encima del suelo es superior a la longitud de la proyección horizontal del brazo en acción.
    - Tapar los huecos del suelo antes de circular, si esto no es posible balizar la zona.
    - Cuando se realicen rampas, no utilizar vigas de madera o hierro que puedan dejar oquedades
    - La máquina debe tener dispositivo FOPS.

- No trabajar en las proximidades de una línea eléctrica aérea con tensión, asegurarse de que se han tomado las distancias mínimas de seguridad. Cuando se circula por un camino junto a una línea eléctrica hay que tener en cuenta las sinuosidades, baches y demás irregularidades de este a la hora de calcular las distancias mínimas
- Si existen líneas eléctricas subterráneas no se excavará con medios mecánicos a una distancia menor a un metro de la línea.
- En caso de contacto de la maquina con un cable con tensión:
    - Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
    - Alejará el vehículo del lugar haciendo que nadie se acerque.
    - Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
    - Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
        - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
        - Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.
- En ambiente pulverulento debe usar mascarilla de protección
- Comunique a su superior inmediato o al jefe de taller cualquier anomalía detectada en la máquina
- Tener en cuenta el recorrido de frenado de la máquina y elegir siempre la velocidad de desplazamiento adecuada.
- Colocar el implemento (cuchara, pico, etc) apoyado sobre el suelo, aunque sean paradas de corta duración

### Repostado

- El gasoil es un combustible inflamable y debe ser manejado con atención. No realizar el llenado ni realizar trabajos de mantenimiento en el circuito del combustible si se está fumando si se testa próximo a lamas vivas o incandescentes.

- Reposte el combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tenga cuidado en el llenado y evite derrames. Espere a que se enfrié
- No fume ni use el teléfono móvil durante la operación de repostado.
- Compruebe que no hay ninguna fuga de combustible. No lo haga con cerillas o mecheros.
- Limpiar siempre el combustible, que eventualmente pudiese derramarse durante la operación de llenado del depósito.
- Tener la maquina limpia con el fin de evitar incendios.

### Mantenimiento

- Durante las operaciones de mantenimiento la máquina deberá permanecer con el motor parado y asegurándose de que terceras personas no puedan efectuar el arranque del motor.
- Deberá pararse la máquina para realizar las tareas de limpieza de restos de materiales adheridos a la máquina.
- Prohibido realizar trabajos de mantenimiento con el motor encendido.
- Levantar y colocar sobre tacos: asegurar mecánicamente piezas de la maquina en posición elevada.
- Use guantes y gafas protectoras durante el relleno de baterías y siempre que exista riesgo de proyecciones de partículas o líquidos.
- Antes de ponerla en marcha montar todos los dispositivos de seguridad correctamente.
- Evite el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Cualquier operación de mantenimiento o reparación debe ser realizada por personal cualificado y con una formación/experiencia profesional adecuada.
- Al finalizar la intervención en la maquina no poner la máquina en funcionamiento hasta que la persona responsable realice las siguientes comprobaciones: que el trabajo está finalizado completamente; que la máquina funciona perfectamente, que todos los sistemas de seguridad funcionan correctamente; que la puesta en funcionamiento no crea peligro a las personas.
- Realizar los trabajos de puesta a punto en sistemas de presión sólo cuando no estén bajo presión. El aceite hidráulico bajo presión puede penetrar en la piel y causar quemaduras graves.

- En caso de trabajos de montaje por encima de la cabeza, deben emplearse sistemas de acceso y plataformas de trabajo, seguros y adecuados para cada caso. No utilizar componentes de la máquina para subir en ella. En caso de trabajos de mantenimiento en altura llevar dispositivos de seguridad anticaída.

### Parada y aparcamiento

- Estacione el equipo en una superficie firme y nivelada y con los implementos apoyados sobre el suelo.
- Proteger con señalización visible la presencia de la máquina cuando pueda constituir un obstáculo en su aparcamiento.
- Accione los mandos de paro, desconexión y frenado de la máquina. Quite las llaves y asegure el equipo contra el vandalismo y utilización no autorizada.
- Haga limpieza general del equipo /instalación.
- Para el estacionamiento de la maquina en un plano no horizontal hacer uso de las cuñas en las ruedas para evitar desplazamientos de la máquina.

### Transporte de la máquina

- Elevación de la maquina: elevar siempre la máquina siguiendo las instrucciones del manual (puntos de enganche) No desplazarse por debajo de la maquina mientras está elevada, asegurarse de que los cables o cadenas a utilizar para la elevación de la maquina estén en buen estado y sean los adecuados para sostener el peso a elevar. Asegurar la maquina con calzos y cables antes de desplazar el vehículo de transporte para prevenir deslizamientos o vuelcos de la maquinaria.
- Para cargar la máquina en góndolas, emplear rampas de ancho suficiente, con capacidad de carga adecuada y provistas de sistemas que aseguren su posición.
- Debe haber un guía en el campo visual del conductor y fuera de la zona de peligro.
- Asegurarse de que las rampas de carga no estén sucias (p. ej. Nieve, hielo, aceites, etc.), las rampas deben estar equipadas con un revestimiento anti-resbalamiento.
- No desplazar nunca metal sobre metal.
- La inclinación de la rampa no debe superar los 12º.
- Bajar las piezas del equipamiento regulables en altura y en caso necesario asegurar su posición.

### Operario desde tierra

- El operario desde tierra asiste al operario de la máquina. Su tarea consiste en indicar la cota de excavación. Es responsable de su propia seguridad y de la seguridad alrededor de la máquina.
- Mantenerse alejado, de mecanismos de traslación
- Cuando se acerque a la máquina, asegurarse siempre de que ha sido visto por el operario de la misma
- Guardar una distancia prudente (mayor al radio de actuación de la maquina) alrededor de la máquina.
- Al controlar la profundidad de excavación, asegurarse de guardar la distancia suficiente con respecto a la máquina
- Existen áreas alrededor de la máquina que no se pueden ver o presentan mala visibilidad. Recurrir a guardas de seguridad para controlar estas áreas.
- Familiarizarse con las señales o movimientos con la mano hechos por los guardas de seguridad.

### 6.20.3 Equipos de protección individual

- Calzado de seguridad
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche
- Casco
- Protección auditiva
- Mascarilla
- Gafas de seguridad
- Guantes.

## 6.21 Pisón.

Equipo de trabajo que se utiliza para la compactación de terrenos, a través de la energía suministrada por una carga explosiva o por aire comprimido.

### 6.21.1 Riesgos

- Caída de objetos por manipulación.
- Golpes por objetos o herramientas.

- Proyección de fragmentos o partículas.
- Sobreesfuerzos.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes químicos: gas.
- Riesgo de daños a la salud derivados de la exposición a agentes físicos: ruidos y vibraciones.

### 6.21.2 Medidas Preventivas

- Utilizar pisones con el marcado CE prioritariamente o adaptados al Real Decreto 1215/1997.
- Es necesaria formación específica para la utilización de este equipo.
- Seguir las instrucciones del fabricante.
- Mantener las zonas de trabajo limpias y ordenadas.
- Deben evitarse o minimizarse las posturas forzadas y los sobreesfuerzos durante el trabajo.
- Antes de empezar a trabajar, limpiar los posibles derrames de aceite o combustible que puedan existir.
- Antes del inicio del trabajo se ha de inspeccionar el terreno (o elementos estructurales) para detectar la posibilidad de desprendimientos por la vibración transmitida.
- Evitar desplazamientos laterales mientras se avanza frontalmente.
- Evitar la presencia de cables eléctricos en las zonas de paso.
- Tienen que ser reparados por personal autorizado.
- Las operaciones de limpieza y mantenimiento se han de efectuar con el equipo apagado.
- No abandonar el equipo mientras esté en funcionamiento.
- Se tienen que sustituir inmediatamente las herramientas gastadas o agrietadas.
- Siempre que sea posible, realizar estas actividades en horario que provoque las menores molestias a los vecinos.
- Realizar mantenimientos periódicos de estos equipos.
- En la vía pública, esta actividad se aislará debidamente de las personas o vehículos.

- Antes de ponerlo en funcionamiento, asegurarse de que estén montadas todas las tapas y armazones protectores.
- Hay que almacenar estos equipos en lugares cubiertos y fuera de las zonas de paso.

### 6.21.3 Equipos de protección individual

- Casco de seguridad.
- Protectores auditivos: tapones o auriculares.
- Gafas.
- Guantes contra agresiones mecánicas y vibraciones.
- Calzado de seguridad con puntera reforzada.
- Faja antivibración.
- Ropa de trabajo.

## 6.22 Portacontenedores

### 6.22.1 Identificación de riesgos

- Atrapamientos por o entre objetos
- Caída de objetos en manipulación
- Golpes/cortes por objetos o herramientas
- Caída de personas a distinto nivel
- Atrapamiento por vuelco de máquinas
- Atropellos o golpes con vehículos
- Ruido y polvo

### 6.22.2 Medidas preventivas

- Antes de realizar cualquier operación garantizar la total detención del vehículo, el freno de mano y la extensión de los gatos.
- Asegura la estabilidad del camión situando los gatos en terrenos uniformes, procurando que el camión esté nivelado y orientando para que los esfuerzos sean perpendiculares a los ejes del camión.
- Evitar esfuerzos desequilibrados que generen torsiones.

- Si el terreno tiene fuerte pendiente orientar al vehículo a favor de la pendiente, situando la cabina en parte baja.
- La carga y descarga de los contenedores genera un gran esfuerzo transversal a los ejes del camión desde la parte posterior (zona de carga). Los fabricantes de carrocerías han previsto gatos en la trasera para evitar sobrecargas de la amortiguación de los camiones
- Elegir elementos auxiliares (ganchos, grilletes, etc.) adecuados al tipo de trabajo. Si los elementos de izado presentan indicios de deformación suspender inmediatamente los trabajos.
- En el caso la elevación por cadenas, las argollas están diseñadas para ajustarse a los salientes mientras están en tensión. En la elevación por un único brazo, el gancho dispone de un dispositivo de retención para evitar desenganches accidentales.
- Está totalmente prohibido el transporte o elevación de personas en los contenedores o los elementos de izado.
- Disponer en los camiones de extintores contra incendios adecuados a las características del vehículo y a la normativa de aplicación.
- Utilizar como mínimo guantes y calzado de seguridad durante las operaciones de elevación y descarga de los contenedores.
- El operador se situará en el puesto de mando, vigilando la posible presencia de personas en la zona de operación de carga o descarga.
- Cuando los residuos puedan caer del contenedor o cuando el lugar de retirada tenga actividades con riesgo de caída de objetos es obligatorio el uso del casco de seguridad para el operador y las personas que le auxilien en la tarea.
- Dentro de las obras o centros de trabajo los contenedores deben situarse en lugares habilitados para ellos donde las operaciones de carga y descarga no interfieran con otras actividades.
- Delimitar y señalizar el entorno de trabajo para evitar interferencias con otros trabajadores o terceros.
- En el caso de estar en la vía pública, deben disponerse de forma que no alteren el tránsito de otros usurarios de la vía, disponiendo además de señalización de posición auto reflectante (caza faros).

- Ejecutar las maniobras con suavidad, en el caso de producirse una situación anómala o de emergencia detener los trabajos y reanudarlos sólo cuando se haya adoptado medidas que permitan continuarlos en condiciones de seguridad.
- La operación de vaciado se realiza en las playas de descarga, diseñadas para enganchar en la base del contenedor, permitiendo realizar un vaciado seguro por vuelco. Parte de las operaciones pueden realizarse desde los mandos del interior de la cabina.
- El operador debe tener un perfecto control del recorrido del contenedor. Cuando el operador no tenga una completa visibilidad del recorrido, la operación será coordinada por personal auxiliar.
- Antes de iniciar la marcha comprobar que el contenedor se encuentra dentro de los límites de la plataforma y que apoya totalmente. Por último, fijar del contenedor con los pestillos de seguridad previstos.
- Al transportar materiales que produzcan polvo, estén sueltos o sean susceptibles de caerse, usar lonas u otros métodos que cubran eficazmente el contenido del contenedor.
- Se recomienda vigilar el llenado de los contenedores. Si se trata de materiales sueltos no superar el 5% de pendiente en el colmo.

### 6.22.3 Equipos de protección individual

- Calzado de seguridad,
- Casco,
- Gafas anti-proyección,
- Chaleco alta visibilidad.

## 6.23 Rodillo Vibrante:

Esta máquina está destinada al uso convencional de compactación de terrenos sueltos, firmes de carretera, revestimientos de carretera y suelos compactables similares. La máquina sólo se debe utilizar sobre suelos con suficiente capacidad de carga.



### 6.23.1 Identificación de riesgos:

- Caídas del personal desde la máquina al subir o bajar.
- Caída de objetos desprendidos, por manipulación y desplome
- Estrés térmico.
- Inhalación vapores betún asfáltico.
- Colisiones/Vuelcos de máquinas.
- Atropellos.
- Atrapamientos por y entre objetos.
- Quemaduras por contacto térmico.
- Lesiones musculares por sobresfuerzos y movimientos repetitivos (giro de cabeza y tronco)
- Ruido
- Vibraciones
- Proyecciones de partículas
- Contactos eléctricos
- Ambientes pulvígenos.

### 6.23.2 Medidas preventivas necesarias:

**Medidas generales maquinaria**

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización de la obra. Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada.
- Antes de arrancar el motor o de desplazar la máquina, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que éstos estén a una distancia de seguridad.

- No se permite el transporte de personas en la máquina.
- El ascenso y descenso de la máquina se realizará por los peldaños y asideros dispuestos para tal función, y siempre de forma frontal y agarrándose con las dos manos.
- Mantener limpios los peldaños antideslizantes.
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Está totalmente prohibido que el personal se encuentre en los alrededores de la máquina especialmente cruzarse o permanecer por delante o por detrás de éste mientras la máquina esté en funcionamiento.
- No subir o bajar de la máquina cuando esté en movimiento.
- No abandonar nunca el puesto de conducción con el motor en marcha.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas o bajas temperaturas. Está totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas, así como de cualquier otro tipo de droga durante la jornada de trabajo. (Infracción Muy Grave)
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente bien en la cabina de la máquina, bien en la furgoneta del equipo, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.
- En el momento de estacionarse en el arcén hay que colocar las ruedas del vehículo hacía el exterior de la calzada para que en caso de colisión el vehículo no sea reenviado a la vía.
- Se prohíbe salir del área de seguridad señalizada para la realización de los trabajos para evitar el riesgo de atropello en caso de realizar trabajos en carreteras con circulación de vehículos.
- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas o subterráneas y solicitar que se señalicen al personal de la obra antes de iniciar los trabajos.

- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.
- Al manipular productos asfalticos evite su contacto ya que pueden producir graves quemaduras.

### Arranque de la máquina

- Revisar diariamente antes del comienzo de los trabajos todos los elementos de seguridad de la máquina, (sistema de indicación de maniobra sonoro y luminoso, sistema de frenado, estado de barandillas, peldaños, niveles, cinturones de seguridad, retrovisores, etc.)
- Antes de comenzar un tramo de pavimentación observar las indicaciones de seguridad, dar una vuelta alrededor de la máquina para ver si hay algún derrame o algún daño, montar las piezas que fueron desmontadas después de terminar el trabajo el día anterior o para el transporte.
- Antes de poner en funcionamiento la máquina, controlar la seguridad de funcionamiento. Examinar siempre la zona de trabajo para localizar los peligros eventuales (piedras, zonas resbaladizas, arboles, zanjas o terrenos accidentados, acopios de materiales…). Ante tales eventualidades proceder con mucha precaución.
- Encienda la maquina únicamente desde el asiento del conductor.

### Consejos de funcionamiento

- Durante las operaciones de mantenimiento la máquina deberá permanecer con el motor parado y asegurándose de que terceras personas no puedan efectuar el arranque del motor.
- Es necesario tener instaladas todas las protecciones en su lugar, y en el caso de que fuese necesario desmontar alguna de ellas para realizar una reparación, esta deberá ser colocada en su lugar originario antes de hacer funcionar la máquina. Todas estas operaciones deben hacerse con el motor parado.
- No retire los resguardos, las pantallas protectoras, y demás elementos de protección instalados.
- Asegurar los objetos en un lugar seguro lejos de las partes en movimiento. Mantenga el orden y la limpieza.
- Atienda las indicaciones del señalista cuando no haya la visibilidad suficiente, especialmente si se realiza el desplazamiento marcha atrás.

- Cerca de pozo a y bordes, asegúrese que al menos 2/3 del rodillo están sobre material ya compactado.

### Durante el funcionamiento

- Está totalmente prohibido el manejo de la máquina por personal no especializado. Los maquinistas deben obtener autorización expresa de uso de la máquina por parte de la empresa.
- Respetar las pendientes indicadas en los libros de uso y mantenimiento de la máquina
- No trabaje sobrepasando los límites de inclinación especificados por el fabricante.
- Circule con la luz giratoria encendida, con precaución y respetando la señalización existente.
- Tener especial cuidado con los ángulos muertos de la máquina en previsión de riesgos de atropello y /o colisión. Debe mantenerse a una distancia de seguridad con respecto al resto de operarios y maquinas.
- No abandonar nunca el puesto de conducción durante el trabajo
- Es obligatorio el uso del cinturón de seguridad si la maquina dispone de él.
- En caso de que la máquina vuelque si dispone de ROPS mantenerse en el puesto de mando y no intentar abandonar el mismo hasta que la maquina pare completamente.
- No afrontar pendientes o desniveles superiores a la pendiente superable de la máquina.
- Mantener la velocidad al mínimo para la correcta ejecución de los trabajos y siempre adecuada a las condiciones del terreno o a las ambientales.
- Evitar siempre maniobras bruscas o imprevistas en pendientes
- Una pendiente deberá bajarse siempre con la retención del motor sin tener que frenar continuamente.
- En caso de contacto de la maquina con un cable con tensión:
    - Permanecerá en la cabina y maniobrará haciendo que cese el contacto.
    - Alejará el vehículo del lugar haciendo que nadie se acerque a los neumáticos (si la maquina dispone de ellos) que permanezcan hinchados si la línea es de alta tensión.

- Si no es posible cesar el contacto ni mover el vehículo, permanecerá en la cabina indicando a todas las personas que se alejen del lugar, hasta que le confirmen que la línea ha sido desconectada.
- Si el vehículo se ha incendiado y se ve forzado a abandonarlo podrá hacerlo:
  - Comprobando que no existen cables de la línea caídos en el suelo o sobre el vehículo, en cuyo caso lo abandonará por el lado contrario.
  - Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

- En ambiente pulverulento debe usar mascarilla de protección.
- Comunique a su superior inmediato o al jefe de taller cualquier anomalía detectada en la máquina
- Cuando se esté manejando la maquina no debe haber nadie delante o detrás del rodillo, la distancia de seguridad a otras máquinas o trabajadores debe ser igual o mayor a 5 m en la dirección y sentido de la marcha.
- Cualquiera que se encuentre cerca de la máquina mientras está en funcionamiento debe permanecer a una distancia lateral mínima de un metro.
- Sea consciente de los siguientes peligros:
  - Las superficies planas pueden no tener una densidad de suelo suficiente
  - Puede haber huecos o rocas bajo la superficie.
  - El suelo arcilloso húmedo puede resbalar
  - Con la vibración hay más peligro de desplazamiento lateral
  - Los cambios bruscos de dirección (giros) cerca de terraplenes aumentan el riesgo de vuelco.
  - Las máquinas con articulación central son más peligrosas cerca de terraplenes en los cambios bruscos de dirección
- No deben hacerse modificaciones en la estructura de protección contra vuelco (ROPS) sin la autorización del fabricante.
- Nunca maneje la máquina con las estructuras antivuelco (ROPS) inclinada

- El uso de protección auditiva es obligatorio en todos los rodillos sin cabina o en los que teniendo cabina se trabaje con ella abierta.
- Nunca deje que la máquina funcione en una habitación cerrada, los gases del tubo de escape pueden asfixiarle.

### Repostado

- El gasoil es un combustible inflamable y debe ser manejado con atención. No realizar el llenado ni realizar trabajos de mantenimiento en el circuito del combustible si se está fumando si se testa próximo a lamas vivas o incandescentes.
- Reposte el combustible con el motor parado, en lugares ventilados, tenga cuidado en el llenado y evite derrames. Espere a que se enfrié
- No fume ni use el teléfono móvil durante la operación de repostado.
- Compruebe que no hay ninguna fuga de combustible. No lo haga con cerillas o mecheros.
- Limpiar siempre el combustible, que eventualmente pudiese derramarse durante la operación de llenado del depósito.
- Tener la maquina limpia con el fin de evitar incendios.

### Mantenimiento

- Deberá pararse la máquina para realizar las tareas de limpieza de restos de aglomerado, tierras, hormigón… adheridos a la maquina (orugas, neumáticos, ruedas, rodillos etc).
- Prohibido realizar trabajos de mantenimiento con el motor encendido.
- Levantar y colocar sobre tacos: asegurar mecánicamente piezas de la maquina en posición elevada.
- Use guantes y gafas protectoras durante el relleno de baterías y siempre que exista riesgo de proyecciones de partículas o líquidos.
- Antes de ponerla en marcha montar todos los dispositivos de seguridad correctamente.
- Evite el contacto con las partes calientes de la máquina.
- Cualquier operación de mantenimiento o reparación debe ser realizada por personal cualificado y con una formación/experiencia profesional adecuada.

- Al finalizar la intervención en la maquina no poner la máquina en funcionamiento hasta que la persona responsable realice las siguientes comprobaciones: que el trabajo está finalizado completamente; que la máquina funciona perfectamente, que todos los sistemas de seguridad funcionan correctamente; que la puesta en funcionamiento no crea peligro a las personas.
- Si trabaja en una máquina elevada o levantada, asegúrese que está emplazada en una superficie dura y nivelada. Nunca trabaje bajo una máquina que esté sujeta solo mediante un gato o una grúa asegúrese que siempre está sostenida mediante una estructura estable y segura.
- Los gases de la batería son explosivos mantenga la batería fuera de llamas o chispas

### Parada y aparcamiento

- Estacione el equipo en una superficie firme y nivelada.
- Proteger con señalización visible la presencia de la máquina cuando pueda constituir un obstáculo en su aparcamiento.
- Accione los mandos de paro, desconexión y frenado de la máquina. Quite las llaves y asegure el equipo contra el vandalismo y utilización no autorizada.
- Haga limpieza general del equipo /instalación.
- Para el estacionamiento de la maquina en un plano no horizontal hacer uso de las cuñas en las ruedas para evitar desplazamientos de la máquina.

### Transporte de la máquina

- Elevación de la maquina: elevar siempre la máquina siguiendo las instrucciones del manual (puntos de enganche) No desplazarse por debajo de la maquina mientras está elevada, as4egurarse de que los cables o cadenas a utilizar para la elevación de la maquina estén en buen estado y sean los adecuados para sostener el peso a elevar. Asegurar la maquina con calzos y cables antes de desplazar el vehículo de transporte para prevenir deslizamientos o vuelcos de la maquinaria.
- Nunca permanezca sobre máquinas elevadas mientras estén siendo cargadas o descargadas con una grúa. Si se transporta una máquina en un vehículo, deben usarse solo rampas de seguridad para cargarla y descargarla.
- Cuando se transporte la máquina debe evitarse que se desplace, resbale o vuelque.

### 6.23.3 Equipos de protección individual:

- Calzado de seguridad
- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche
- Protección auditiva
- Mascarilla protección respiratoria en ambiente pulverulento
- Guantes serraje.

## 6.24 Motoniveladora

Equipo de trabajo utilizado para mover tierra u otros materiales sueltos. Su función principal es nivelar, moldear o dar pendiente a estos materiales.

### 6.24.1 Riesgos laborales identificados

- Atropello.
- Deslizamiento.
- Vuelco.
    - Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
    - Colisión contra otros vehículos.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Incendio.
- Quemaduras (trabajos de mantenimiento).
- Caída de personas desde la máquina.
- Golpes:
- Proyección de objetos.
- Ruido propio y ambiental (conjunción de varias máquinas).
- Vibraciones.

### 6.24.2 Medidas preventivas necesarias:

- Para subir o bajar de la motoniveladora se utilizarán los peldaños y asideros dispuestos para tal menester, con el fin de evitar lesiones por caídas.
- No saltar nunca directamente al suelo si no es por peligro inminente para la persona.

- No realizar “ajustes”, con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento, para evitar lesiones.
- Para evitar lesiones durante las operaciones, de mantenimiento, se debe apoyar primero la cuchilla en el suelo, parar el motor, poner en servicio el freno de mano y bloquear la máquina; a continuación, se realizarán las operaciones de servicio que necesite
- No se debe permitir el acceso a la motoniveladora de personas no autorizadas, ya que pueden provocar accidentes.
- No trabajar con la motoniveladora en situación de semiavería (con fallos esporádicos).
- No levantar en caliente la tapa del radiador. Los gases desprendidos de forma incontrolada pueden causar quemaduras.
- Los líquidos de la batería desprenden gases inflamables. Si hay que manipularlos, no se debe fumar ni acercar fuego.
- No se debe liberar los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se han instalado los tacos de inmovilización de las ruedas.
- Hay que vigilar la presión de los neumáticos, y trabajar con el inflado a la presión recomendada por el fabricante de la motoniveladora.
- Antes de iniciar el asiento hay que asegurarse de que se pueden alcanzar los controles sin dificultad, para evitar fatigarse.
- Para evitar accidentes, las operaciones de control del funcionamiento de los mandos se deben hacer con marcas sumamente lentas.
- Si se topara con cables eléctricos no se debe salir de la máquina, hasta haber interrumpido el contacto y alejado la motoniveladora del lugar. Bajar sin tocar a un tiempo el terreno y la máquina.
- No improvisar los caminos de circulación interna.
- Se ajustarán los espejos retrovisores para la circulación marcha atrás para cada maquinista, teniendo especial cuidado en tener activada las bocinas de marcha atrás.
- Los caminos de circulación interna se cuidaran para evitar blandones y barrizales que puedan provocar accidentes.
- No se admitirán motoniveladoras desprovistas de cabinas antivuelcos (o pórticos de seguridad antivuelco y antiimpactos) adecuadas.

- Se prohíbe que los conductores abandonen las motoniveladoras con el motor en marcha.
- Se prohíbe el abandono de la máquina sin haber antes apoyado sobre el suelo la hoja.
- Se prohíbe el transporte de personas sobre la motoniveladora, para evitar el riesgo de caídas o de atropellos.
- Estarán dotados de un extintor, timbrado y con las revisiones al día. Dispondrá de rotativo luminoso.
- Se prohíbe el acceso a la cabina de mando utilizando vestimentas sin ceñir y cadenas, relojes o anillos, que puedan engancharse en los salientes y en los controles.
- Se prohíbe encaramarse sobre la máquina durante la realización de cualquier movimiento.
- Estarán dotadas de luces y bocinas de retroceso.
- Se prohíbe estacionar las motoniveladoras a menos, de tres metros (como norma general), del borde de (barrancos, pozos, trincheras, zanjas, etc.) para evitar el riesgo de vuelcos por fatiga del terreno.
- Se prohíbe realizar trabajos en proximidad de las motoniveladoras en funcionamiento.

### 6.24.3 Equipos de protección individual

- Casco de seguridad homologado
- Botas antideslizantes.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Gafas de protección

## 6.25 Hincadora

Son equipos cuya función principal es la instalación de los perfiles

### 6.25.1 Riesgos laborales identificados

- Atropellos y golpes por vehículos
- Caída de personas a distinto nivel
- Caída de personas al mismo nivel
- Proyección de partículas

- Atrapamiento por o entre objetos
- Caída de objetos en manipulación
- Golpes y cortes por objetos y herramientas.
- Exposición a contactos térmicos
- Exposición a contactos eléctricos
- Ruido

### 6.25.2 Medidas preventivas a adoptar

- Previamente a la realización de los trabajos con la hincapostes, se conocerá los trazados de las conducciones enterradas, y se solicitará el corte de suministro a la compañía correspondiente. Por otro lado, se inspeccionará el lugar de trabajo y el comportamiento del terreno.
- La carga y la descarga de la máquina si se realiza con camión grúa, deberá estar soportada la máquina con la eslinga sobre 4 puntos. Deberá estar bien amarrada.
- Se comprobará el estado del motor, del circuito hidráulico, de los cables de sujeción del equipo de hinca.
- Se sujetará el poste de la barrera, se bajará el martillo por la torre hasta apoyar sobre el perfil y se comenzará el golpeo para clavar el poste.
- Previamente al comienzo de la operación de clavar el poste, se dejará frenado el hincaperfiles, con el sistema de frenado existente.
- No se frenará la máquina con el pie, ni se pondrá éste en el carril de paso de las ruedas, bajo ningún motivo.
- Para evitar pillarse los dedos, no se meterán nunca en elementos móviles, bajo ningún motivo.
- Se deberá usar, por parte del operario y personal más próximo al equipo de hinca, elementos de protección para los oídos.
- Se cuidará, mantendrá e inspeccionará el buen estado de la máquina.
- Los trabajadores encargados del equipo deberán protegerse del ruido y de las posibles proyecciones de material durante los trabajos de hinca.
- La máquina contará con el marcado “CE”, la declaración del fabricante y el libro de instrucciones.

- El personal que lo maneje, deberá de disponer de formación sobre el manejo de dicha máquina y autorización de uso para el manejo de la misma.
- Se deberá balizar y señalizar el tajo de trabajo permaneciendo en él el personal mínimo indispensable para la ejecución de la hinca de perfiles.
- Los desplazamientos de la máquina se harán de forma que los trabajadores no se vean sometidos a sobreesfuerzos ni a posturas inconvenientes.
- No se dejará el equipo hincado en el terreno.
- Se nivelará e inmovilizará adecuadamente la máquina antes de empezar a trabajar.
- Las partes móviles de la máquina irán protegidas para evitar atropamientos.
- No se harán ajustes con la máquina en movimiento.
- En cruces ó paralelismos de líneas eléctricas aéreas se tendrán en cuenta las distancias mínimas de aproximación de máquina, debiendo señalizarse convenientemente.
- No se trabajará con la máquina en situación de avería ó semiavería
- Se hará uso, en todo momento, de ropa de trabajo adecuada.
- Los trabajadores autorizados deben conocer el manual del usuario. Dicho manual debe estar siempre junto al equipo y de forma accesible para consultas ulteriores.
- Antes del inicio del trabajo inspeccionar el terreno circundante y los elementos estructurales próximos, eliminando los elementos que puedan derrumbarse o desprenderse por las vibraciones.
- En ningún momento se abandonará la máquina cuando se encuentre en funcionamiento y las reparaciones o ajustes se realizarán con el motor parado.
- Transportar y mantener el combustible en envases homologados y convenientemente cerrados. El lugar de llenado y almacenamiento debe estar a una distancia mínima de 3 metros del lugar de operaciones.
- Está prohibido fumar durante el manejo de la máquina y especialmente durante el llenado del depósito de combustible.
- El llenado del depósito de combustible se hará con la máquina parada y el motor frío, alejándose de cualquier foco de ignición.
- Se recomienda establecer turnos y cambios de actividades en prevención de lesiones por exposición continuada a ruido.

- En las ruedas de remolque, una vez bajadas para ser remolcada, se debe colocar los bulones de enclavamiento que dejen rígidas las ruedas al eje para ser remolcada.
- Se comprobará el estado de la cadena, así como de los bulones que fijan los extremos de la misma, periódicamente, para evitar desprendimientos del carro porta martillo.
- Siempre que la máquina se deje parada y no esté trabajando, debe permanecer con los frenos de estacionamiento echados bloqueando las ruedas para garantizar su inmovilidad total. Se accionarán los frenos y se calzarán las ruedas si fuese preciso.
- Antes de su uso, el operario deberá realizar un control visual, verificando cada día antes de iniciar el trabajo todas las mangueras, tuberías, bulones de sujeción de articulaciones, fijaciones por medio de tornillos, etc. Además, deberá cuidar la correcta fijación y posibles desgastes.
- Se seguirá en todo momento las instrucciones del fabricante
- Se comprobará periódicamente los niveles de combustibles, lubricantes, circuito de refrigeración y filtro de admisión del motor. Compruebe el correcto funcionamiento de todos los dispositivos de alarma y señalización.
- Si durante la utilización de la máquina observa cualquier anomalía, se deberá de comunicar de inmediato al encargado y al jefe de obra.
- Sujetar la máquina debidamente con eslingas a puntos fijos del vehículo que la transporte.

### 6.25.3 Equipos de protección individual

- Guantes de seguridad.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante
- Ropa de trabajo adecuada.
- Gafas de protección
- Protectores auditivos
- Protectores respiratorios.

## 6.26 Soldadura eléctrica

### 6.26.1 Riesgos laborales identificados

- Contacto eléctrico directo (soldadura por arco eléctrico)

- Contacto eléctrico indirecto (soldadura por arco eléctrico)
- Proyecciones en los ojos
- Quemaduras (oculares y en la piel)
- Riesgo de explosión e incendio
- Inhalación de humos
- Exposición a humos y gases de soldadura
- Intoxicación por fosgeno
- Exposición a radiaciones ultravioletas y luminosas.
- Atrapamientos diversos en manipulación piezas

### 6.26.2 Medidas preventivas a adoptar

**Medidas generales**

- Revisar antes y durante la ejecución de los trabajos la adecuada señalización de la obra. Se trabajará siempre dentro de la zona señalizada.
- Antes de accionar el equipo, cerciorarse de que no existen peligros para las personas o cosas, y que éstos estén a una distancia de seguridad.
- Preste atención en los desplazamientos para evitar torceduras y lleve el calzado adecuado.
- Uso obligatorio de la ropa de trabajo adecuada a la época del año para evitar elevadas o bajas temperaturas. Está totalmente prohibido trabajar con pantalones cortos o cortar la ropa de trabajo y sin camisa.
- En épocas de elevadas temperaturas, ingerir bebidas adecuadas, no comer en exceso y con el aporte necesario de sal.
- Está totalmente prohibido el consumo de bebidas alcohólicas, así como de cualquier otro tipo de droga durante la jornada de trabajo. (Infracción Muy Grave)
- Mientras se realizan los trabajos, se prohíbe el uso del teléfono móvil con objeto de evitar distracciones que puedan provocar situaciones de peligro.
- Se dispondrá de un extintor de polvo polivalente bien en la zona de trabajo, compruebe periódicamente su estado y fecha de revisión.

- Se prohíbe salir del área de seguridad señalizada para la realización de los trabajos para evitar el riesgo de atropello en caso de realizar trabajos en carreteras con circulación de vehículos.
- Mantener las distancias de seguridad a las líneas eléctricas aéreas o subterráneas y solicitar que se señalicen al personal de la obra antes de iniciar los trabajos.
- Todos los equipos de trabajo deben disponer de marcado CE o su correspondiente adaptación al RD 1215/1997.
- Se deben utilizar mamparas de separación de puestos de trabajo para proteger al resto de operarios. El material debe estar hecho de un material opaco o translúcido robusto. La parte inferior debe estar al menos a 50 cm del suelo para facilitar la ventilación. Se debería señalizar con las palabras: PELIGRO ZONA DE SOLDADURA, para advertir al resto de los trabajadores
- Se deben emplear mamparas metálicas de separación de puestos de trabajo para que las proyecciones no afecten a otros operarios. El soldador debe utilizar pantalla de protección. El filtro de cristal inactínico debe ser protegido mediante la colocación en su parte anterior de un cristal blanco.
- Se debe instalar un sistema de extracción localizada por aspiración que capta los vapores y gases en su origen con dos precauciones: en primer lugar, instalar las aberturas de extracción lo más cerca posible del lugar de soldadura; en segundo, evacuar el aire contaminado hacia zonas donde no pueda contaminar el aire limpio que entra en la zona de operación.
- No se deben realizar operaciones de soldadura en las proximidades de cubas de desengrase con productos clorados o sobre piezas húmedas para evitar la intoxicación por fosfeno
- Puesta a tierra: La instalación de las tomas de la puesta a tierra se debe hacer según las instrucciones del fabricante. Es preciso asegurarse de que el chasis del puesto de trabajo está puesto a tierra controlando en especial las tomas de tierra y no utilizar para las tomas de la puesta a tierra conductos de gas, líquidos inflamables o eléctricos. La toma de corriente y el casquillo que sirve para unir el puesto de soldadura a la fuente de alimentación deben estar limpios y exentos de humedad. Antes de conectar la toma al casquillo se debe cortar la corriente. Una vez conectada se debe permanecer alejado de la misma. Cuando no se trabaje se deben cubrir con capuchones la toma y el casquillo.

- Antes de soldar se debe comprobar que la pantalla o careta no tiene rendijas que dejen pasar la luz, y que el cristal contra radiaciones es adecuado a la intensidad o diámetro del electrodo.
- El soldador debe utilizar una pantalla facial con certificación de calidad para este tipo de soldadura, utilizando el visor de cristal inactínico cuyas características varían en función de la intensidad de corriente empleada. Para cada caso se utilizará un tipo de pantalla, filtros y placas filtrantes que deben reunir una serie de características función de la intensidad de soldeo.
- Los ayudantes de los soldadores u operarios próximos deben usar gafas especiales con cristales filtrantes adecuados al tipo de soldadura a realizar. Para colocar el electrodo en la pinza o tenaza, se deben utilizar siempre los guantes. También se usarán los guantes para coger la pinza cuando esté en tensión.
- La escoria depositada en las piezas soldadas debe picarse con un martillo especial de forma que los trozos salgan en dirección contraria al cuerpo. Previamente se deben eliminar de las escorias las posibles materias combustibles que podrían inflamarse al ser picadas.
- Situarse de forma que los gases de soldadura no lleguen directamente a la pantalla facial protectora y proteger a los otros trabajadores del arco eléctrico mediante pantallas o mamparas opacas; llevar ropa, gafas y calzado de protección.

### Equipos eléctricos de soldar

- Están formadas por el circuito de alimentación y el equipo propiamente dicho. Sirven para reducir la tensión de red (220 o 380 V) a la tensión de cebado (entre 40 y 100 V) y de soldeo (< 35 V) permitiendo regular la intensidad de la corriente de soldadura, asegurando el paso de la tensión de cebado a la de soldeo de forma rápida y automática. El circuito de alimentación está compuesto por un cable y clavija de conexión a la red y funcionando a la tensión de 220/380 V según los casos e intensidad variable.

- Equipo de soldadura: En función del tipo de corriente del circuito de soldeo el equipo consta de partes diferentes. En equipos de corriente alterna, transformador y convertidor de frecuencia; en equipos de corriente continua, rectificador (de lámparas o seco) y convertidor (conmutatrices o grupos eléctricos). Los equipos eléctricos de soldar más importantes son los convertidores de corriente alterna-continua y corriente continua-continua, los transformadores de corriente alterna-corriente alterna, los rectificadores y los transformadores convertidores de

frecuencia. Además de tales elementos existen los cables de pinza y masa, el porta-electrodos y la pinza-masa, a una tensión de 40 a 100 V, que constituyen el circuito de soldeo.

- Elementos auxiliares: Los principales son:

  - Los electrodos. El electrodo es una varilla con un alma de carbón, hierro o metal de base para soldeo y de un revestimiento que lo rodea. Forma uno de los polos del arco que engendra el calor de fusión y que en el caso de ser metálico suministra asimismo el material de aporte. Existen diversos tipos, pero los más utilizados son los electrodos de revestimiento grueso o recubierto en los que la relación entre el diámetro exterior del revestimiento y el del alma es superior a 1:3. El revestimiento está compuesto por diversos productos como pueden ser: óxidos de hierro o manganeso, ferromanganeso, rutilo, etc.; como aglutinantes se suelen utilizar silicatos alcalinos solubles.

  - La pinza porta-electrodos. Sirve para fijar el electrodo al cable de conducción de la corriente de soldeo.

  - La pinza de masa, que se utiliza para sujetar el cable de masa a la pieza a soldar facilitando un buen contacto entre ambos.

Entre los útiles, además de los martillos, tenazas, escoplos, etc. el soldador utiliza cepillos de alambre de acero para limpieza de superficies y martillos de punta para romper la cubierta de las escorias o residuos.

### Medidas preventivas específicas

Contactos eléctricos:

- El contacto eléctrico directo puede producirse en el circuito de alimentación por deficiencias de aislamiento en los cables flexibles o las conexiones a la red o a la máquina y en el circuito de soldadura cuando está en vacío (tensión superior a 50 V).
- El contacto eléctrico indirecto puede producirse con la carcasa de la máquina por algún defecto de tensión.
- La máquina de soldar puede protegerse mediante dos sistemas, uno electromecánico que consiste en introducir una resistencia en el primario del transformador de soldadura (resistencia de absorción) para limitar la tensión en el secundario cuando

está en vacío y otro electrónico que se basa en limitar la tensión de vacío del secundario del transformador introduciendo un TRIAC en el circuito primario del grupo de soldadura. En ambos casos se consigue una tensión de vacío del grupo de 24 V, considerada tensión de seguridad.

- Pinza porta-electrodos: La pinza debe ser la adecuada al tipo de electrodo utilizado y que además sujete fuertemente los electrodos. Por otro lado, debe estar bien equilibrada por su cable y fijada al mismo de modo que mantenga un buen contacto. Asimismo, el aislamiento del cable no se debe estropear en el punto de empalme.
- Circuito de acometida: Los cables de alimentación deben ser de la sección adecuada para no dar lugar a sobrecalentamientos. Su aislamiento será suficiente para una tensión nominal > 1000 V.
- Los bornes de conexión de la máquina y la clavija de enchufe deben estar aislados.
- Circuito de soldadura: Los cables del circuito de soldadura al ser más largos deben protegerse contra proyecciones incandescentes, grasas, aceites, etc., para evitar arcos o circuitos irregulares.
- Carcasa: La carcasa debe conectarse a una toma de tierra asociada a un interruptor diferencial que corte la corriente de alimentación en caso de que se produzca una corriente de defecto.

Preparación de la zona de trabajo:

- Conexiones y cables: Se debe instalar el interruptor principal cerca del puesto de soldadura para en caso necesario poder cortar la corriente. Instalar los principales cables de alimentación en alto y conectarlos posteriormente. Desenrollar el cable del electrodo antes de utilizarlo, verificando los cables de soldadura para comprobar que su aislamiento no ha sido dañado y los cables conductores para descubrir algún hilo desnudo. Verificar asimismo los cables de soldadura en toda su longitud para comprobar su aislamiento, comprobando que el diámetro del cable de soldadura es suficiente para soportar la corriente necesaria. Hay que tener en cuenta que a medida que la longitud total del cable aumenta, disminuye su capacidad de transporte de corriente. Por tanto, para según qué casos se deberá aumentar el grosor del cable. Se debe reemplazar cualquier cable de soldadura que presente algún tipo de ligadura a menos de 3 m del porta-electrodos. No utilizar tornillos para fijar conductores trenzados pues acaban por desapretarse.
- Se deben alejar los hilos de soldadura de los cables eléctricos principales para prevenir el contacto accidental con el de alta tensión, así como cubrir los bornes para evitar un

posible cortocircuito causado por un objeto metálico y situar el material de forma que no sea accesible a personas no autorizadas.

- Las tomas de corriente deben situarse en lugares que permitan su desconexión rápida en caso de emergencia y comprobar que el puesto de trabajo está puesto a tierra.
- El puesto de soldadura debe protegerse de la exposición a gases corrosivos, partículas incandescentes provocadas por la soldadura o del exceso de polvo; el área de trabajo debe estar libre de materias combustibles. Si algún objeto combustible no puede ser desplazado, debe cubrirse con material ignífugo. Debe disponerse de un extintor apropiado en las proximidades de la zona de trabajo.
- No se deben bloquear los pasillos. Los conductores deben estar situados en alto o recubiertos para no tropezar con ellos. Los cables y conductores no deben obstruir los pasillos, escaleras u otras zonas de paso. El puesto de soldadura no debe situarse cerca de puentes-grúa o sobre los pasillos.
- La toma de tierra no debe unirse a cadenas, cables de un montacargas o tornos. Tampoco se debe unir a tuberías de gas, líquidos inflamables o conducciones que contengan cables eléctricos.
- Se debe evitar que el puesto de soldadura esté sobre zonas húmedas y en cualquier caso se debe secar adecuadamente antes de iniciar los trabajos. Las conducciones de agua de refrigeración deben instalarse de forma que formen un bucle que permita gotear el agua de condensación o en caso de fuga.
- No se deben efectuar trabajos de soldadura cerca de lugares donde se estén realizando operaciones de desengrasado, pues pueden formarse gases peligrosos.
- Tampoco se permitirá soldar en el interior de contenedores, depósitos o barriles mientras no hayan sido limpiados completamente y desgasificados con vapor. Es conveniente también prever una toma de tierra local en la zona de trabajo.

Recomendaciones durante los trabajos:

- Los cables no deben someterse a corrientes por encima de su capacidad nominal ni enrollarse alrededor del cuerpo.
- La base de soldar debe ser sólida y estar apoyada sobre objetos estables. El cable de soldar debe mantenerse con una mano y la soldadura se debe ejecutar con la otra.

- Cuando los trabajos de soldadura se deban interrumpir durante un cierto periodo se deben sacar todos los electrodos de los porta-electrodos, desconectando el puesto de soldar de la fuente de alimentación.
- No utilizar electrodos a los que les quede entre 38 y 50 mm; en caso contrario se pueden dañar los aislantes de los porta-electrodos pudiendo provocar un cortocircuito accidental.
- Los electrodos y sus porta-electrodos se deben guardar bien secos. Si antes de ser utilizados están mojados o húmedos por cualquier razón, deben secarse totalmente antes de ser reutilizados.
- No sustituir los electrodos con las manos desnudas, con guantes mojados o en el caso de estar sobre una superficie mojada o puesta a tierra; tampoco se deben enfriar los porta-electrodos sumergiéndolos en agua.
- No accionar el conmutador de polaridad mientras el puesto de soldadura esté trabajando; se debe cortar la corriente previamente antes de cambiar la polaridad.
- El soldador debe tener cubiertas todas las partes del cuerpo antes de iniciar los trabajos de soldadura. La ropa manchada de grasa, disolventes o cualquier otra sustancia inflamable debe ser desechada inmediatamente; asimismo la ropa húmeda o sudorada se hace conductora por lo que debe también ser cambiada ya que en esas condiciones puede ser peligroso tocarla con la pinza de soldar. Por añadidura no deben realizarse trabajos de soldadura lloviendo, o en lugares conductores, sin la protección eléctrica adecuada.
- En trabajos sobre elementos metálicos, es necesario utilizar calzado de seguridad aislante. Para los trabajos de picado o cepillado de escoria se deben proteger los ojos con gafas de seguridad o una pantalla transparente.
- En trabajos en altura con riesgo de caída, se utilizará un cinturón de seguridad protegido para evitar que las chispas lo quemen. El cristal protector debe cambiarse cuando tenga algún defecto (por ej. rayado) y ser sustituido por otro adecuado al tipo de soldadura a realizar. En general todo equipo de protección individual debe ser inspeccionado periódicamente y sustituido cuando presente cualquier defecto.

Mantenimiento:

- Se debe inspeccionar semanalmente todo el material de la instalación de soldadura, principalmente los cables de alimentación del equipo dañados o pelados, empalmes o

bornes de conexión aflojados o corroídos, mordazas del porta-electrodos o bridas de tierra sucias o defectuosas, etc.

- En cuanto a los equipos de soldar de tipo rotativo es necesario revisar las escobillas sustituyéndolas o aproximándolas en caso necesario. En ambientes pulvígenos metálicos se debe limpiar periódicamente el interior con aire comprimido para evitar cortocircuitos o derivaciones a la carcasa.
- Los porta-electrodos se deben almacenar donde no puedan entrar en contacto con los trabajadores, combustibles o posibles fugas de gas comprimido.

### 6.26.3 Equipos de protección individual.

- El equipo de protección individual está compuesto por: protección de la cara y ojos; guantes de cuero de manga larga con las costuras en su interior; mandil de cuero; polainas; calzado de seguridad tipo bota, preferiblemente aislante; casco y/o cinturón de seguridad, cuando el trabajo así lo requiera.
- La ropa de trabajo será de pura lana o algodón ignífugo. Las mangas serán largas con los puños ceñidos a la muñeca; además llevará un collarín que proteja el cuello. Es conveniente que no lleven bolsillos y en caso contrario deben poderse cerrar herméticamente. Los pantalones no deben tener dobladillo, pues pueden retener las chipas producidas, pudiendo introducirse en el interior del calzado de seguridad.

## 6.27 Soldadura oxiacetilénica y oxicorte

Elementos principales de la instalación móvil:

- Manorreductores: Los manorreductores pueden ser de uno o dos grados de reducción en función del tipo de palanca o membrana. La función que desarrollan es la transformación de la presión de la botella de gas (150 atm) a la presión de trabajo (de 0,1 a 10 atm) de una forma constante. Están situados entre las botellas y los sopletes.
- Soplete: Es el elemento de la instalación que efectúa la mezcla de gases. Pueden ser de alta presión en el que la presión de ambos gases es la misma, o de baja presión en el que el oxígeno (comburente) tiene una presión mayor que el acetileno (combustible). Las partes principales del soplete son las dos conexiones con las mangueras, dos llaves de regulación, el inyector, la cámara de mezcla y la boquilla.
- Válvulas antiretroceso: Son dispositivos de seguridad instalados en las conducciones y que sólo permiten el paso de gas en un sentido impidiendo, por tanto, que la llama pueda retroceder. Están formadas por una envolvente, un cuerpo metálico, una

válvula de retención y una válvula de seguridad contra sobrepresiones. Pueden haber más de una por conducción en función de su longitud y geometría.

- Conducciones: Las conducciones sirven para conducir los gases desde las botellas hasta el soplete. Pueden ser rígidas o flexibles.

### 6.27.1 Riesgos laborales identificados

- Contacto eléctrico directo (soldadura por arco eléctrico)
- Contacto eléctrico indirecto (soldadura por arco eléctrico)
- Proyecciones en los ojos
- Quemaduras (oculares y en la piel)
- Riesgo de explosión e incendio
- Inhalación de humos
- Exposición a humos y gases de soldadura
- Intoxicación por fosgeno
- Exposición a radiaciones ultravioletas y luminosas.
- Atrapamientos diversos en manipulación de botellas (oxiacetilénica)

### 6.27.2 Medidas preventivas específicas

- Utilización de botellas
    - Las botellas deben estar perfectamente identificadas en todo momento, en caso contrario deben inutilizarse y devolverse al proveedor.
    - Todos los equipos, canalizaciones y accesorios deben ser los adecuados a la presión y gas a utilizar.
    - Las botellas de acetileno llenas se deben mantener en posición vertical, al menos 12 horas antes de ser utilizadas. En caso de tener que tumbarlas, se debe mantener el grifo con el orificio de salida hacia arriba, pero en ningún caso a menos de 50 cm del suelo.
    - Los grifos de las botellas de oxígeno y acetileno deben situarse de forma que sus bocas de salida apunten en direcciones opuestas.
    - Las botellas en servicio deben estar libres de objetos que las cubran total o parcialmente.

- Las botellas deben estar a una distancia entre 5 y 10 m de la zona de trabajo.
- Antes de empezar una botella comprobar que el manómetro marca “cero” con el grifo cerrado.
- Si el grifo de una botella se atasca, no se debe forzar la botella, se debe devolver al suministrador marcando convenientemente la deficiencia detectada.
- Antes de colocar el manorreductor, debe purgarse el grifo de la botella de oxígeno, abriendo un cuarto de vuelta y cerrando a la mayor brevedad.
- Colocar el manorreductor con el grifo de expansión totalmente abierto; después de colocarlo se debe comprobar que no existen fugas utilizando agua jabonosa, pero nunca con llama. Si se detectan fugas se debe proceder a su reparación inmediatamente.
- Abrir el grifo de la botella lentamente; en caso contrario el reductor de presión podría quemarse.
- Las botellas no deben consumirse completamente pues podría entrar aire. Se debe conservar siempre una ligera sobrepresión en su interior.
- Cerrar los grifos de las botellas después de cada sesión de trabajo. Después de cerrar el grifo de la botella se debe descargar siempre el manorreductor, las mangueras y el soplete.
- La llave de cierre debe estar sujeta a cada botella en servicio, para cerrarla en caso de incendio. Un buen sistema es atarla al manorreductor.
- Las averías en los grifos de las botellas deben ser solucionadas por el suministrador, evitando en todo caso el desmontarlos.
- No sustituir las juntas de fibra por otras de goma o cuero.
- Si como consecuencia de estar sometidas a bajas temperaturas se hiela el manorreductor de alguna botella utilizar paños de agua caliente para deshelarlas.

- Almacenamiento de botellas
  - Utilizar códigos de colores normalizados para identificar y diferenciar el contenido de las botellas.
  - Proteger las botellas contra las temperaturas extremas, el hielo, la nieve y los rayos solares.

- Se debe evitar cualquier tipo de agresión mecánica que pueda dañar las botellas como pueden ser choques entre sí o contra superficies duras.
- Las botellas con caperuza no fija no deben asirse por ésta. En el desplazamiento, las botellas, deben tener la válvula cerrada y la caperuza debidamente fijada.
- Las botellas no deben arrastrarse, deslizarse o hacerlas rodar en posición horizontal. Lo más seguro en moverlas con la ayuda de una carretilla diseñada para ello y debidamente atadas a la estructura de la misma. En caso de no disponer de carretilla, el traslado debe hacerse rodando las botellas, en posición vertical sobre su base o peana.
- No manejar las botellas con las manos o guantes grasientos.
- Las válvulas de las botellas llenas o vacías deben cerrarse colocándoles los capuchones de seguridad.
- Las botellas se deben almacenar siempre en posición vertical.
- No se deben almacenar botellas que presenten cualquier tipo de fuga. Para detectar fugas no se utilizarán llamas, sino productos adecuados para cada gas.
- Para la carga/descarga de botellas está prohibido utilizar cualquier elemento de elevación tipo magnético o el uso de cadenas, cuerdas o eslingas que no estén equipadas con elementos que permitan su izado con su ayuda.
- Las botellas llenas y vacías se almacenarán en grupos separados.

▪ Mangueras

- Las mangueras deben estar siempre en perfectas condiciones de uso y sólidamente fijadas a las tuercas de empalme.
- Las mangueras deben conectarse a las botellas correctamente sabiendo que las de oxígeno son rojas y las de acetileno negras, teniendo estas últimas un diámetro mayor que las primeras.
- Se debe evitar que las mangueras entren en contacto con superficies calientes, bordes afilados, ángulos vivos o caigan sobre ellas chispas procurando que no formen bucles.
- Las mangueras no deben atravesar vías de circulación de vehículos o personas sin estar protegidas con apoyos de paso de suficiente resistencia a la compresión.

- Antes de iniciar el proceso de soldadura se debe comprobar que no existen pérdidas en las conexiones de las mangueras utilizando agua jabonosa, por ejemplo. Nunca utilizar una llama para efectuar la comprobación.
- No se debe trabajar con las mangueras situadas sobre los hombros o entre las piernas.
- Las mangueras no deben dejarse enrolladas sobre las ojivas de las botellas.
- Después de un retorno accidental de llama, se deben desmontar las mangueras y comprobar que no han sufrido daños. En caso afirmativo se deben sustituir por unas nuevas desechando las deterioradas.

▪ Soplete

- El soplete debe manejarse con cuidado y en ningún caso se golpeará con él.
- En la operación de encendido debería seguirse la siguiente secuencia de actuación:
- Abrir lenta y ligeramente la válvula del soplete correspondiente al oxígeno.
- Abrir la válvula del soplete correspondiente al acetileno alrededor de 3/4 de vuelta.
- Encender la mezcla con un encendedor o llama piloto.
- Aumentar la entrada del combustible hasta que la llama no despida humo.
- Acabar de abrir el oxígeno según necesidades.
- Verificar el manorreductor.
- En la operación de apagado debería cerrarse primero la válvula del acetileno y después la del oxígeno.
- No colgar nunca el soplete en las botellas, ni siquiera apagado.
- No depositar los sopletes conectados a las botellas en recipientes cerrados.
- La reparación de los sopletes la deben hacer técnicos especializados.
- Limpiar periódicamente las toberas del soplete pues la suciedad acumulada facilita el retorno de la llama. Para limpiar las toberas se puede utilizar una aguja de latón.

- Si el soplete tiene fugas se debe dejar de utilizar inmediatamente y proceder a su reparación. Hay que tener en cuenta que fugas de oxígeno en locales cerrados pueden ser muy peligrosas.

- Retorno de llama
  - En caso de retorno de la llama se deben seguir los siguientes pasos:
  - Cerrar la llave de paso del oxígeno interrumpiendo la alimentación a la llama interna.
  - Cerrar la llave de paso del acetileno y después las llaves de alimentación de ambas botellas.
  - En ningún caso se deben doblar las mangueras para interrumpir el paso del gas.
  - Efectuar las comprobaciones pertinentes para averiguar las causas y proceder a solucionarlas.

### 6.27.3 Equipos de protección individual

- Polainas de cuero
- Calzado de seguridad
- Yelmo de soldador (Casco y careta de protección)
- Pantalla de protección de sustentación manual
- Guantes de cuero de manga larga
- Manguitos de cuero
- Mandil de cuero
- Casco de seguridad, cuando el trabajo así lo requiera

# 7 RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS DE MEDIOS AUXILIARES Y HERRAMIENTAS.

## 7.1 Equipos de trabajo en general.

Los equipos de trabajo serán utilizados exclusivamente por personal formado y autorizado, siempre según las instrucciones del fabricante. Su mantenimiento o reparación se realizará únicamente por personal especializado y siempre con el motor apagado o desconectado de su fuente de alimentación.

Los cables de alimentación de los equipos eléctricos tendrán su aislamiento en perfecto estado. Cuando sea necesario, deberán protegerse para evitar su deterioro. Todas las conexiones se realizarán con los enchufes reglamentarios, no permitiéndose la realización de empalmes.

Los equipos de trabajo cumplirán con todos los requisitos establecidos por el y por el Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas. y RD. 1215/1997, por lo que deberá ir provista de marcado CE, Declaración CE de Conformidad y Manual de Instrucciones en castellano.

Todos los equipos con alimentación a base de energía eléctrica estarán dotados de toma de tierra en combinación con los disyuntores diferenciales de los cuadros eléctricos.

Los equipos dispondrán de los resguardos y dispositivos de seguridad establecidos por cada fabricante.

El equipo se usará tal como especifique el manual de instrucciones de uso y manejo que deberá ser proporcionado por el fabricante o suministrador y conocido por el trabajador.

No se abandonará en ningún momento el equipo en funcionamiento.

El equipo dispondrá de las protecciones frente a contactos eléctricos directos o indirectos en perfecto estado, de acuerdo con lo establecido en la legislación vigente.

Se realizarán las revisiones periódicas indicadas por el fabricante y serán realizadas por el personal cualificado para ello.

Se prohíbe la manipulación de los componentes de un equipo, accionado mediante energía eléctrica, estando conectada a la red de suministro.

Los motores con transmisión a través de ejes y poleas estarán dotados de carcasas protectoras antiatrapamientos (machacadoras, sierras, compresores, etc.), así como los engranajes de cualquier tipo, de accionamiento mecánico, eléctrico o manual.

Los motores eléctricos estarán cubiertos con carcasas protectoras contra el contacto directo con la energía eléctrica. Se prohíbe su funcionamiento sin carcasa o con deterioros importantes de éstas.

Los equipos de funcionamiento irregular o averiado serán retirados inmediatamente para su reparación.

Los equipos averiados que no se pueden retirar se señalizarán con carteles de aviso con la leyenda: "Equipo averiado. No conectar".

Se prohíbe la manipulación y operaciones de ajuste y arreglo de equipos al personal no especializado específicamente en la máquina objeto de reparación.

Sólo el personal autorizado con documentación escrita específica será el encargado de la utilización de una determinado equipo o equipo -herramienta.

Se prohíbe en esta obra la utilización de enganches "artesanales" construidos a base de redondos (según una S) y doblados.

## 7.2 Afiladora angular (Sierra de disco manual)

La afiladora angular o sierra de disco manual es una herramienta eléctrica manual utilizada para realizar el corte del material mediante disco.



### 7.2.1 Riesgos laborales identificados

- Quemaduras
- Golpes / cortes /laceraciones
- Proyecciones de partículas y fragmentos
- Exposición al polvo
- Sobresfuerzos
- Exposición al ruido
- Contactos eléctricos

### 7.2.2 Medidas Preventivas

**Medidas generales maquinaria:**

- Conocer el manual de seguridad específico de la máquina proporcionado por el fabricante. Comprobar que se dispone de iluminación suficiente en la zona de trabajo.

- Inspeccionar visualmente el estado general de la máquina antes de comenzar los trabajos. Revisar que está al día de cuantas revisiones internas/externas le correspondan y comprueba que funcionan los elementos de seguridad y que dispone del marcado CE.
- La cortadora será manejada únicamente por aquellos que dispongan autorización expresa por parte de su empresa. No permitir que personal no autorizado se acerque a la zona que está cortando.
- No abandonar la máquina si ésta se encuentra en marcha.
- Nunca se retirarán los resguardos /elementos de protección. Únicamente reparar la maquina si tienen conocimientos de cómo realizarlo de modo adecuado y se está autorizado para ello.

### Otras medidas preventivas

- Conocer las características del material a cortar, comprobando cuál es su estado antes de realizar los trabajos.
- Comprobar que la máquina dispone de carcasa superior que impida el contacto de las manos con el disco. El disco tiene que estar en perfectas condiciones de uso. Sustituirlo si se ve que está desgastado o resquebrajado.
- Vigilar que no se realizan presiones sobre la zona a cortar de forma que se bloqueen los discos. No intentar aumentar el ritmo de corte de la máquina. Desplazarla a velocidad adecuada.
- Utilizar útiles auxiliares si se necesita aproximar piezas a la zona de corte.
- No utilizar colgantes o ropas sueltas que puedan engancharse a la máquina.
- Evitar retirar con la mano restos de material que esté se cortando mientras la maquina se encuentra en marcha. No acercar la mano al disco y evitar el uso de guantes para no quedar atrapado.
- No tocar las juntas recién cortadas pues debido al rozamiento con el disco pueden alcanzar alta temperatura
- Evitar el contacto con partes calientes de la máquina.
- Comprueba que los mangos de la maquina tienen material aislante.
- Proteger los ojos de la proyección de partículas.
- Utilizar el disco adecuado para cada material, verificar que está en correcto estado,

- Trabajar siempre con la carcasa del disco, esto minimiza la proyección de partículas.
- Si es necesario utilizar sistemas de ventilación y/o humectación.
- Mantener en correcto estado de mantenimiento la herramienta.
- Proteger las vías respiratorias con mascarillas
- Vigilar que se mantiene una postura correcta mientras se realiza el corte.
- Hacer uso de cascos auditivos o tapones para evitar la exposición al ruido
- Comprobar el correcto estado del cableado de la máquina. Utilizarla en tensiones adecuadas.
- Comprobar que los mangos de la maquina tienen material aislante.
- No anular la toma de tierra del equipo, ni conectarlo a cuadros eléctricos sin clavija. No sobrecargar los cuadros eléctricos

### 7.2.3 Equipos de protección individual:

- Calzado de seguridad,
- Casco,
- Gafas anti-proyección,
- Mascarilla anti polvo,
- Chaleco alta visibilidad,
- Protectores auditivos

## 7.3 Herramientas manuales

Las herramientas manuales son unos utensilios de trabajo utilizados generalmente de forma individual que únicamente requieran para su accionamiento la fuerza motriz humana.

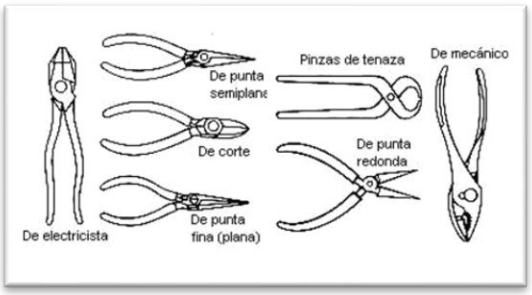
Entendemos en esta instrucción técnica de seguridad, como serie de herramientas manuales para determinar los riesgos y medidas preventivas a los martillos y mazos, picos, sierras, alicates, cinceles, destornilladores, llaves, limas, escoplos o punzones, cuchillos y tijeras.

- Los martillos y mazos son herramientas de mano, diseñada para golpear-.

- Los cinceles son herramientas de mano diseñadas para cortar, ranurar o desbastar material en frío, mediante la transmisión de un impacto.
- Los alicates son herramientas manuales diseñadas para sujetar, doblar o cortar.
- Los picos son herramientas de mano utilizadas principalmente en la construcción para romper superficies no muy duras, en las fundiciones de hierro o en trabajos de soldadura para eliminar rebabas de distinto tamaño y dureza. Pueden ser de dos tipos principalmente: Rompedores: Tienen dos partes, la pequeña de golpear en plano con ángulos rectos, mientras que la más larga es puntiaguda y puede ser redondeada o cuadrada. Troceadores: Tienen dos partes, una puntiaguda y la otra plana y afilada.
- Las llaves Las llaves de boca fija son herramientas manuales destinadas a ejercer esfuerzos de torsión al apretar o aflojar pernos, tuercas y tornillos que posean cabezas que correspondan a las bocas de la herramienta. Están diseñadas para sujetar generalmente las caras opuestas de estas cabezas cuando se montan o desmontan piezas.
- Las llaves de boca ajustables son herramientas manuales diseñadas para ejercer esfuerzos de torsión, con la particularidad de que pueden variar la abertura de sus quijadas en función del tamaño de la tuerca a apretar o desapretar. Los distintos tipos y sus partes principales son: mango, tuerca de fijación, quijada móvil, quijada fija y tornillo de ajuste. No se utilizarán para otros fines
- Los destornilladores son herramientas a utilizar solo para apretar o aflojar los tornillos ranurados de fijación sobre materiales de madera, metálicos, plásticos etc.
- Las sierras se utilizan para cortar superficies de diversos materiales.
- Las limas se utilizan sólo para conformar objetos sólidos desbastándolos en frío.
- Los escoplos o punzones son herramientas de mano diseñadas para expulsar remaches y pasadores cilíndricos o cónicos, pues resisten los impactos del martillo, para aflojar los pasadores y empezar a alinear agujeros, marcar superficies duras y perforar materiales laminados.
- Los cuchillos sirven para cortar. Constan de un mango y de una hoja afilada por uno de sus lados.
- Las tijeras sirven para cortar principalmente hojas de metal, aunque se utilizan también para cortar otros materiales más blandos



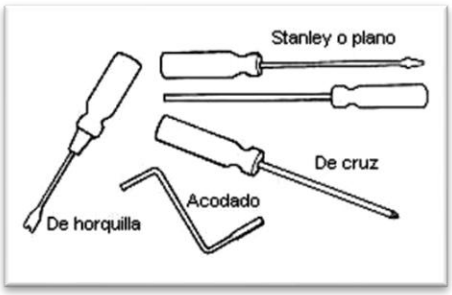


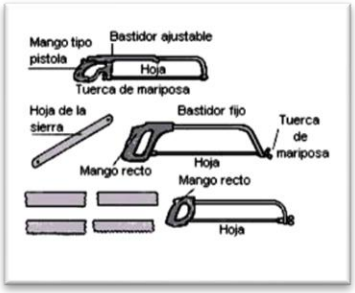


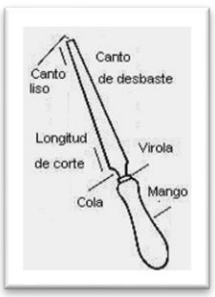


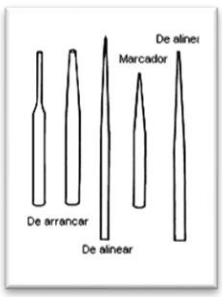


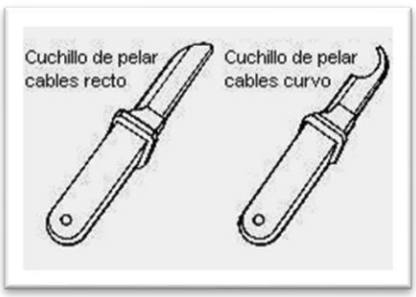







### 7.3.1 Riesgos laborales identificados

- Golpes y cortes en manos ocasionados por las propias herramientas durante el trabajo normal con las mismas.
- Lesiones oculares por partículas provenientes de los objetos que se trabajan y/o de la propia herramienta.

- Golpes en diferentes partes del cuerpo por despido de la propia herramienta o del material trabajado.
- Esguinces por sobreesfuerzos o gestos violentos.
- Heridas y laceraciones
- Quemaduras.

### 7.3.2 Medidas preventivas necesarias:

Las principales causas genéricas que originan los riesgos indicados son:

- Abuso de herramientas para efectuar cualquier tipo de operación.
- Uso de herramientas inadecuadas, defectuosas, de mala calidad o mal diseñadas.
- Uso de herramientas de forma incorrecta.
- Herramientas abandonadas en lugares peligrosos.
- Herramientas transportadas de forma peligrosa.
- Herramientas mal conservadas.

**Medidas generales**

A nivel general se pueden resumir en seis las prácticas de seguridad asociadas al buen uso de las herramientas de mano:

- Selección correcta de las herramientas para el trabajo a realizar.
- Mantenimiento de las herramientas en buen estado.
- Uso correcto de las herramientas.
- Evitar un entorno que dificulte su uso correcto.
- Guardar las herramientas en lugar seguro.
- Asignación personalizada de las herramientas siempre que sea posible.

**Mantenimiento**

El servicio de mantenimiento general de la empresa deberá reparar o poner a punto las herramientas manuales que le lleguen desechando las que no se puedan reparar. Para ello deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

- La reparación, afilado, templado o cualquier otra operación la deberá realizar personal especializado evitando en todo caso efectuar reparaciones provisionales.
- En general para el tratado y afilado de las herramientas se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

### Transporte

Para el transporte de las herramientas se deben tomar las siguientes medidas:

- El transporte de herramientas se debe realizar en cajas, bolsas o cinturones especialmente diseñados para ello.
- Las herramientas no se deben llevar en los bolsillos sean punzantes o cortantes o no.
- Cuando se deban subir escaleras o realizar maniobras de ascenso o descenso, las herramientas se llevarán de forma que las manos queden libres.

### Medidas específicas para martillo y mazo

- El martillo es una herramienta de mano, diseñada para golpear; no utilizar para otros fines
- Evitar el uso del martillo inadecuado: exposición de la mano libre al golpe del martillo.
- Revisar previo al uso que la cabeza no está unida deficientemente al mango mediante cuñas introducidas paralelamente al eje de la cabeza de forma que sólo se ejerza presión sobre dos lados de la cabeza; Cabezas sin rebabas; mangos de madera (nogal o fresno) de longitud proporcional al peso de la cabeza y sin astillas.
- Verificar el fijado con cuñas introducidas oblicuamente respecto al eje de la cabeza del martillo de forma que la presión se distribuya uniformemente en todas las direcciones radiales.
- Desechar mangos reforzados con cuerdas o alambre.
- Antes de utilizar un martillo asegurarse que el mango está perfectamente unido a la cabeza.
- Seleccionar un martillo de tamaño y dureza adecuados para cada una de las superficies a golpear.
- Observar que la pieza a golpear se apoya sobre una base sólida no endurecida para evitar rebotes.

- Sujetar el mango por el extremo. Se debe procurar golpear sobre la superficie de impacto con toda la cara del martillo.
- Forma de golpear sobre una superficie: En el caso de tener que golpear clavos, estos se deben sujetar por la cabeza y no por el extremo.
- No golpear con un lado de la cabeza del martillo sobre un escoplo u otra herramienta auxiliar.
- No utilizar un martillo con el mango deteriorado o reforzado con cuerdas o alambres.
- No utilizar martillos con la cabeza floja o cuña suelta
- No utilizar un martillo para golpear otro o para dar vueltas a otras herramientas o como palanca.

### Medidas específicas para cinceles

- Sólo se utilizarán los cinceles son herramientas de mano diseñadas para cortar, ranurar o desbastar material en frío, mediante la transmisión de un impacto.
- Los distintos tipos de cinceles se clasifican en función del ángulo de filo y éste cambia según el material que se desea trabajar, tomando como norma general los siguientes: materiales muy blandos 30º; cobre y bronce 40º; latón 50º; acero 60º; hierro fundido 70º
- El ángulo de cuña debe ser de 8º a 10º para cinceles de corte o desbaste y para el cincel ranurador el ángulo será de 35º, pues es el adecuado para hacer ranuras, cortes profundos o chaveteados.
- Evitar utilizar cincel con cabeza achatada, poco afilada o cóncava, arista cóncava, uso como palanca.
- Las esquinas de los filos de corte deben ser redondeadas si se usan para cortar.
- Deben estar limpios de rebabas.
- Los cinceles deben ser lo suficientemente gruesos para que no se curven ni alabeen al ser golpeados. Se deben desechar los cinceles más o menos fungiformes utilizando sólo el que presente una curvatura de 3 cm de radio.
- Para uso normal, la colocación de una protección anular de esponja de goma, puede ser una solución útil para evitar golpes en manos con el martillo de golpear.
- Siempre que sea posible utilizar herramientas soporte.

- Cuando se pique metal debe colocarse una pantalla o blindaje que evite que las partículas desprendidas puedan alcanzar a los operarios que realizan el trabajo o estén en sus proximidades.
- Para cinceles grandes, éstos deben ser sujetados con tenazas o un sujetador por un operario y ser golpeadas por otro.
- Los ángulos de corte correctos son: un ángulo de 60º para el afilado y rectificado, siendo el ángulo de corte más adecuado en las utilizaciones más habituales el de 70º.
- Para metales más blandos utilizar ángulos de corte más agudos.
- Sujeción con la palma de la mano hacia arriba cogiéndolo con el pulgar y los dedos índice y corazón.
- El martillo utilizado para golpearlo debe ser suficientemente pesado.
- El cincel debe ser sujetado con la palma de la mano hacia arriba, sosteniendo el cincel con los dedos pulgar, índice y corazón.

### Medidas específicas para alicates

- Los alicates son herramientas manuales diseñadas para sujetar, doblar o cortar.
- Deficiencias típicas que se deben evitar: quijadas melladas o desgastadas; pinzas desgastadas; utilización para apretar o aflojar tuercas o tornillos, utilización para cortar materiales más duros del que compone las quijadas; golpear con los laterales; utilizar como martillo la parte plana.
- Los alicates de corte lateral deben llevar una defensa sobre el filo de corte para evitar las lesiones producidas por el desprendimiento de los extremos cortos de alambre.
- Las quijadas sin desgastes o melladas y mangos en buen estado y el tornillo o pasador en buen estado hacen la herramienta segura.
- Mantener la herramienta sin grasas o aceites.
- Los alicates no deben utilizarse en lugar de las llaves, ya que sus mordazas son flexibles y frecuentemente resbalan. No utilizar para cortar materiales más duros que las quijadas.
- Utilizar exclusivamente para sujetar, doblar o cortar.
- No colocar los dedos entre los mangos.
- No golpear piezas u objetos con los alicates.

- Engrasar periódicamente el pasador de la articulación

### Medidas específicas para picos

- Los picos son herramientas de mano utilizadas principalmente en la construcción para romper superficies no muy duras, en las fundiciones de hierro o en trabajos de soldadura para eliminar rebabas de distinto tamaño y dureza. Pueden ser de dos tipos principalmente: Rompedores: Tienen dos partes, la pequeña de golpear en plano con ángulos rectos, mientras que la más larga es puntiaguda y puede ser redondeada o cuadrada. Troceadores: Tienen dos partes, una puntiaguda y la otra plana y afilada.
- Evitar las deficiencias típicas: Mango de dimensiones inadecuadas. Mango en mal estado. Pico dentado, agrietado o mellado. Utilizado para golpear metales o aderezar otras herramientas. Utilización sin mango o dañado.
- Mantener afiladas sus puntas y mango sin astillas.
- Mango acorde al peso y longitud del pico.
- Hoja bien adosada.
- No utilizar para golpear o romper superficies metálicas o para enderezar herramientas como el martillo o similares.
- No utilizar un pico con el mango dañado o sin él.
- Desechar picos con las puntas dentadas o estriadas.
- Mantener libre de otras personas la zona cercana al trabajo.

### Medidas específicas para llaves

- Las llaves de boca fija son herramientas manuales destinadas a ejercer esfuerzos de torsión al apretar o aflojar pernos, tuercas y tornillos que posean cabezas que correspondan a las bocas de la herramienta. Están diseñadas para sujetar generalmente las caras opuestas de estas cabezas cuando se montan o desmontan piezas. No se utilizarán para otros fines
- Las llaves de boca ajustables son herramientas manuales diseñadas para ejercer esfuerzos de torsión, con la particularidad de que pueden variar la abertura de sus quijadas en función del tamaño de la tuerca a apretar o desapretar. Los distintos tipos y sus partes principales son: mango, tuerca de fijación, quijada móvil, quijada fija y tornillo de ajuste. No se utilizarán para otros fines
- No utilizar llaves inadecuadas por tamaño.

- Utilizar un tubo en mango para mayor apriete.
- No utilizar como martillo.
- Verificar antes de su uso que las quijadas y mecanismos en perfecto estado, la cremallera y tornillo de ajuste deslizando correctamente, y el dentado de las quijadas en buen estado.
- No desbastar las bocas de las llaves fijas pues se destemplan o pierden paralelismo las caras interiores.
- Las llaves deterioradas no se reparan, se reponen.
- Evitar la exposición a calor excesivo.
- Efectuar la torsión girando hacia el operario, nunca empujando. Al girar asegurarse que los nudillos no se golpean contra algún objeto.
- Utilizar una llave de dimensiones adecuadas al perno o tuerca a apretar o desapretar.
- Utilizar la llave de forma que esté completamente abrazada y asentada a la tuerca y formando ángulo recto con el eje del tornillo que aprieta
- No debe sobrecargarse la capacidad de una llave utilizando una prolongación de tubo sobre el mango, utilizar otra como alargo o golpear éste con un martillo.
- Es más seguro utilizar una llave más pesada o de estrías.
- Para tuercas o pernos difíciles de aflojar utilizar llaves de tubo de gran resistencia.
- La llave de boca variable debe abrazar totalmente en su interior a la tuerca y debe girarse en la dirección que suponga que la fuerza la soporta la quijada fija. Tirar siempre de la llave evitando empujar sobre ella.
- Utilizar con preferencia la llave de boca fija en vez de la de boca ajustable.
- No utilizar las llaves para golpear.

### Medidas generales para destornilladores

- Utilizar solo para apretar o aflojar los tornillos ranurados de fijación sobre materiales de madera, metálicos, plásticos etc.
- No utilizar como escoplo, palanca o punzón, con punta o caña doblada, punta roma o malformada.
- Trabajar manteniendo el destornillador en una mano y la pieza en otra.

- Mango en buen estado y amoldado a la mano con o superficies laterales prismáticas o con surcos o nervaduras para transmitir el esfuerzo de torsión de la muñeca.
- El destornillador ha de ser del tamaño adecuado al del tornillo a manipular.
- Porción final de la hoja con flancos paralelos sin acuñamientos.
- Desechar destornilladores con el mango roto, hoja doblada o la punta rota o retorcida pues ello puede hacer que se salga de la ranura originando lesiones en manos.
- Espesor, anchura y forma ajustada a la cabeza del tornillo.
- Utilizar sólo para apretar o aflojar tornillos.
- No utilizar en lugar de punzones, cuñas, palancas o similares.
- Siempre que sea posible utilizar destornilladores de estrella.
- La punta del destornillador debe tener los lados paralelos y afilados.
- No debe sujetarse con las manos la pieza a trabajar sobre todo si es pequeña. En su lugar debe utilizarse un banco o superficie plana o sujetarla con un tornillo de banco.
- Emplear siempre que sea posible sistemas mecánicos de atornillado o desatornillado.

### Medidas específicas para sierras

- Utilizar para cortar superficies de diversos materiales.
- Evitar las deficiencias típicas: Triscado impropio. Mango poco resistente o astillado. Uso de la sierra de tronzar para cortar al hilo. Inadecuada para el material. Inicio del corte con golpe hacia arriba.
- Las sierras deben tener afilados los dientes con la misma inclinación para evitar flexiones alternativas y estar bien ajustados.
- Mangos bien fijados y en perfecto estado.
- Hoja tensada.
- Antes de serrar fijar firmemente la pieza a serrar.
- Utilizar una sierra para cada trabajo con la hoja tensada (no excesivamente)
- Utilizar sierras de acero al tungsteno endurecido o semiflexible para metales blandos o semiduros con el siguiente número de dientes: Hierro fundido, acero blando y latón: 14 dientes cada 25 cm. Acero estructural y para herramientas: 18 dientes cada 25 cm.

Tubos de bronce o hierro, conductores metálicos: 24 dientes cada 25 cm. Chapas, flejes, tubos de pared delgada, láminas: 32 dientes cada 25 cm.

- Utilizar hojas de aleación endurecido del tipo alta velocidad para materiales duros y especiales con el siguiente número de dientes: Aceros duros y templados: 14 dientes cada 25 cm. Aceros especiales y aleados: 24 dientes cada 25 cm. Aceros rápidos e inoxidables: 32 dientes cada 25 cm.
- Instalar la hoja en la sierra teniendo en cuenta que los dientes deben estar alineados hacia la parte opuesta del mango.
- Utilizar la sierra cogiendo el mango con la mano derecha quedando el dedo pulgar en la parte superior del mismo y la mano izquierda el extremo opuesto del arco. El corte se realiza dando a ambas manos un movimiento de vaivén y aplicando presión contra la pieza cuando la sierra es desplazada hacia el frente dejando de presionar cuando se retrocede.
- Cuando el material a cortar sea muy duro, antes de iniciar se recomienda hacer una ranura con una lima para guiar el corte y evitar así movimientos indeseables al iniciar el corte.
- Serrar tubos o barras girando la pieza.

### Medidas específicas para limas

- Utilizar sólo para conformar objetos sólidos desbastándolos en frío.
- Las partes principales de una lima son los cantos, cola, virola y mango. (Fig. 1)
- El mango es la parte que sirve para sujetar la herramienta y cubre la cola de la lima. En el mango existe un anillo metálico llamado virola, que evita que el mango se dé y se salga. La parte útil de trabajo se denomina longitud de corte y tiene cantos de desbaste, pudiendo contar con cantos lisos.
- Por su forma se clasifican en: Cuadrangulares; Planas; mediacaña; triangulares y redondas.
- El número de dientes varía de 60 a 6500 dientes/cm2.
- Deficiencias típicas: sin mango, uso como palanca o punzón, golpearlas como martillo.
- Mantener el mango y la espiga en buen estado.
- Mango afianzado firmemente a la cola de la lima.
- Funcionamiento correcto de la virola.

- Limpiar con cepillo de alambre y mantener sin grasa.
- Selección de la lima según la clase de material, grado de acabado (fino o basto).
- No utilizar limas sin su mango liso o con grietas.
- No utilizar la lima para golpear o como palanca o cincel.
- La forma correcta de sujetar una lima es coger firmemente el mango con una mano y utilizar los dedos pulgar e índice de la otra para guiar la punta. La lima se empuja con la palma de la mano haciéndola resbalar sobre la superficie de la pieza y con la otra mano se presiona hacia abajo para limar. Evitar presionar en el momento del retorno.
- Evitar rozar una lima contra otra.
- No limpiar la lima golpeándola contra cualquier superficie dura como puede ser un tornillo de banco.

### Medidas específicas para escoplos y punzones

- Los escoplos o punzones son herramientas de mano diseñadas para expulsar remaches y pasadores cilíndricos o cónicos, pues resisten los impactos del martillo, para aflojar los pasadores y empezar a alinear agujeros, maCorte derficies duras y perforar materiales laminados.
- Son de acero, de punta larga y forma ahusada que se extiende hasta el cuerpo del punzón con el fin de soportar golpes más o menos violentos.
- Deficiencias típicas por corregir: cabeza abombada, cabeza y punta frágil (sobretemplada), cuerpo corto dificultando la sujeción, sujeción y dirección de trabajo inadecuados, uso como palanca y no utilizar gafas de seguridad.
- El punzón debe ser recto y sin cabeza de hongo.
- Utilizarlos sólo para marcar superficies de metal de otros materiales más blandos que la punta del punzón, alinear agujeros en diferentes zonas de un material.
- Golpear fuerte, secamente, en buena dirección y uniformemente.
- Trabajar mirando la punta del punzón y no la cabeza.
- No utilizar si está la punta deformada. Deben sujetarse formando ángulo recto con la superficie para evitar que resbalen.

### Medidas específicas para cuchillos

- Son herramientas de mano que sirven para cortar. Constan de un mango y de una hoja afilada por uno de sus lados.
- Existen diversos tipos y medidas en función del material a cortar y del tipo de corte a realizar.
- Deficiencias típicas evitables: hoja mellada, corte en dirección hacia el cuerpo, mango deteriorado, colocar la mano en situación desprotegida, falta de guarda para la mano o guarda inadecuada, no utilizar funda protectora y empleo como destornillador o palanca.
- La herramienta debe tener la hoja sin defectos, bien afilada y punta redondeada. mangos en perfecto estado y guardas en los extremos, aro para el dedo en el mango.
- Utilizar el cuchillo de forma que el recorrido de corte se realice en dirección contraria al cuerpo.
- Utilizar sólo la fuerza manual para cortar absteniéndose de utilizar los pies para obtener fuerza suplementaria.
- No dejar los cuchillos debajo de papel de deshecho, trapos etc. o entre otras herramientas en cajones o cajas de trabajo.
- Extremar las precauciones al cortar objetos en pedazos cada vez más pequeños.
- No deben utilizarse como abrelatas, destornilladores o pinchos para hielo.
- Las mesas de trabajo deben ser lisas y no tener astillas.
- Siempre que sea posible se utilizarán bastidores, soportes o plantillas específicas con el fin de que el operario no esté de pie demasiado cerca de la pieza a trabajar.
- Los cuchillos no deben limpiarse con el delantal u otra prenda, sino con una toalla o trapo, manteniendo el filo de corte girado hacia afuera de la mano que lo limpia.
- Uso del cuchillo adecuado en función del tipo de corte a realizar.
- Utilizar portacuchillos de material duro para el transporte, siendo recomendable el aluminio por su fácil limpieza. El portacuchillos debería ser desabatible para facilitar su limpieza y tener un tornillo dotado con palomilla de apriete para ajustar el cierre al tamaño de los cuchillos guardados.
- Guardar los cuchillos protegidos.
- Mantener distancias apropiadas entre los operarios que utilizan cuchillos simultáneamente.

- Protecciones personales: utilizar guantes de malla metálica homologados, delantales metálicos de malla o cuero y gafas de seguridad homologadas.

**Medidas generales para tijeras**

- Son herramientas manuales que sirven para cortar principalmente hojas de metal, aunque se utilizan también para cortar otros materiales más blandos.
- Deficiencias típicas evitables: mango de dimensiones inadecuadas, hoja mellada o poco afilada, tornillos de unión aflojados, utilizar para cortar alambres o hojas de metal tijeras no aptas para ello, cortar formas curvas con tijera de corte recto y uso sin guantes de protección.
- Las tijeras de cortar chapa tendrán unos topes de protección de los dedos. Se debe engrasar el tornillo de giro periódicamente. Mantener la tuerca bien atrapada.
- Utilizar sólo la fuerza manual para cortar absteniéndose de utilizar los pies para obtener fuerza suplementaria.
- Realizar los cortes en dirección contraria al cuerpo.
- Utilizar tijeras sólo para cortar metales blandos.
- Las tijeras deben ser lo suficientemente resistentes como para que el operario sólo necesite una mano y pueda emplear la otra para separar los bordes del material cortado. El material debe estar bien sujeto antes de efectuar el último corte, para evitar que los bordes cortados no presionen contra las manos.
- Cuando se corten piezas de chapa largas se debe cortar por el lado izquierdo de la hoja y empujarse hacia abajo los extremos de las aristas vivas próximos a la mano que sujeta las tijeras.
- No utilizar tijeras con las hojas melladas.
- No utilizar las tijeras como martillo o destornillador.
- Si se es diestro se debe cortar de forma que la parte cortada desechable quede a la derecha de las tijeras y a la inversa si se es zurdo.
- Si las tijeras disponen de sistema de bloqueo, accionarlo cuando no se utilicen.
- Utilizar vainas de material duro para el transporte.

### 7.3.3 Equipos de protección individual:

- Calzado de seguridad

- Ropa alta visibilidad/reflectante por la noche
- Guantes
- Cinturón porta herramientas
- Gafas protección vista
- Mascarilla cuando hay exceso de polvo
- Guantes de malla y cuero

## 7.4 Herramientas portátiles eléctricas.

Este apartado se refiere a las herramientas portátiles accionadas por energía eléctrica y cuyo uso es frecuente en trabajos de montaje eléctrico. De estas herramientas, las más utilizadas son: taladros, sierras de calar y atornilladores.

### 7.4.1 Riesgos más importantes:

- Contactos eléctricos.
- Golpes y cortes en manos u otras partes del cuerpo.
- Lesiones oculares por proyección de fragmentos o partículas.
- Esguinces por movimientos o esfuerzos violentos.
- Ruido.
- Incendios.

**Causas principales:**

- Inadecuada utilización de las herramientas.
- Utilización de herramientas defectuosas.
- Empleo de herramientas de mala calidad.
- No utilización de equipos de protección individual.
- Posturas forzadas.
- Utilización en presencia de sustancias combustibles.

### 7.4.2 Medidas preventivas:

- Usar herramientas de calidad acordes al tipo de trabajo a realizar y con marcado CE.

- El personal debe estar autorizado por la empresa para utilizar las herramientas.
- Instruir adecuadamente al personal para la utilización de cada tipo de herramienta.
- Comprobar que las herramientas tienen en buen estado la carcasa exterior y disponen de los elementos de protección o uso adecuados que jamás deben ser desmontados, salvo autorización expresa del Jefe de Trabajos.
- Comprobar el estado del cable de alimentación, (no debe haber cables de cobre al descubierto, ni empalmes con cinta aislante) y la clavija de conexión (no conectar los cables directamente). No transportar las herramientas cogiéndolas por el cable de alimentación.
- Elegir el útil adecuado a la herramienta (disco, broca, etc.) y al trabajo a realizar. Dicho útil deberá estar en buen estado (disco no gastado, broca afilada, etc.).
- Desconectar la herramienta de la red en el cambio de útil y cuando no se vaya a utilizar.
- Utilizar la llave apropiada para cambiar el útil.
- Utilizar herramientas que dispongan de doble aislamiento de protección y conectarlas a un cuadro protegido con interruptor diferencial.
- Evitar los trabajos en las proximidades de materiales combustibles. En caso necesario, cubrir dichos materiales con algún elemento incombustible (pantallas, chapas, mantas ignífugas, lonas mojadas, etc.), teniendo también extintores cerca del puesto de trabajo.
- Fijar los materiales de pequeñas dimensiones por medio de mordazas adecuadas, antes de trabajar sobre ellos.
- Sujetar las herramientas con las dos manos. No adoptar posturas forzadas ni ejercer presión excesiva sobre la herramienta.
- Utilizar calzado de seguridad ante el riesgo de golpes en los pies por caída de las herramientas en su manipulación.
- Utilizar gafas protectoras y pantalla facial (para la radial) en todo caso y sobremanera cuando haya riesgo de proyección de partículas.
- Utilizar protectores auditivos, cuando el trabajo con las herramientas ocupe una parte importante de la jornada laboral y siempre que el nivel de ruido supere los 80 dB (A) legalmente exigibles.

### 7.4.3 Equipos de protección individual

- Calzado de seguridad
- Casco
- Gafas anti proyección
- Mascarilla anti polvo
- Chaleco alta visibilidad
- Protectores auditivos.

## 7.5 Medios auxiliares para trabajos temporales en altura

### 7.5.1 Escaleras manuales

Para garantizar la seguridad y resistencia de la escalera, ésta debe estar certificada de conformidad con la Norma UNE-EN-131.

No se han de emplear escaleras de mano y, en particular, si son de más de 5 metros de longitud, sobre cuya resistencia no se tengan garantías.

Las escaleras de mano se deben utilizar sólo para acceso a lugares, y para trabajos ligeros y de muy corta duración, con el punto de trabajo en la vertical. No se trabajará con escaleras de mano cerca de huecos de fachada salvo que se use un sistema anticaída.

En trabajos puntuales junto a bordes de forjado o huecos horizontales se permitirá el uso de escaleras de tijera únicamente si el posicionamiento del trabajador con la escalera permite la realización del trabajo a una altura máxima de metro y medio (de posicionamiento de sus pies), y el trabajador se posiciona de cara al hueco y de tal modo que la parte alta de la escalera no sobrepase su cintura. De este modo en caso de caída el trabajador caería siempre al suelo del forjado donde trabaja y no por los huecos (verticales y horizontales) existentes.

Se ha de comprobar que la estabilidad de las escaleras quede asegurada en todo momento.

Con el fin de aumentar la estabilidad y seguridad de las escaleras de mano, se deben colocar sobre los mismos estabilizadores que amplíen la anchura de la base, patines antideslizantes en la zona de apoyo, plataformas desmontables, etc.

En el posicionamiento de una escalera debe asegurarse, entre otros aspectos, que:

- Los pies de las escaleras se separarán del plano vertical del soporte superior a una distancia equivalente a 1/4 de su altura aproximadamente.

- En las zonas de desembarco, sobrepasará en 1 m el apoyo superior.
- En la base se dispondrá de elementos antideslizantes.
- Se balizará el entorno de la escalera, cuando ésta se coloque en zonas de tránsito.

No tratar de alcanzar una zona alejada, sin cambiar de sitio la escalera.

Para trabajar sobre una escalera se recomienda utilizar modelos autoestables de peldaño ancho que cuenten, preferiblemente, con plataforma y barandillas laterales de acceso.

No se han de utilizar por dos personas simultáneamente.

El ascenso, descenso y trabajo desde las escaleras se tiene que efectuar siempre de frente a las mismas.

Los trabajos a más de 3,50 m de altura (desde el punto de trabajo al suelo) que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se deben efectuar si se utiliza un equipo de protección individual anticaídas o se adoptan otras medidas de protección alternativas.

Si las escaleras son de madera:

- Los largueros deben ser de una sola pieza.
- Los peldaños han de estar ensamblados en los largueros y no solamente clavados.
- No deben pintarse, salvo con barniz transparente.

Las escaleras nunca se deben emplear horizontalmente como pasarelas o andamios, de no estar específicamente diseñadas para tal fin.

Las escaleras de metal son conductoras de electricidad. No se recomienda su uso cerca de circuitos eléctricos de ningún tipo, o en lugares donde puedan hacer contacto con esos circuitos, en cuyos casos se deben utilizar escaleras de materiales no conductores (de fibra, madera, etc.).

Queda prohibido el empalme de dos escaleras (salvo que cuenten con elementos especiales para ello).

Cuando no estén en uso, las escaleras se deben almacenar o guardar bajo techo con el fin de protegerlas de la intemperie. Las escaleras que se almacenan horizontalmente en altura se han de sostener en ambos extremos y en los puntos intermedios para impedir que se comben en el centro y, en consecuencia, se aflojen los travesaños y se tuerzan los largueros.

Respecto a las escaleras de tijera: deben disponer de un elemento (cinta, cable, pletinas, etc.) que impida su abertura (en mayor ángulo que el previsto) al utilizarlas; no se ha de trabajar "a caballo" sobre la misma; para trabajar sobre ellas se deben utilizar , preferiblemente, escaleras dobles con base ancha o estabilizadores, peldaño ancho y plataforma de trabajo con barandilla de seguridad; las escaleras dobles se deben usar siempre completamente abiertas y nunca se han de usar como escaleras simples (apoyadas).



### 7.5.2 Andamios en general

Los andamios deben proyectarse, montarse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente. Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deben construirse, dimensionarse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas caigan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas se han de ajustar al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.

Cuando no se disponga de la nota de cálculo del andamio elegido, o cuando las configuraciones estructurales previstas no estén contempladas en ella, debe efectuarse un cálculo de resistencia y estabilidad, a menos que el andamio esté montado según una configuración tipo generalmente reconocida.

Los elementos de apoyo de un andamio deben estar protegidos contra el riesgo de deslizamiento, ya sea mediante sujeción en la superficie de apoyo, ya sea mediante un dispositivo antideslizante, o bien mediante cualquier otra solución de eficacia equivalente, y la superficie portante ha de tener una capacidad suficiente. Se debe garantizar la estabilidad del andamio. Ha de impedirse mediante dispositivos adecuados el desplazamiento inesperado de los andamios móviles durante los trabajos en altura.

Las dimensiones, la forma y la disposición de las plataformas de un andamio deben ser apropiadas para el tipo de trabajo que se va a realizar, ser adecuadas a las cargas que hayan de soportar y permitir que se trabaje y circule en ellas con seguridad. Las plataformas de los andamios se han de montar de tal forma que sus componentes no se desplacen en una

utilización normal de ellos. No debe existir ningún vacío peligroso entre los componentes de las plataformas y los dispositivos verticales de protección colectiva contra caídas.

Cuando algunas partes de un andamio no estén listas para su utilización, en particular, durante el montaje, el desmontaje o las transformaciones, dichas partes deben contar con señales de advertencia de peligro general, con arreglo al Real Decreto 485/1997, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, y delimitadas convenientemente mediante elementos físicos que impidan el acceso a la zona de peligro.

Los andamios deben ser inspeccionados por una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello:

- Antes de su puesta en servicio.
- A continuación, periódicamente.
- Tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

El montaje y desmontaje de los andamios se debe efectuar mediante la siguiente secuencia:

- Redacción de un plan de montaje, utilización y desmontaje.
- Dirección por personal competente. En este sentido:
  - Si requiere dicho plan, la dirección del montaje y desmontaje debe ser llevada por un técnico que ha de tener formación universitaria o profesional que le habilite para ello.
  - Si no requiere el citado plan, la referida dirección puede ser realizada por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico.
- Inspecciones antes de su puesta en servicio, periódicas (minimio quincenales) y por causas extraordinarias, realizadas por personal competente. Estas inspecciones han de estar debidamente documentadas.

En los andamios apoyados que no excedan los 6,00 m de altura o con distancias entre apoyos no superiores a 8,00 metros, así como en los situados en tejados, azoteas, etc. cuya altura hasta el suelo no exceda de 24,00 m, no es obligatoria la redacción del mencionado plan de montaje, utilización y desmontaje.

Se requiere que la inspección realizada antes de la puesta en servicio se documentara extendiendo un Certificado de Montaje, sin el cual no se puede usar el andamio.

No es necesario la redacción de un plan de montaje, utilización y desmontaje:

- En andamios apoyados de configuración "sencilla", debidamente certificados.
- En andamios colgados móviles y andamios sobre mástil, con marcado "CE" y Declaración de Conformidad.

Para el montaje de andamios que cuenten con Declaración CE de Conformidad o estén Certificados se puede sustituir la redacción del plan de montaje por las instrucciones del fabricante, donde se indica el procedimiento para el montaje y desmontaje, cargas, fijaciones, uniones, usos, etc., salvo que estas operaciones se realicen de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en dichas instrucciones.

Se debe acotar la zona de montaje, desviando la circulación peatonal y rodada mediante la colocación de vallas, cintas, etc., e, incluso, instalando protecciones permanentes si el tipo de circulación rodada así lo aconseja.

Se han de colocar las protecciones adecuadas para evitar caída de materiales.

Se tiene que comprobar que no haya líneas eléctricas aéreas a menos de 7,00 m de distancia de cualquier punto del andamio a montar (para el cálculo de esta distancia se ha de tener en cuenta el posible acercamiento a la línea por la longitud de las piezas a montar).

La realización de un plan de montaje, utilización y desmontaje en los siguientes casos:

| **Casos en los que es preciso realizar un plan de montaje, utilización y desmontaje de andamios** | |
|---|---|
| Plataformas suspendidas de nivel variable. | |
| Plataformas elevadoras sobre mástil. | |
| Andamios con elementos prefabricados apoyados. | Con una altura apoyo – coronación > 6 m. |
| | Con elementos horizontales que salven vuelos y distancias entre apoyos > 8 m. |
| Andamios en el exterior: azoteas, cúpulas, tejados o estructuras superiores con una distancia nivel de apoyo – nivel de terreno > 24 m. | |
| Torres de acceso y torres de trabajo móviles en los que los trabajos se efectúen a una altura > 6 m desde el punto de operación hasta el suelo. | |

Cuando se trate de andamios que, a pesar de estar incluidos entre los anteriormente citados, dispongan del marcado CE (p. ej. plataformas suspendidas de nivel variable, plataformas elevadoras sobre mástil), por serles de aplicación una normativa específica en materia de comercialización, el citado plan podrá ser sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, sobre el montaje, la utilización y el desmontaje de los equipos, salvo que estas operaciones se realicen de forma o en condiciones o circunstancias no previstas en dichas instrucciones.

En el caso de aquellos tipos de andamios normalizados -p. ej. metálicos tubulares prefabricados o torres de acceso móviles- que no pueden disponer de marcado CE -por no haberse adoptado dicha existencia legal en el ámbito europeo- pero sus fabricantes se han sometido a la realización de los ensayos exigidos por Documentos de Armonización Europeos y cuentan con el correspondiente certificado de ese producto expedido por un organismo nacional de certificación, mientras no se establezca la exigencia de marcado CE, se aplicará la posible sustitución del plan por las instrucciones del fabricante, siempre que el andamio se monte según la configuración tipo establecida en las citadas instrucciones y para las operaciones y usos indicados por el mismo.

### 7.5.3 Andamios sobre borriquetas

Normas básicas de seguridad

- Las borriquetas siempre se montarán perfectamente niveladas.
- Las borriquetas pueden serán preferentemente de hierro o de madera, si son de madera ésta debe ser sana, estar perfectamente encoladas y sin deformaciones o roturas.
- Las borriquetas metálicas de sistema de apertura de cierre o tijera estarán dotadas de cadenillas limitadoras de apertura máxima.
- Las plataformas de trabajo se sujetarán perfectamente a las borriquetas en evitación de balanceos, deslizamientos u otros movimientos peligrosos, no debiendo sobresalir por los laterales más de 20 cm., para evitar basculamientos.
- Cuando se utilicen andamios de borriquetas en zonas con riesgo de caída de más de 2 m. de altura se protegerán mediante barandillas.
- Cuando la altura de la plataforma se encuentre a más de 3 m. de altura deberán arriostrarse mediante crucetas tipo “Cruz de San Andrés”.
- Las plataformas de trabajo tendrán un ancho mínimo de 60 cm. y no sobresaldrán por los laterales de las borriquetas más de 40 cm. para evitar basculamientos, con 7 cm. mínimo de grosor.
- Los apoyos de las borriquetas no estarán separados a ejes de más de 2,5 cm.
- Los andamios se formarán sobre un mínimo de dos borriquetas. Se prohíbe la sustitución de éstas (o alguna) por “bidones”, pilas de materiales, etc.
- Sobre las plataformas sólo se mantendrá el material estrictamente necesario y repartido uniformemente.
- Se prohíbe trabajar sobre las plataformas sustentadas en borriquetas apoyadas en cualquier otro andamio.

### 7.5.4 Castillete de hormigonado

Estructura metálica provista de plataforma elevada provista de escalera de acceso, que se emplea en las operaciones de hormigonado de pilares y trabajos de encofrado/desencofrado.

**RIESGOS**

- Vuelco de la torreta.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Sobreesfuerzos durante el traslado.
- Atrapamientos por desplome o derrumbamiento
- Golpes choques o cortes
- Atrapamientos de pies y dedos
- Sobresfuerzos

**PROCEDIMIENTO DE MONTAJE.**

- Si se trata de torretas modulares o que requieran montaje, antes de iniciarlo se consultarán y seguirán las instrucciones del fabricante. Se verificará que no se encuentran trabajadores bajo la zona en la que se va a realizar dicho montaje.
- Se instalarán en zonas en las que no exista riesgo de caída de objetos.
- Se empleará el personal suficiente para su montaje y traslado, a fin de evitar la incorrecta manipulación de cargas.
- Se instalarán sobre forjado o superficie firme y nivelada. Se emplearán todos los elementos estabilizadores y de arriostramiento con que cuente.
- Las dimensiones mínimas plataforma serán 1,20x1,20 m. y su suelo será de material antideslizante. Las barandillas perimetrales se anclarán sólidamente a la estructura; tendrán una altura mínima de 1,00 m y dispondrán de pasamanos, barandilla intermedia y, en su caso, rodapié.

**MEDIDAS PREVENTIVAS DE USO**

- Comprobar que la plataforma está limitada en todos sus lados por sus respectivas barandillas.
- Comprobar que la estructura que conforma la torreta está correctamente apoyada, nivelada y que no puede volcar o zarandearse.
- No se transportarán personas sobre la torreta durante los cambios de posición.

- Cuando se trabaje sobre ella, se comprobará previamente que otros trabajadores no se encuentren situados en las inmediaciones de la base de la misma.
- No se trabajará simultáneamente en un plano superior.
- Se subirá siempre por la escalera de mano a tal fin, siempre de cara a la plataforma, y una vez arriba se cerrará el tramo sin barandilla con una cadena o similar.
- No se sobrecargarán con materiales.
- No se aumentará su altura con materiales o borriquetas.
- No se tenderán pasarelas entre la torreta y el elemento a hormigonar.
- No se trabajará sobre ellos en caso de condiciones climatológicas adversas.

**EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Botas de seguridad.
- Casco de seguridad.
- Guantes de seguridad

### 7.5.5 Plataformas elevadoras móviles de personal (PEMP)

#### *7.5.5.1 Riesgos*

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Desplome o caída de objetos (tablones, herramienta, materiales).
- Golpes por objetos o herramientas.
- Atrapamientos.
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos
- Atropellos, golpes y choques con o contra vehículos

No deben utilizarse en operaciones o en condiciones contraindicadas por el fabricante y se han de cumplir las especificaciones establecidas por el mismo en cuanto a su uso y limitación de carga.

Se debe reconocer previamente el terreno por donde ha de desplazarse la plataforma asegurando que esté nivelado y sea estable.

Debe verificarse, antes de su uso, la resistencia y estabilidad de los puntos de apoyo.

Han de estar dotadas de protección frente al riesgo de contacto eléctrico indirecto y debe verificarse la ausencia de líneas eléctricas aéreas en el entorno, así como la presencia de elementos fijos que interfieran el desplazamiento espacial de la plataforma.

Cuando dispongan de carriles deben poseer una perfecta nivelación, cimentación y alineación, así como topes en sus extremos. Los traslados se han de realizar con la plataforma desalojada de trabajadores.

Con el fin de prevenir el riesgo de caídas de objetos sobre terceros se debe balizar, señalizar y acotar la zona inferior del terreno impidiendo el paso bajo su perpendicular.

No se deben cargar materiales de mayor volumen y peso de lo previsto por el fabricante. Las cargas han de estar repartidas uniformemente por el piso de la plataforma.

En ningún caso deben sobrecargarse; se han repartir los materiales necesarios para la correcta continuidad de los trabajos a lo largo de la plataforma.

El operador de la plataforma debe estar cualificado y formado. No se ha de permitir la utilización y el acceso a personas carentes de autorización.

La plataforma no debe conducirse ni circular por pendientes superiores a las indicadas por el fabricante.

### Sistemas de seguridad para todos los tipos de PEMP

Pueden tener, entre otros:

- Estabilizadores sensibles a la presión, con válvulas de seguridad y alarma sonora.
- Dobles mandos en cesta y base.
- Sistema de bomba manual de descenso de emergencia.
- Válvulas de cierre en cilindros hidráulicos.
- Bloqueo de mandos si la plataforma no está correctamente colocada y nivelada.
- Limitador de carga y de alcance de la plataforma
- Las puertas de las plataformas no deben abrir hacia el exterior y han de estar conectadas de forma que impidan todo movimiento de la plataforma mientras las mismas no estén cerradas y bloqueadas.
- La carga máxima sobre el suelo que cada estabilizador o rueda soporta debe estar indicada sobre cada uno de ellos.

- No debe ser posible accionar simultáneamente los mandos de traslación y los de cualquier otro movimiento.
- Los mandos deben estar situados sobre la plataforma de trabajo. Pueden llevar otro mando en el chasis, pero, en este caso, debe poderse bloquear uno de los dos mandos (normalmente mediante llave), de forma que sólo se pueda accionar desde una posición predeterminada (se ha de dar prioridad al mando situado en cesta).
- Deben estar equipadas con un mando de emergencias (fácilmente accesible desde el suelo) que permita bajar la plataforma de trabajo.
- Los mandos inferiores de control sólo deben utilizarse en caso de emergencia.
- Los mandos deben ser de acción continuada sobre los mismos (del tipo "hombre muerto"). Se han de tener que accionar conjuntamente palanca y pedal o bien palanca y gatillo para su funcionamiento de modo que cuando cesa la acción sobre ellos deben volver automáticamente a la posición neutra.
- Se hará uso de arnés de seguridad atado a la propia plataforma para el uso d estos equipos.
- Queda prohibido trabajar sobre las protecciones de la propia plataforma o con parte del cuerpo sobresaliendo de esta.
- En caso de utilizarse este medio como forma de acceso a forjados, el trabajador amarrará su sistema anticaída de forma previa a la realización de esta maniobra a un punto fijo de la estructura o a la propia barandilla de la plataforma y no lo retirará hasta estar en un lugar protegido de riesgos de caída de altura.

### 7.5.6 Plataformas de tijera

Son utilizadas para efectuar trabajos en los que se pueda situar la plataforma justo debajo o junto al lugar en el cual se quiere trabajar.

Este tipo de plataformas suelen ser autopropulsadas permitiendo, cuando están paradas, únicamente desplazamientos en vertical con alcances en altura de unos 20 m. Pueden desplazarse con la plataforma elevada, aunque a una pequeña velocidad limitada por los propios mecanismos de seguridad de la máquina.

Generalmente, estas plataformas admiten cargas de hasta unos 1000 kg.

Las plataformas de mayor alcance en altura disponen de apoyos telescópicos para su estabilidad.

Se debe colocar valla-cierre de protección en la parte baja, o bien, paro automático antes de alcanzar, en bajada, los 3 m sobre el suelo (con rearme y bajada con aviso acústico).

#### *7.5.6.1 Medidas preventivas:*

- Estará prohibido trasladar la base de apoyo con operarios en la plataforma. A ser posible se emplearán plataformas equipadas con sistema de seguridad que impida el desplazamiento de la base con la plataforma de trabajo elevada.
- Se deberá mantener alejada la máquina de terrenos con riesgo de hundimiento o desplome.
- Antes de iniciar los trabajos, se deberá comprobar la estabilidad del apoyo de la máquina.
- No sobrepasar la carga máxima autorizada en la plataforma, ya que pueden dañarse los mecanismos para operaciones posteriores.
- No utilizar la plataforma por personal no autorizado.
- Si dispone de estabilizadores, no utilizar la plataforma sin antes extender los mismos.
- El acceso a la plataforma de trabajo se realizará por los lugares destinados a tal fin.
- No saltar nunca directamente de la plataforma de trabajo al suelo. Bajar por los lugares previstos.
- Para seguridad las plataformas irán dispuestas de barandillas, a una altura mínima sobre el nivel del piso de 90 centímetros.

### 7.5.7 Plataformas telescópicas y telescópicas articuladas. Autopropulsadas

En este apartado se engloban los tipos de plataformas elevadoras más versátiles que permiten cualquier tipo de movimiento de la plataforma de trabajo tanto en altura y giro, como desplazamiento (excepto obviamente en las remolcadas). Pueden ser autopropulsadas, ir sobre camión o bien remolcadas, necesitando estas últimas, en cada estacionamiento, un perfecto nivelado de sus patas estabilizadoras.

Se utilizan cuando el lugar de trabajo está desplazado respecto al punto de colocación de la plataforma (o la altura a alcanzar excede a las de tipo tijera).

Las plataformas telescópicas articuladas permiten movimientos más flexibles.

Los alcances normales en altura son de unos 40 m, aunque hay modelos que alcanzan los 100 m, admitiendo cargas de hasta unos 1.000 kg.

Disponen de dos velocidades de traslación, una para cuando están plegadas y otra menor para cuando están en situación de trabajo.

Este mismo tipo de plataformas pueden ir montadas sobre camión, permitiendo su desplazamiento por carretera.

Las hay también remolcables careciendo por tanto de autonomía para desplazarse.

Hay modelos sobre orugas o ruedas, de 0,80 m de anchura (con los estabilizadores plegados) y alcance en altura de 19 m, útiles para trabajar en interiores.

#### *7.5.7.1 Medidas preventivas*

- Se seguirán siempre las instrucciones que constan en la documentación entregada por el fabricante.
- La plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz a utilizar tendrá al día el Libro de Mantenimiento y las revisiones.
- Se comprobará el apoyo correcto de las patas hidráulicas en el terreno y la capacidad de éste para soportar la carga que va a recibir.
- Se respetará siempre el limitador de carga que tiene la máquina.
- Se respetará el radio de acción de la máquina, y no realizarán otros trabajos dentro del mismo.
- Se mantendrá la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz alejada de los terrenos poco resistentes.
- Se evitará pasar la plataforma por encima de los operarios.
- Se accederá a la máquina por sus accesos previstos.
- Se respetarán las distancias con respecto a las líneas eléctricas (5m.)
- Se comprobará la estabilidad de la plataforma antes de iniciar cualquier maniobra.
- No se estacionará ni desplazará la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz a una distancia inferior a 2 m del borde de zanjas o cortes de terreno no sujeto mediante muros. En caso de ser necesaria una aproximación inferior a la citada se deberá entibar la zona de la zanja afectada por el estacionamiento de plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz, dotándose, además, al lugar de un tope firme y fuerte para la rueda trasera del chasis automotriz, para evitar los deslizamientos y vuelcos de la máquina.

- La puesta en servicio de la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz se realizará siguiendo las instrucciones dadas por su fabricante.
- Se vigilarán constantemente las variaciones posibles por fallo del firme durante la utilización de la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz.
- El operario que suba a la plataforma deberá utilizar en todo momento mientras permanezca en ella un arnés fijado a un punto seguro de la misma.
- El operador del brazo articulado deberá tener todos los objetos de referencia siempre a la vista; si esto no fuera posible, las maniobras estarán dirigidas por un señalista, para evitar el riesgo de atrapamiento y golpes.
- Se prohíbe expresamente:
    - Permanecer o realizar trabajos en un radio de 5 m en torno a la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz.
    - Permanecer o realizar trabajos dentro del radio de acción de la plataforma de trabajo elevada.
    - Utilizar la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz para arrastrar las cargas
- Se vallará la zona de ubicación de la máquina en un entorno lo más amplio posible para evitar los riesgos por caída de objetos. En la superficie de la valla se instalarán señales de "Peligro obras", balizamiento y dirección obligatoria para la orientación de los vehículos automóviles a los que el posicionamiento de la máquina desvíe de su normal recorrido.
- Se mantendrá la máquina alejada de terrenos inseguros, propensos a hundimientos.
- Se subirá y bajará de la plataforma de trabajo sobre brazo articulado automotriz por los lugares previstos para ello.
- El operario nunca deberá saltar directamente al suelo desde la máquina, si no es por un inminente riesgo para su integridad física.
- Se asegurará la inmovilidad de la plataforma de trabajo antes de iniciar ningún desplazamiento.
- No se abandonará la máquina con una carga en la plataforma desplegada.
- Las actuaciones en caso de que la plataforma toque una línea eléctrica o se acerque a la distancia de arco eléctrico serán:

- Sobre todo, no se permitirá que nadie toque la máquina, pues podría estar cargada de electricidad.
- Si la plataforma funciona: alejarla de la instalación eléctrica.
- Si la plataforma ya no funciona, avisar a voces a las personas del suelo para que no se acerquen a la máquina, y pedir al operador auxiliar que avise a los servicios correspondientes para que corten la tensión de la instalación eléctrica. Se usará la bocina para pedir auxilio en caso de no haber operador auxiliar.
- Esperar a que la situación ofrezca la seguridad necesaria para salir de la máquina

- No se utilizará la plataforma cuando la velocidad del viento sea superior a la velocidad límite fijada por el fabricante.
- Tampoco se manipularán objetos de gran superficie, como carteles, cuando haya viento.
- Sólo las plataformas que han sido diseñadas para ello por el fabricante podrán realizar intervenciones que generan fuerzas horizontales: utilización de una bomba para proyectar
- hormigón o una lanza contra incendios.
- El operador de la plataforma no debe subirse nunca en la barandilla de la plataforma, ni utilizará taburetes, escaleras de mano, de tijera o tablones de obra para alcanzar alturas superiores.
- Si la visibilidad exterior es mala entre el suelo y la plataforma, se interrumpirá el trabajo.
- Cuando se trabaje sin luz, la plataforma deberá disponer de un proyector autónomo orientable que permita iluminar la zona de trabajo. Se colocará en el suelo una señalización luminosa.
- El operador de la plataforma, antes de incorporarse a su puesto y al menos una vez al día, deberá cerciorarse, mediante una inspección visual, del buen estado de conservación y funcionamiento de la plataforma. Deberá comprobar:
  - El estado de los tubos flexibles y cables eléctricos y de sus conexiones.
  - El estado y la presión de los neumáticos o ruedas.

- El estado de los ejes y clavijas.
- El nivel de combustible de las máquinas térmicas.
- El nivel de aceite.
- La presencia del manual de uso de la máquina.
- El funcionamiento de los mandos auxiliares y de los dispositivos de paro de emergencia.
- El estado del limitador de carga, de los sistemas de seguridad de fin de carrera y del control de inclinación.
- El estado de la barandilla y del portillo de acceso.
- El estado de las palancas de mando.
- El nivel de electrólito y de carga de las baterías.
- El estado y el funcionamiento de los estabilizadores.

- Debe indicarse inmediatamente al responsable cualquier avería o deterioro, para proceder a las reparaciones necesarias.
- Al final del trabajo se realizarán las siguientes operaciones:
  - Plegar la plataforma sobre su bastidor y estacionarla.
  - Recoger por completo los estabilizadores, caso de disponer de ellos.
  - Activar el freno de inmovilización, poniendo los mandos en punto neutro.
  - Sacar la llave de contacto o el dispositivo equivalente.
  - Caso de observar anomalías de funcionamiento o desperfectos en algunos órganos de la plataforma durante el trabajo, anotarlos en el libro de a bordo de la máquina y comunicarlo al responsable.
- El transporte de la plataforma a largas distancias se efectuará en camión o remolque adecuado, con las siguientes precauciones:
  - Estacionar la plataforma o camión en un terreno llano
  - Calzar las ruedas.
  - Comprobar que la anchura del camión o del remolque es la adecuada.
  - Comprobar que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la plataforma.

- Montar la plataforma a velocidad reducida.
- Retirar la llave de contacto.
- Amarrar la plataforma al bastidor de la máquina.

### 7.5.8 Máquinas mixtas con posibilidad de elevar carga y personas

Este tipo de máquinas, del tipo manipuladores telescópicos o carretillas telescópicas, son muy versátiles por su capacidad de trabajo, movilidad y multiplicidad de usos.

Algunos modelos permiten cambiar el útil de carga por la plataforma para elevar personas, debiendo ello estar debidamente documentado y permitido mediante Declaración CE de Conformidad que indique la idoneidad de la máquina para elevar personas (se deben haber efectuado los ensayos pertinentes con el conjunto máquina-plataforma y en ningún caso por separado o acoplando plataformas a una máquina que no esté certificada para elevar personas).

Pueden ser fijas o giratorias y disponen de estabilizadores hidráulicos.

Hay que tener cuidado en comprobar que la máquina a la cual se acople la plataforma (jaula) para elevar personas esté diseñada y certificada para tal fin, pues puede ocurrir que mecánicamente la plataforma se pueda acoplar a otras máquinas del propio fabricante que no están diseñadas para elevar personas.

Pueden alcanzar una altura de 30 m, con carga total de 800 kg, pudiendo llegar a medir la plataforma para personas hasta 6 m de longitud.

### 7.5.9 Grúa sobre camión con plataforma

Este tipo de camión con grúa incorporada también puede ser utilizado como plataforma elevadora para personas, siempre que cumpla con lo dispuesto en la NORMA UNE-EN 280 (aparte de la normativa propia de la grúa).

El conjunto formado por grúa y cesta debe venir debidamente certificado y marcado (para elevar personas) desde la fábrica, debiendo constar de:

- Declaración CE de conformidad.
- Marcado CE.
- Certificado de características.
- Certificado de cumplimiento de norma UNE-EN 280.
- Manual de instrucciones.

El taller instalador de la grúa sobre el vehículo debe confeccionar el "Expediente Técnico de Montaje" de la unidad COMPLETA (vehículo, grúa y cesta) con el correspondiente "Certificado de Montaje", marcado CE y Declaración CE de Conformidad, que garantice el cumplimiento de las diferentes Normas (UNE-EN 12999 –Grúas cargadoras, UNE-EN 280 – Plataformas elevadoras móviles de personal).

Deben disponer, entre otros, de los siguientes elementos:

- Mandos, con pulsador de emergencia, situados en la cesta.
- Bomba de emergencias (para descenso de la plataforma).
- Sensores para asegurar la extensión y apoyo de los estabilizadores (de todos los que tenga, ya que aparte de los propios de la grúa puede ser necesario colocar al camión estabilizadores suplementarios).
- Panel de mando con selector de llave para utilizar la grúa estándar para cargas o la grúa con cesta para personas.
- Cesta con sistema automático de nivelación (inclinación siempre inferior a 5º).



Plataforma de tijera



Plataforma telescópica



Plataforma sobre camión



Plataforma elevadora vertical telescópica



Máquinas mixtas con posibilidad de elevar cargas y personas



Mandos de acción continuada



Mando de acción continuada

#### *7.5.9.1 Equipos de protección individual en el uso de medios auxiliares para trabajos temporales en altura*

- Casco de seguridad certificado
- Botas de seguridad (según casos).
- Ropa de trabajo.
- Trajes para ambientes lluviosos.
- Mascarilla con filtro mecánico recambiable.
- Arnés de seguridad anticaída

## 7.6 Taladro portátil

### 7.6.1 Identificación de riesgos

- Taladros accidentales en las extremidades
- Riesgo por impericia
- Contactos eléctricos indirectos
- Caídas al mismo nivel por tropiezo

### 7.6.2 Medidas preventivas

- Los taladros tendrán siempre doble aislamiento eléctrico y sus conexiones se realizarán mediante manguera antihumedad, a partir de un cuadro secundario, dotada con clavijas macho-hembra estancas.

- Se prohibirá terminantemente depositar el taladro portátil en el suelo o dejarlo abandonado estando conectado a la red eléctrica. Los taladros sólo serán reparados por personal especializado, estando prohibido desarmarlos en el tajo.

### 7.6.3 Equipos de protección individuales

- Calzado de seguridad,
- Gafas anti proyecciones y
- Guantes de cuero.

## 7.7 Vibradores de hormigón.

### 7.7.1 Equipos de protección individual

- Pisadas sobre objetos punzantes
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Exposición a contactos eléctricos
- Contacto con sustancias cáusticas o corrosivas
- Exposición a vibraciones

### 7.7.2 Medidas preventivas a adoptar

**Antes de comenzar a trabajar:**

- Está prohibido el uso del vibrador, por un mismo operario, durante tiempo prolongado.
- Conexión eléctrica con clavija reglamentaria.
- Las mangueras de alimentación estarán en buen uso.
- Toma de tierra o doble aislamiento.
- Cuando se vibre en zonas que queden próximas a la cara, se usarán gafas para proteger de las salpicaduras.
- Verificar la existencia de protecciones colectivas efectivas (barandillas, redes, etc.) cuando se deban realizar trabajos en altura (más de 2 m) o próximos al borde de zanjas, huecos, etc.

- Emplear andamios, torres de trabajo móviles, plataformas, etc. dotadas de barandillas. Nunca se debe trabajar encaramado sobre muros, pilares, paneles de encofrar, salientes, etc.
- Verificar antes de acceder a la zona de vibrado que el sistema de encofrado se encuentra en buen estado (verticalidad, nivelación, sujeción de puntales, etc.).
- Evitar trabajar en el interior de zanjas. Cuando sea posible, emplear plataformas de trabajo dispuestas perpendicularmente a la zanja con una anchura mínima de 60 cm
- Cuando la iluminación natural sea insuficiente, deberá paralizarse el trabajo si no existe una iluminación artificial que garantice una adecuada visibilidad en el lugar de trabajo.
- No utilizar la máquina a la intemperie bajo condiciones climatológicas adversas (lluvia, nieve, etc.)
- No utilizar nunca la máquina en atmósferas potencialmente explosivas (cerca de almacenamientos de materiales inflamables como pintura, combustible, etc.)
- Situar el motor en una superficie estable, nivelada, lo más limpia y seca posible y libre de materiales y objetos.
- Evitar situar la unidad motriz cerca del borde de estructuras o zanjas. En caso necesario, se deberán utilizar abrazaderas o elementos similares para asegurarla.
- Situar la unidad motriz en una zona libre de proyecciones de agua, hormigón, etc.
- Verificar siempre la continuidad del cable de tierra.
- Para vibradores eléctricos:
    - Mantener el cable eléctrico desenrollado y alejado del calor, charcos de agua o aceite, aristas vivas o partes móviles. Proteger el cable eléctrico cuando discurra por zonas de paso de trabajadores o vehículos. Mantener elevado el cable siempre que sea posible.
    - Antes de conectar la máquina a la toma de corriente, verificar que la tensión y frecuencia coinciden con las indicadas en su placa de características.
    - La conexión se debe realizar mediante clavijas estancas de intemperie. No realizar conexiones directas hilo-enchufe. No sobrecargar el enchufe empleando adaptadores.

- Comprobar que el punto de alimentación eléctrica dispone de interruptor diferencial, interruptor magneto térmico y base con toma de tierra. No anular nunca estos dispositivos.
- El interruptor diferencial podrá ser de baja sensibilidad (300 mA) siempre que todas las masas de la máquina estén puestas a tierra, siendo esta inferior a 80 ohmios. En caso contrario, el interruptor diferencial deberá ser de alta sensibilidad (30 mA). En caso de desconocer si la conexión a tierra es adecuada, consultar a un electricista.
- Cuando se empleen alargaderas, comprobar que son de la sección adecuada y que están provistas de hilo de tierra.

- Para vibradores neumáticos
- Emplear mangueras y conexiones del tamaño correcto, adecuadas a la presión y caudal de trabajo y con un grado de resistencia física acorde a la zona de uso.
- No utilizar presillas, alambres o similares para acoplar mangueras neumáticas

**Trabajando con la maquina:**

- Antes de poner en marcha el motor, comprobar que tanto la manguera de transmisión como la aguja vibrante están correctamente fijadas.
- En caso de tener que roscar la tuerca de sujeción de la manguera, no olvidar retirar las llaves de ajuste.
- Una vez conectado el cable, pulsar el interruptor de puesta en marcha del motor.
- Una vez puesto en marcha el motor, no mantener funcionando la aguja fuera del hormigón más de 2 minutos.
- No parar la aguja durante la operación de vibrado.
- Introducir verticalmente en el hormigón la aguja en toda su longitud.
- No forzar la aguja dentro del hormigón. Manejar la manguera de transmisión del vibrador sin estirar o dar tirones bruscos.
- Mantenerla lo más extendida posible, evitando la formación de curvas pronunciadas.
- No emplear el vibrador para arrastrar hormigón horizontalmente
- Evitar que la aguja vibrante esté funcionando en contacto con objetos sólidos durante largos periodos de tiempo.

- Mantener la aguja vibrando a una distancia mínima de 7 cm de la pared de los paneles de encofrar.
- No mojar el motor de la máquina ni manipularlo con las manos mojadas.
- Evitar usar la máquina de forma continuada por un mismo operador durante largos períodos de tiempo.
- Organizar la tarea teniendo en cuenta los elevados niveles de vibración emitidos por la máquina.
- Es recomendable establecer períodos de descanso.
- Agarrar la manguera de transmisión con la menor fuerza posible, siempre compatible con un uso seguro.
- No limitar el movimiento de la máquina durante su utilización.
- Cuando se trabaje en ambientes fríos, se recomienda utilizar guantes para mantener las manos lo más calientes posibles, ya que se reducirán los efectos de las vibraciones.
- Al finalizar el vibrado, sacar lentamente la aguja del hormigón con movimientos hacia arriba y abajo.
- Pulsar el interruptor de parada para detener el motor.
- No tocar la aguja vibrante inmediatamente después de haber finalizado el trabajo.
- Esperar un tiempo prudencial hasta que se haya enfriado
- La limpieza general de la máquina deberá llevarse a cabo con el motor parado.
- Emplear agua a baja presión evitando apuntar directamente al motor con el chorro
- Al final de la jornada, guardar la máquina en un lugar seguro donde no pueda ser usada por personal no autorizado.
- Guardar la máquina en un lugar limpio, seco y protegido de las inclemencias del tiempo.
- Para vibradores eléctricos:
    - Antes de conectar el cable eléctrico a la toma de corriente, verificar que el interruptor de puesta en marcha del motor está apagado.
    - A continuación, desconectar el cable eléctrico de la toma de corriente.
    - A continuación, desconectar la manguera de transmisión del motor.

- Para vibradores neumáticos:
    - Verificar en primer lugar que la presión de trabajo del compresor y el caudal de aire suministrado son compatibles con las especificaciones técnicas del equipo.
    - Antes de abrir la válvula de salida de aire del compresor, comprobar que la manguera neumática se encuentra correctamente acoplada al compresor y que la válvula del equipo permanece cerrada.
    - Para poner en marcha el equipo, abrir lentamente en primer lugar la válvula de salida de aire del compresor, sujetando al mismo tiempo la manguera neumática.
    - A continuación, abrir la válvula de paso de aire de la manguera del equipo
    - El cambio de aguja deberá realizarse con la válvula de salida de aire del compresor cerrada y sin presión en la manguera.
    - No doblar la manguera para cortar el aire
    - Antes de desconectar la manguera del compresor, hacer funcionar el equipo unos segundos para descargar la presión en el interior de la manguera.
    - No abandonar nunca el equipo con la manguera cargada con aire a presión
- Para vibradores con motor de combustión:
    - Sólo se podrá trabajar con la máquina en lugares cerrados (interior de naves, túneles, etc.) cuando se pueda garantizar que se mantendrá una ventilación adecuada y suficiente durante la realización del trabajo. En tal caso, deberá detenerse el motor cuando no se emplee la máquina.
    - No utilizar nunca la máquina en atmósferas potencialmente explosivas (cerca de almacenamientos de materiales inflamables como pintura, combustible, etc.).
    - Evitar que los gases de escape puedan incidir sobre cualquier trabajador.

### 7.7.3 Equipos de protección individual:

- Usar ropa de trabajo con puños ajustables. No es recomendable llevar colgantes, cadenas, ropa suelta, etc. que puedan engancharse con elementos de la máquina.
- Calzado de seguridad. Su uso es obligatorio en una obra. Deberá poseer suela antiperforante/antideslizante.

- Botas de goma. Su uso será obligatorio cuando se tenga que trabajar con los pies dentro del hormigón.
- Gafas de protección. Su uso será obligatorio al vibrar en zonas que queden próximas a la cara, ya que existen riesgos de proyección de partículas y de salpicaduras de lechada de hormigón a los ojos.
- Guantes de goma. Se usarán para evitar el contacto entre la piel y la lechada de hormigón y para reducir los efectos perjudiciales de las vibraciones.
- Casco de protección. Será obligatorio cuando exista riesgo de caída de objetos o de golpes en la cabeza.
- Protectores auditivos. Será obligatorio cuando el valor de exposición a ruido (LAeq,d) supere los 87 dB(A)

# 8 PREVENCIÓN DE RIESGOS DE TRANSMISIÓN DE ENFERMEDADES VÍA AÉREA

## 8.1 Medidas de carácter organizativo

- Implementar las medidas necesarias para minimizar el contacto entre las personas trabajadoras y entre estas últimas y los potenciales clientes o público que puedan concurrir en su lugar de trabajo. En este sentido, la disposición de los puestos de trabajo, la organización de la circulación de personas y la distribución de espacios (mobiliario, estanterías, pasillos, etc.) en el centro de trabajo debe modificarse, en la medida de lo posible, con el objetivo de garantizar el mantenimiento de la distancia de seguridad de 2 metros.
- Establecer planes de continuidad de la actividad ante un aumento de las bajas laborales del personal o en un escenario de incremento del riesgo de transmisión en el lugar de trabajo, con un proceso de participación y acuerdo con la representación legal de los trabajadores.

### 8.1.1 Medidas de protección personal

La forma óptima de prevenir la transmisión es usar una combinación de todas las medidas preventivas, no solo Equipos de Protección Individual (EPI). La aplicación de una combinación de medidas de control puede proporcionar un grado adicional de protección. Los Equipos de Protección Individual recomendados por el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo son las mascarillas, la ropa de protección y los guantes.

### 8.1.2 Trabajador especialmente sensible

El servicio sanitario del SPRL debe evaluar la presencia de personal trabajador especialmente sensible en relación a la infección de coronavirus SARS-CoV-2, establecer la naturaleza de especial sensibilidad de la persona trabajadora y emitir informe sobre las medidas de prevención, adaptación y protección. Para ello, tendrá en cuenta la existencia o inexistencia de unas

condiciones que permitan realizar el trabajo sin elevar el riesgo propio de la condición de salud de la persona trabajadora.

Con la evidencia científica disponible a fecha 8 de abril de 2020, el Ministerio de Sanidad ha definido como grupos vulnerables para COVID-19 las personas con diabetes, enfermedad cardiovascular, incluida hipertensión, enfermedad pulmonar crónica, inmunodeficiencia, cáncer en fase de tratamiento activo, embarazo y mayores de 60 años.

Para calificar a una persona como especialmente sensible para SARS-CoV-2, debe aplicarse lo indicado en el primer párrafo. Esa evaluación es la única actividad técnica que podrá servir de base para tomar las decisiones técnico-preventivas adaptadas a cada caso.

### 8.1.3 Estudio y manejo de contactos

El servicio sanitario del servicio de prevención de riesgos laborales llevará a cabo una evaluación individualizada del riesgo y de las tareas a realizar por la persona trabajadora crítica de un operador de servicios esenciales, teniendo en cuenta los factores de vulnerabilidad y especial sensibilidad de la persona trabajadora. Se considerarán contactos a los definidos como tales en el Procedimiento de actuación frente a enfermedad por SARS-CoV-2 (COVID-19). Se consideran como contacto casual el resto de las situaciones.

Respecto al manejo y clasificación de los contactos:

- Contacto casual con caso posible, probable o confirmado de COVID-19 u otra enfermedad de transmisión aérea similar. Continuará con la actividad laboral normal y se realizará vigilancia pasiva de aparición de síntomas.

- Contacto estrecho con caso posible, probable o confirmado de COVID-19 u otra enfermedad de transmisión aérea similar. Se retirará a la persona trabajadora de la actividad laboral y realizará cuarentena domiciliaria durante 14 días con vigilancia activa de los síntomas. Se valorará la realización a los 7 días de una prueba de laboratorio. En caso de que la prueba sea negativa podrá reincorporarse a la actividad profesional.

- Se extremarán las medidas de higiene personal.

# 9 PLAN DE EMERGENCIA Y PRIMEROS AUXILIOS

Todo el personal que trabaje en la obra habrá pasado un reconocimiento médico en un plazo inferior a 1 año y que será repetido anualmente o con la periodicidad que estime el servicio de vigilancia de la salud.

## 9.1 Medidas contra incendios

**En los almacenamientos de obra:**

Normalmente y por motivos de funcionalidad organización de los tajos, se suelen almacenar en recintos separados los materiales que ha de utilizarse en oficios distintos. Este principio básico es favorable a la protección contra incendios y han de separarse claramente los materiales combustibles unos de otros, y todos ellos han de evitar cualquier tipo de contacto con equipos y canalizaciones eléctricas.

**En la maquinaria:**

La maquinaria, tanto fija como móvil, accionada por energía eléctrica, ha de tener las conexiones de corriente bien realizadas, y en los emplazamientos fijos se instalará toma de tierra. Todos los desechos, virutas y desperdicios que se produzcan por el trabajo, han de ser apartados con regularidad, dejando limpios diariamente los alrededores de las máquinas.

**En el trasvase de combustible:**

Los operarios de trasvase de combustibles han de efectuarse con una buena ventilación, fuera de la influencia de chispas y fuentes de ignición Se preverá, asimismo, las consecuencias de posibles derrames durante la operación, por lo que se debe tener a mano tierra ó arena para empapar el suelo.

La prohibición de fumar ó encender cualquier tipo de llama ha de formar parte de la conducta a seguir en estos trabajos.

Cuando se trasvasan líquidos combustibles o se llenan depósitos, se pararán los motores accionados por el combustible que se está trasvasando.

Cuando se realice el trasvase de combustible desde la cisterna de abastecimiento a las diferentes máquinas se hará con puesta a tierra, colocando una pinza unida a la estructura de la cisterna y en el otro extremo una pica de puesta a tierra.

**Protección de los trabajos de soldadura:**

En los trabajos de soldadura y corte se deben proteger de la proyección de materias incandescentes los objetos que sean susceptibles de combustión y que no hayan de ser cambiados de su emplazamiento, cubriéndolos con mantas ignífugas o con lonas, a ser posible mojada.

Se dispondrá siempre de un extintor cercano en aquellas zonas donde se efectúen soldaduras

**Protección ante proyecciones durante cortes:**

En los trabajos de corte con radial o sierra circular y corte se deben proteger de la proyección de materias incandescentes los objetos que sean susceptibles de combustión y que no hayan de ser cambiados de su emplazamiento.

Se dispondrá siempre de un extintor cercano en aquellas zonas donde se efectúen cortes que puedan proyectar chispas o focos de ignición.

## 9.2 Recomendaciones en caso de accidente por contacto eléctrico con líneas en tensión.

### 9.2.1 Caída de línea.

Se debe prohibir el acceso del personal a la zona de peligro, hasta que un especialista compruebe que están sin tensión.

No se debe tocar a las personas en contacto con una línea eléctrica. En el caso de estar seguro de que se trata de una línea de baja tensión, se intentará separar a la víctima mediante elementos no conductores, sin tocarla directamente.

### 9.2.2 Accidente con máquinas.

En el caso de contacto de una línea aérea con maquinaria de excavación, transporte, etc., sobre cubiertas neumáticas deben observarse las siguientes normas:

**El conductor o maquinista:**

- Conservará la calma incluso si los neumáticos comienzan a arder.
- Permanecerá en su puesto de mando o en la cabina, debido a que allí está libre de riesgo de electrocución.
- Se intentará retirar la máquina de la línea y situarla fuera de la zona peligrosa.
- Advertirá a las personas que allí se encuentren que no deben tocar la máquina.
- No descenderá de la máquina hasta que ésta no se encuentre a una distancia segura. Si desciende antes, el conductor entra en el circuito línea aérea -máquina - suelo y está expuesto a electrocutarse.
- Si es imposible separar la máquina y, en caso de absoluta necesidad, el conductor o maquinista no descenderá utilizando los medios habituales, si no que saltará lo más lejos posible de la máquina, evitando tocar ésta.

- Descenderá de un salto, de forma que no toque el vehículo y el suelo a un tiempo. Procurará caer con los pies juntos y se alejará dando pasos cortos, sorteando sin tocar los objetos que se encuentren en la zona.

**Las personas presentes**

- Se alejarán del lugar no intentando socorrer de inmediato a los accidentados si los hubiera.
- Si el contacto con la línea persiste o se ha roto algún cable, avisarán a la Cía. eléctrica para que desconecte la línea.
- Si hay accidentados solicitarán ayuda médica y ambulancia.

**Normas generales de actuación.**

- No tocar la máquina o la línea caída a tierra.
- Permanecer inmóvil o salir de la zona a pequeños pasos, para asegurar que los valores de la tensión de paso concéntricos al punto en que la máquina o línea hace tierra pudieran dar lugar a gradientes de potencial muy peligrosos.
- Advertir a las otras personas que se encuentran fuera de la zona peligrosa de no acercarse a la máquina.

### 9.2.3 Auxilio a los accidentados

**En líneas de alta tensión**

- Únicamente cuando el contacto con la línea haya cesado.
- Si hay cables caídos cerca del accidentado, únicamente cuando la compañía eléctrica la haya desconectado.
- Aunque aparentemente la corriente haya cesado (al no apreciarse chisporroteos en los cables), volverá a aparecer al cabo de pocos minutos, puesto que automáticamente las líneas vuelven a conectarse después de un fallo.

**En líneas de baja tensión**

- Si persiste el contacto o hay cables caídos podrán socorrerse usando objetos aislantes: palos de madera, improvisando guantes aislantes mediante bolsas de plástico, etc.

## 9.3 Asistencia a los accidentados

En sitio bien visible, para conocimiento del personal, especialmente los mandos intermedios y medios, se dispondrá una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros

Médicos asignados para urgencias, así como las direcciones de ambulancias, para garantizar un rápido transporte de los posibles accidentados a los centros de asistencia.

## 9.4 Medias de emergencia

El Plan de Emergencia tiene por objeto, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 20 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, determinar las acciones y medidas necesarias que deberán adoptarse en caso de accidente o situación de emergencia, fijándose en el personal encargado de llevar a cabo las distintas actividades. Comprende la organización de los medios humanos y materiales disponibles para la prevención del riesgo de incendio o de cualquier otra emergencia equivalente, así como garantizar la evacuación y la intervención inmediata en el centro de trabajo objeto de este plan.

**En todas y cada una de las fases de obras se deberá garantizar que existe una vía de evacuación libre de obstáculos y materiales.**

### 9.4.1 Extintores (Normas de Seguridad)

Para que un extintor sea eficaz ha de observarse escrupulosamente las 3 normas fundamentales siguientes:

- El extintor debe estar bien situado y perfectamente verificado y mantenido.
- Debe de haber siempre personas que conozcan su manejo.
- Su empleo debe ser muy rápido; sólo son eficaces en los primeros conatos de incendio.

El agente extintor se elegirá en función del tipo de fuego a extinguir. Los fuegos se dividen en las clases siguientes:

- Clase "A": Fuegos en material sólidas con formación de brasas.
- Clase "B": Fuegos de líquidos ó sólidos licuables.
- Clase "C": Fuegos de gases.
- Clase "D": Fuego de metales.
- Clase "E": Fuegos en presencia de tensión eléctrica.

Generalmente el más empleado es el del polvo polivalente, si bien tiene el inconveniente de que puede deteriorar las máquinas o instalaciones muy delicadas. Para casos especiales el agente extintor se elegirá siguiendo las recomendaciones de la casa suministradora.

Los extintores sólo se podrán adquirir y recargar en las casas autorizadas y homologadas por la Empresa.

En esta obra se va a disponer de al menos 1 extintor de polvo polivalente, que se situará en la zona de trabajo, debidamente señalizado en lugar de fácil acceso y buena visibilidad.

### Normas de utilización de un extintor portátil

El usuario de un extintor de incendios para conseguir una utilización de este mínimamente eficaz, teniendo en cuenta que su duración es aproximadamente de 8 a 60 segundos según tipo y capacidad del extintor, tendría que haber sido formado previamente sobre los conocimientos básicos del fuego y de forma completa y lo más práctica posible, sobre las instrucciones de funcionamiento, los peligros de utilización y las reglas concretas de uso de cada extintor.

Como se ha visto anteriormente, en la etiqueta de cada extintor se especifica su modo de empleo y las precauciones a tomar. Pero se ha de resaltar que en el momento de la emergencia sería muy difícil asimilar todas las reglas prácticas de utilización del aparato.

Dentro de las precauciones generales se debe tener en cuenta la posible toxicidad del agente extintor o de los productos que genera en contacto con el fuego. La posibilidad de quemaduras y daños en la piel por demasiada proximidad al fuego o por reacciones químicas peligrosas.

Descargas eléctricas o proyecciones inesperadas de fluidos emergentes del extintor a través de su válvula de seguridad. También se debe considerar la posibilidad de mecanismos de accionamiento en malas condiciones de uso.

Antes de usar un extintor contra incendios portátil se recomienda realizar un cursillo práctico en el que se podría incluir las siguientes reglas generales de uso (ver fig. 6):

- Descolgar el extintor asiéndolo por la maneta o asa fija y dejarlo sobre el suelo en posición vertical.
- Asir la boquilla de la manguera del extintor y comprobar, en caso de que exista que la válvula o disco de seguridad (V) está en posición sin riesgo para el usuario. Sacar el pasador de seguridad tirando de su anilla.
- Presionar la palanca de la cabeza del extintor y en caso de que exista apretar la palanca de la boquilla realizando una pequeña descarga de comprobación.
- Dirigir el chorro a la base de las llamas con movimiento de barrido.
- En caso de incendio de líquidos proyectar superficialmente el agente extintor efectuando un barrido evitando que la propia presión de impulsión provoque derrame

del líquido incendiado. Aproximarse lentamente al fuego hasta un máximo aproxima do de un metro.

## 9.5 Consignas de seguridad

**Encargado**

En caso de accidente o alarma

- PRESTAR asistencia al herido.
- REQUERIR el transporte y ordenar el traslado del herido a un centro sanitario, si fuese necesario, previo informe del equipo de primeros auxilios.
- ACOMPAÑAR al herido al centro sanitario.
- REDACTAR un informe de las causas, proceso y consecuencias.

Si se detecta un incendio

- Recibir información y Comprobar y valorar la emergencia.
- Intentar extinguir el incendio.
- Coordinar y dirigir la lucha contra la emergencia con lo medios propios.
- Ordenar la evacuación designado la vía o vías de evacuación.
- Ordenar la desconexión de las instalaciones generales de obra.
- Solicitar ayuda externa y Asegurarse de que los bomberos han sido avisados.
- Ordenar y coordinar a todos los equipos de los trabajadores.
- Realizar un control de personal en el área de concentración.
- Salir a recibir e informar a las ayudas externas
- Colaborar en la dirección del control de emergencia.
- REDACTAR un informe de las causas, del proceso y de las consecuencias de la emergencia.

**Todo el personal de obra.**

Si se detecta un accidente

- Prestar asistencia al herido.

- Alertar al encargado.

Si se detecta un incendio

- Alertar al encargado
- Detallar el lugar, naturaleza y tamaño de Emergencia.
- Comprobar que recibe un aviso.
- Utilizar inmediatamente el extintor más cercano.

En caso de alarma

- Mantener el orden
- Atender las indicaciones del Encargado.
- No rezagarse a recoger objetos personales.
- Salir ordenadamente y sin correr de la zona de riesgo
- No hablar durante la evacuación
- Realizar la evacuación a ras de suelo en caso de presencia de humos.
- Dirigirse al lugar de concentración fijado y permanecer en él hasta recibir instrucciones. Por defecto serán las casetas de obra

## 9.6 Secuencia de actuación ante un accidente

En cualquier accidente debemos ACTIVAR EL SISTEMA DE EMERGENCIA. Para ello recordaremos la palabra P.A.S., que está formada por las iniciales de tres actuaciones secuenciales para empezar a atender al accidentado:

Los Primeros auxilios son aquellos gestos o medidas que se adoptan inicialmente con un accidentado o enfermo repentino, en el mismo lugar de los hechos, hasta que se pueda obtener una asistencia especializada.

De esta actuación dependerá la evolución de la persona.

OBJETIVOS

- Evitar la muerte.
- Impedir que se agrave la lesión.
- Aliviar el dolor.

- Evitar infecciones o lesiones secundarias.
- Ayudar o facilitar la recuperación del lesionado.

DECÁLOGO DEL SOCORRISTA

- Conocimientos básicos.
- Observar la situación antes de actuar.
- Tranquilidad y rapidez: actuación rápida pero serena, dominando la situación y evitando el pánico.
- No mover al accidentado sin saber antes lo que tiene: examinar bien al herido, sin tocarle innecesariamente.
- No hacer más que lo indispensable.
- Jamás dar de beber o comer a un accidentado.
- Abrigar al herido.
- Tranquilizar y animar al accidentado, transmitiéndole seguridad en nuestra actuación.
- Al accidentado se le deberá TRATAR, que no trasladar, CON URGENCIA.

1.- **¡ATENCIÓN!** El Socorrista también debe protegerse (guantes, protectores en el boca a boca…).

LA CONDUCTA "P A S"

1. **PROTEGER EL LUGAR DE LOS HECHOS.**

- Protección del accidentado y del socorrista.
- Es preferible alejar el peligro que movilizar al accidentado.
- Fugas de gas: cortar el gas, no encender fuego, no fumar.
- Coche: quitar contacto, aparcar bien, señalizarlo.
- Electricidad: desconectar la corriente antes de tocar al accidentado.

2. **AVISAR A LOS SERVICIOS DE SOCORRO: 112**

Informar correctamente sobre:

- Lugar exacto.
- Tipo de accidente.

- Número de heridos y situación.
- Identificarse.
- Colgar en último lugar.

**3. SOCORRER: APLICAR LOS CONOCIMIENTOS.**

- Actuar siguiendo un orden de prioridades:
- 1º Salvar la vida.
- 2º Evitar que se agraven las lesiones.
- Organizar: alejar a los curiosos, dar instrucciones.

## 9.7 Primeros auxilios

A continuación, se detallan los procedimientos de actuación en caso de emergencias médicas:

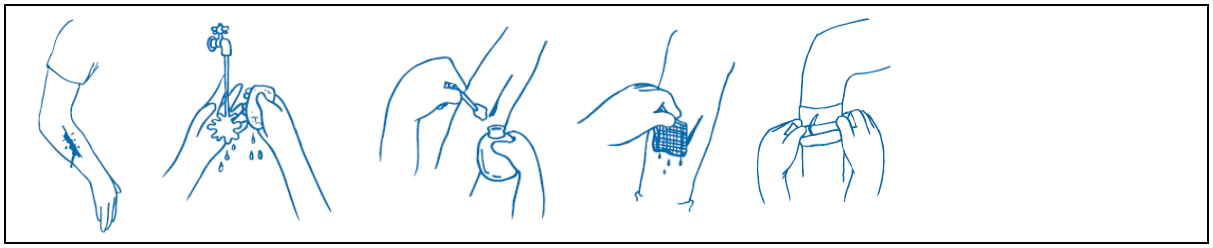
### 9.7.1 Heridas

Actuación.

- Lavarse las manos.
- Colocarse unos guantes.
- Limpiar la herida con agua y jabón.
- Secar la herida con gasa desde el centro hacia la periferia de esta
- Desinfectar la herida con un antiséptico.
- Cubrirla con gasa y esparadrapo.
- Retirar guantes y lavarse las manos.
- Advertir la vacunación antitetánica.
- Solicitar valoración sanitaria ante heridas profundas y vacunación antitetánica.

Que no Hacer

- Emplear algodón, pomadas, polvos, etc., sobre la herida.
- Manipulaciones innecesarias de la herida.
- Limpiar la herida con manos, trapos, pañuelos, etc., sucios.



### 9.7.2 Amputaciones traumáticas

Actuaciones Sobre la extremidad Afectada

- Seguir el protocolo de actuación ante heridas.
- Contemplar la posibilidad de hemorragias importantes.
- Mantener el miembro elevado.

Actuaciones sobre le miembro amputado.

- Envolver el miembro con gasas estériles.
- Introducirlo en una primera bolsa y cerrarla.
- Introducir la bolsa anterior en una segunda bolsa que contenga hielo y un poco de agua.
- TRASLADAR AL HERIDO Y EL MIEMBRO AMPUTADO DE FORMA URGENTE A UN CENTRO HOSPITALARIO.

### 9.7.3 Hemorragias

Actuación.

- Lavarse las manos.
- Colocarse los guantes.
- Detener la hemorragia:

1ª Opción: COMPRESIÓN DIRECTA DEL PUNTO SANGRANTE.

- Comprimir directamente la zona que sangra, con gasas o pañuelos limpios.
- Mantener la compresión entre 5 y 10 minutos, sin retirar nunca el apósito.
- Si sigue sangrando, añadir más gasas.
- Mantener siempre el miembro elevado.
- Sujetar las gasas con vendaje compresivo.

2ª Opción: COMPRESIÓN DE LA ARTERIA SOBRE EL HUESO SUBYACENTE.

Si a pesar de lo anterior, persiste la hemorragia, realizar compresión directa sobre la arteria correspondiente a la zona del sangrado y siempre por encima de la misma, con:

- Si la hemorragia es en el brazo: Compresión con la yema de los dedos sobre la arteria humeral.
- Si la hemorragia es en la pierna: Compresión con el talón de la mano sobre la arteria femoral.

Qué no Hacer.

- Quitar gasas empapadas.
- Se deben evitar los torniquetes.

### 9.7.4 Cuerpos Extraños.

**En los ojos**

Actuación.

- Hacer uso de lava ojos. Lavar el ojo con un chorro continuo de agua a presión durante 20 min.
- Cubrir el ojo con gasa estéril y enviar a un centro sanitario.

Qué no Hacer.

- Frotar el ojo.
- Usar objetos punzantes para extraer el cuerpo extraño.
- Realizar manipulaciones innecesarias.
- Manipular el ojo para extraer un cuerpo extraño que está clavado en el globo ocular.



**En la nariz y los oídos**

No tocarlos y acudir a un centro sanitario.

### 9.7.5 Epítasis

Consiste en una hemorragia por la nariz.

Actuación.

- Colocarse unos guantes.
- Efectuar presión directa con dos dedos sobre la ventana nasal sangrante y contra el tabique nasal, manteniendo dicha presión durante 5 minutos (de reloj) y siempre con la cabeza inclinada hacia delante.
- Pasados los 5 minutos, se aliviará la presión para comprobar que la hemorragia ha cesado. De no ser así, se introducirá una gasa impregnada con un poco de agua oxigenada por la fosa nasal sangrante.
- Si a pesar de toda la hemorragia no cesa, acudir a un centro sanitario, sin quitar la torunda de gasa.
- No sonarse la nariz.

### 9.7.6 Quemaduras

**Quemaduras Térmicas por Calor o llama**

Actuación.

- Lavarse las manos.
- Retirar relojes, pulseras, anillos, etc.
- Exponer la zona quemada bajo el chorro de agua fría durante 10 minutos (de reloj).
- Cubrir la zona con gasas estériles, a ser posible empapadas con suero fisiológico o agua.
- Elevar la zona afectada.
- En grandes quemados, cubrirlos con mantas.
- Acudir a un centro sanitario.

Qué no Hacer.

- Aplicar pomadas.
- Aplicar remedios caseros.
- Utilizar hielo o agua helada.
- Romper ampollas.

- Utilizar antisépticos con colorantes.
- Correr en caso de que el cuerpo esté en llamas.
- Arrancar la ropa pegada al cuerpo por la quemadura.

**Quemaduras Químicas (por productos químicos)**

Actuación.

- Lavar abundantemente con agua (ducha de cuerpo entero, ducha lavaojos, grifo de lavabo, etc. según cada caso), al menos durante 20 o 30 minutos.
- En caso de quemaduras con betún no retirar la capa de betún puesto que crea una capa antiséptica sobre la piel evitando infecciones. No retira la ropa si esta está pegada al cuerpo.
- Acudir a un centro sanitario.

### 9.7.7 Congelaciones

- Calentamiento moderado con agua de la zona afectada.
- Aflojar ropas.
- No frotar la zona con nada.
- Acudir a un centro sanitario.

### 9.7.8 Insolaciones

- Apartar a la víctima de la fuente de calor, situándolo en una habitación o lugar fresco y con poca luz.
- Aflojar ropas.
- Aplicar compresas de agua fría.
- Si está consciente, dar de beber líquidos frescos.
- Consultar con los servicios sanitarios.

### 9.7.9 Accidentes por electricidad

- Cortar la corriente eléctrica.
- Aislarse al rescatar al herido:
- Apartarlo de la corriente eléctrica con ayuda de una pértiga de material aislante (por ejemplo el palo de madera de una escoba).

- Subirse sobre algo aislante (silla de madera, caja de plástico de refrescos, etc.) para rescatar al accidentado.
- Avisar a los servicios sanitarios.
- Socorrer:
    - Reanimación cardiopulmonar si fuera necesario, en lugar seguro, de forma ININTERRUMPIDA Y DURADERA.
    - Al valorar al herido, tener en cuenta que puede sufrir otras posibles lesiones y actuar en consecuencia.

### 9.7.10 Lipotimia

- Déficit transitorio del riego sanguíneo cerebral.
- Síntomas: mareo, sudoración, pesadez, debilidad en piernas y pérdida de conocimiento de forma breve.

Actuación:

Ante los primeros síntomas

- Sentarlo con la cabeza entre los muslos o tumbado con los miembros inferiores elevados.
- Aflojarle la ropa.
- Airear el lugar y evitar curiosos.

Ante pérdida de conocimiento

- P.A.S.
- Tumbarlo con los miembros inferiores elevados.
- Colocarlo en posición lateral de seguridad (PLS).
- Proteger tanto del frío como del calor.
- Vigilar constantemente al herido: respiración, pulso.
- Avisar a los servicios sanitarios.

Qué no Hacer.

- Dar de beber o comer al herido.

### 9.7.11 Convulsiones

Actuación.

- P.A.S.
- Dejar que la crisis siga su curso.
- Apartar objetos peligrosos
- Proteger la cabeza.
- Aflojar ropa.
- Si tiene la boca abierta, intentar colocarle algo blando entre sus dientes, para evitar que se muerda la lengua, por ejemplo, un pañuelo, evitando a la vez introducir nuestros dedos en su boca.
- Tras la convulsión, colocarle en Posición Lateral de Seguridad.

Qué no Hacer.

- Sujetar a la víctima.
- Taponar la boca.
- Si tiene la boca cerrada, intentar colocarle un objeto entre sus dientes.

### 9.7.12 Obstrucción de las vías Aéreas

**Obstrucción Incompleta o parcial**

La víctima puede hablar, toser y respirar, pero con dificultad.

Actuación.

- Invitarle a toser fuerte.

Qué no Hacer.

- Dar palmadas en la espalda.

**Obstrucción Completa**

- La víctima no puede toser, hablar ni respirar.
- Se caracteriza porque la víctima se lleva las " manos al cuello".

Actuación: MANIOBRA DE HEIMLICH.

A. ADULTOS CONSCIENTES:

- Nos colocamos detrás de la persona rodeándole con nuestros brazos de atrás a delante y cogiéndonos nuestras manos, sin entrelazar los dedos (a modo de puño), las situamos a la altura de la boca de su estómago y hacemos un movimiento firme de compresión hacia atrás y arriba, para conseguir que expulse el cuerpo extraño.
- Esta maniobra puede realizarse tanto de pie como sentado.

B. ADULTOS INCONSCIENTES

- Tumbar a la persona boca arriba, ladeándole la cabeza.
- Nos colocamos a horcajadas sobre él y apoyando una mano sobre la otra, en la línea media situada entre el ombligo y la boca del estómago, presionaremos hacia dentro y hacia arriba, hasta conseguir extraer el cuerpo extraño.

C. OBESOS Y EMBARAZADAS

- La maniobra es la misma, pero teniendo en cuenta que el punto de comprensión es un poco por encima del que se ha reflejado anteriormente (aproximadamente en el punto donde se efectúa el masaje cardíaco).

### 9.7.13 Contusiones, Esguinces y Luxaciones

Actuación.

- Aplicar frío local (hielo o paños de agua fría).
- Inmovilizar la zona afectada:
- Vendaje o cabestrillo, dependiendo de la zona a inmovilizar.
- Mantener en reposo y elevada la extremidad afectada.

Qué no Hacer.

- Movilizar la zona o articulación dañada.
- Intentar corregir la deformidad.
- Aplicar pomadas o analgésicos.

### 9.7.14 Fracturas (Rotura de huesos)

**Clasificación**

- Cerradas: No rotura de la piel.
- Abiertas: Rotura de la piel.

Actuación

- PAS
- Inmovilizar la fractura antes de mover.
- Inmovilización: en la misma posición que la encontramos.
- Inmovilizar hueso afectado y las articulaciones cercanas por encima y debajo de la fractura.
- Inmovilización con férulas:
- Quitar los anillos, relojes, etc.
- Improvisar dos férulas (cartón, tabla, …) colocando una a cada lado del miembro afectado.
- Sujetar las férulas con cintas o vendas a varios niveles, de manera firme, pero sin apretar.
- No sujetar en el lugar de la lesión.
- Rellenar los huecos existentes entre la férula y la extremidad, con materiales blandos (gasas, …).
- Fractura abierta: cubrir con apósito la herida y luego inmovilizar.
- Especial cuidado con fracturas cráneo y columna vertebral: No mover.

Que no hacer

- Realizar movimientos innecesarios.

### 9.7.15 Fracturas de consideración importante

A. FRACTURAS DE CRÁNEO

- Se sospechará ante la observación de hemorragia nasal u ótica o salida de líquido transparente (líquido cefalorraquídeo).

B. FRACTURAS DE COLUMNA VERTEBRAL

- Se sospechará si la persona no puede mover alguna extremidad.

Actuaciones en ambas situaciones

- No tocar al accidentado, indicando a la persona que debe permanecer inmóvil.
- Avisar a los servicios sanitarios, para ser trasladado en condiciones adecuadas.
- Permanecer a su lado, controlando consciencia, respiración y pulso.

### 9.7.16 Actuación ante intoxicación

**Ingestión**

- Ante la sospecha de intoxicación es de vital importancia conocer el producto causante.
- Llamar al Instituto Nacional de Toxicología: 91.562.04.02.
- No provocar el vómito en caso de cáusticos.
- Trasladarle a un hospital.
- En casos excepcionales: administrar agua albuminosa (seis claras de huevo disuelto en un litro de agua). Dar a cucharadas, como máximo 1/2 litro.

**Salpicaduras**

- Retirar toda la ropa y joyas.
- Lavado exhaustivo con agua.

**Salpicadura en ojo**

- Lavado con agua, al menos 20 minutos, del ojo afectado.

### 9.7.17 Intoxicación por inhalación

Protegerse/Avisar

- Evitar actuar solo.
- Mascarillas.
- Equipos autónomos.
- Trapo húmedo, sujetarse con una cuerda…
- Valorar la causa de intoxicación. Gases pesados y no pesados.

Socorrer

- Retirar al accidentado del ambiente tóxico.
- Administrar oxígeno.
- Trasladar a un centro hospitalario.

### 9.7.18 Actuación ante derrames accidentales

- Se dispondrá en obra de la “Ficha de datos de Seguridad” del combustible/productos químicos almacenados.

- La descarga se realizará, cuando sea posible, sobre la zona hormigonada. Asimismo, esta operación será supervisada por el encargado de obra / instalaciones.
- Disponer de un bidón en el furgón para la recogida de los absorbentes que se puedan utilizar ante un derrame o vertido de producto químico.
- Durante la operación de descarga de combustible se tomarán las siguientes precauciones:
    - El Encargado de Obra / Instalación estará presente en esta operación.
    - Verificar que el área permanezca libre de personas y vehículos ajenos a esta actividad
    - Disponer de un extintor durante la realización de esta operación.
    - Si es preciso se señalizará esta operación.
    - En todo momento, se seguirán las instrucciones del proveedor.
- Mantenimiento adecuado del parque de maquinara. No realización del mantenimiento de la maquinaria en obra.

Se actuará del siguiente modo en caso de derrame accidental, se dispondrá en obra de las fichas de emergencia ambiental:

| | | |
|---|---|---|
| 01 | ▪ Dar la voz de alarma. | Persona que detecta el accidente |
| 02 | ▪ Conservar la calma.<br>▪ Colaborar con el personal designado siguiendo en todo momento sus indicaciones. | Todo el personal |
| 03 | ▪ Si el derrame se produce en operaciones de descarga, se cerrará la válvula de emergencia de cierre rápido y se corregirá el fallo o se suspenderá de inmediato la operación de descarga.<br>▪ Actuación frente a derrames:<br>▪ Colocar diques de contención en la zona de derrame y taponar las salidas próximas si existiesen<br>▪ Sobre suelo asfaltado: recogida con absorbentes (si es aplicable) y gestión como residuo peligroso (ITM-02: “Gestión de Residuos”).<br>▪ Sobre suelo desnudo: recogida de la tierra contaminada y gestión como residuo peligroso (ITM-02: “Gestión de Residuos”).<br>▪ Sobre el agua: recogida con absorbentes específicos para su uso en agua o recogida del agua contaminada con una bomba. Posterior gestión como residuo peligroso (ITM-02: “Gestión de Residuos”).<br>▪ En caso de que no sea posible el control del derrame por medios propios, comunicarse inmediatamente con las organizaciones relacionadas en el apartado | Resp. designado:<br>1º: Encargado |

| | | |
|---|---|---|
| | "EN CASO DE ACCIDENTE MEDIOAMBIENTAL, AVISAR A", para que estos asuman las tareas de control del derrame. | |
| 04 | Comunicación al Ayuntamiento o a la Confederación Hidrográfica del vertido de combustible / producto peligroso a la red de saneamiento o a un río, respectivamente (los teléfonos se recogen en el apartado "EN CASO DE ACCIDENTE MEDIOAMBIENTAL, AVISAR A"). | 29 / Jefe de Producción |

# 10 INSTALACIONES PROVISIONALES DE SALUBRIDAD

## 10.1 Locales de obra

Antes de iniciar la obra se instalará:

| | |
|---|---|
| CASETA/ESPACIO COMEDOR ($2m^2$ y $1m^3$/trabajador | Con mesa, sillas y calienta comidas. |
| CASETA/ESPACIO VESTUARIOS ($2m^2$/trabajador) | Con taquillas, bancos, perchas y un botiquín de primeros auxilios. |
| CASETA/ESPACIO ASEOS ($2m^2$/trabajador) | Con Inodoro, ducha, lavabo, espejo, calentador de agua, jabón, papel higiénico... |
| Inodoros (1Ud./25Trabajadores) | 4 |
| Duchas (1Ud./10Trabajadores) | 8 |
| Lavabos (1Ud./10Trabajadores) | 8 |
| Espejos (1Ud./25Trabajadores) | 44 |
| SITUACIÓN | Se situarán en un lugar cercano a la zona de trabajos, el inodoro será un baño químico que se ubicará en la zona cercana a la ejecución de los trabajos, trasladándose según avancen los tajos. |

Como algunas veces no coincide la planificación de obra con la realidad, se dispondrá de un listado de las asistencias diarias de los trabajadores, mediante el cual se dimensionarán los locales sanitarios y comunes.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CASETA/LUGAR DE ASEO:**

En aquellos trabajos sucios o tóxicos se facilitará a los trabajadores los medios de limpieza y asepsia necesarios

Los retretes, con descarga automática de agua corriente y papel higiénico; si el retrete está comunicado con los lugares de trabajo, deberá estar cerrado completamente y tener

ventilación al exterior, natural o forzada. No tendrá comunicación directa con los vestuarios.

Las puertas y ventanas impedirán totalmente la visibilidad desde el exterior y estarán provistas de cierre interior.

Los inodoros y urinarios se instalarán y conservarán en las adecuadas condiciones de desinfección, desodorización y supresión de emanaciones. Se evitará que las aguas residuales estén cerca de las fuentes de suministro de agua de consumo, alejándolas todo lo posible, evitándose así la contaminación por porosidad o por contacto.; esta agua se acometerá directamente a la red de alcantarillado existente en la zona.

Los aseos estarán dotados de toallas individuales o bien dispondrán de secadores de aire caliente, toallas automáticas o toallas de papel y, en este último caso, recipientes adecuados para depositar las usadas. Se instalará un espejo de 40 cm x 50 cm. como mínimo y dos jaboneras. Los lavabos tendrán agua caliente y fría. Serán barridos y fregados diariamente con agua y productos desinfectantes y antisépticos. Una vez a la semana se realizará limpieza general de todas las instalaciones.

Los vestuarios dispondrán de asientos e instalaciones que permitan poner a secar, si fuera necesario, la ropa de trabajo de cada operario.

Estas estancias estarán dotadas de luz eléctrica y calefacción.

**CARACTERÍSTICAS DE LA CASETA/LUGAR DE COMEDOR:**

Por otra parte, los trabajadores deberán disponer de agua potable, cuestión que se indicará mediante carteles, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo. El comedor dispondrá de una mesa con dos bancos de madera, un calienta comidas y un depósito con cierre para el vertido de desperdicios. Su altura mínima de suelo a techo será de 2,60 m. Dispondrán de agua potable para la limpieza de vajillas y utensilios y fregadero con agua corriente. Se mantendrán en buen estado de limpieza, quedando prohibido el almacenaje de víveres durante más de 24 horas

En el vestuario se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente o lesión. El botiquín deberá situarse en lugar bien visible de la obra y convenientemente señalizado.

Se hará cargo del botiquín, por designación del empresario, la persona más capacitada, que deberá haber seguido con aprovechamiento cursos de primeros auxilios y socorrismo, la cual también se encargará del mantenimiento y reposición del contenido del botiquín, en orden al consumo y caducidad de los medicamentos.

El botiquín tendrá cierre hermético y contará con compartimentos o cajones debidamente señalizados en función de sus indicaciones; en cada uno de los compartimentos serán colocados de forma diferenciada los medicamentos que tienen una acción determinada sobre los componentes de cada aparato orgánico o acción terapéutica común.

# 11 PRESUPUESTO

La presupuestación del estudio de Seguridad y Salud se encuentra basado en ejecución material y se realiza en base a los conceptos indicados en puntos anteriores.

## 11.1 Prevención y formación

| Nº DE ORDEN | DESCRIPCIÓN | HORAS*HOMBRES /MES | PRECIO UNIDAD | DURACIÓN ESTIMADA (meses) | COSTE (€) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Asistencia técnica, inspecciones, informes... | 80 | 9,78 € | 6 | 4.695,03 € |
| 2 | Reuniones | 6 | 62,61 € | 6 | 2.253,99 € |
| 3 | Formación | 2 | 107,61 € | 6 | 1.291,38 € |
| **TOTAL** | | | | | **8.240,40 €** |

## 11.2 Servicio médico

| Nº DE ORDEN | DESCRIPCIÓN | Nº OPERARIOS | PRECIO UNIDAD | DURACIÓN ESTIMADA (año/fracción) | COSTE (€) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Reconocimiento médico | 80 | 20,38 € | 0,5 | 815,01 € |
| **TOTAL** | | | | | **815,01 €** |

## 11.3 Protecciones colectivas

| Nº DE ORDEN | DESCRIPCIÓN | DOTACIÓN ANUAL OPERARIO | PRECIO UNIDAD | Nº PREVISTO (total o de operarios) | DURACIÓN ESTIMADA (año/fracción) | COSTE (€) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Cerramientos/Vallas de obra | - | 1.480,69 € | 50 | 0,5 | 37.017,34 € |
| 2 | Barandillas | - | 9,27 € | 80 | 0,5 | 370,82 € |
| 3 | Señalización zona de trabajo | - | 3,97 € | 80 | 0,5 | 158,87 € |
| 4 | Cintas de balizamiento | 2 | 2,87 € | 80 | 0,5 | 229,60 € |
| 5 | Vallas metálicas | 1 | 6,62 € | 80 | 0,5 | 264,90 € |
| 6 | Chapa protección huecos | - | 9,93 € | 80 | 0,5 | 397,35 € |
| 7 | Protección ferralla (setas plástico) | 30 | 0,06 € | 80 | 0,5 | 67,53 € |
| 8 | Extintores portátiles | - | 44,15 € | 20 | 0,5 | 441,45 € |
| 9 | Líneas de vida | 1 | 33,11 € | 80 | 0,5 | 1.324,39 € |
| **TOTAL** | | | | | | **40.272,25 €** |

## 11.4 Protecciones individuales

| Nº DE ORDEN | DESCRIPCIÓN | DOTACIÓN ANUAL OPERARIO | PRECIO UNIDAD | Nº OPERARIOS PREVISTOS | DURACIÓN ESTIMADA (año/fracción) | COSTE (€) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Casco seguridad | 1 | 1,76 € | 80 | 0,5 | 70,37 € |
| 2 | Gafas contra impactos | 1 | 7,70 € | 80 | 0,5 | 307,88 € |
| 3 | Gafas ambientes pulvígenos | 1 | 7,70 € | 80 | 0,5 | 307,88 € |
| 4 | Gafas soldadura autógena | 1 | 7,70 € | 80 | 0,5 | 307,88 € |
| 5 | Guantes de trabajo | 12 | 1,65 € | 80 | 0,5 | 791,32 € |
| 6 | Guantes de goma | 4 | 1,65 € | 80 | 0,5 | 263,77 € |
| 7 | Guantes aislantes | 1 | 13,74 € | 80 | 0,5 | 549,68 € |
| 8 | Pantalla arco eléctrico | 1 | 6,83 € | 80 | 0,5 | 273,36 € |
| 9 | Mascarillas ambientes pulvígenos | 12 | 0,83 € | 80 | 0,5 | 396,55 € |
| 10 | Protecciones auditivas | 4 | 2,75 € | 80 | 0,5 | 439,62 € |
| 11 | Manguitos soldador | 1 | 13,74 € | 80 | 0,5 | 549,68 € |
| 12 | Mandil soldador | 1 | 8,25 € | 80 | 0,5 | 329,86 € |
| 13 | Polainas soldador | 1 | 5,50 € | 80 | 0,5 | 219,96 € |
| 14 | Cinturón banda ancha cuero | 1 | 6,05 € | 80 | 0,5 | 241,94 € |
| 15 | Arnés seguridad | 1 | 13,19 € | 80 | 0,5 | 527,69 € |
| 16 | Dispositivos anticaidas | 1 | 37,11 € | 80 | 0,5 | 1.484,24 € |
| 17 | Botas de seguridad | 1 | 12,37 € | 80 | 0,5 | 494,80 € |
| 18 | Botas de goma | 1 | 8,80 € | 80 | 0,5 | 351,85 € |
| 19 | Traje impermeable | 1 | 13,74 € | 80 | 0,5 | 549,68 € |
| 20 | Chaleco reflectante | 1 | 8,25 € | 80 | 0,5 | 329,86 € |
| **TOTAL** | | | | | | **8.787,87 €** |

## 11.5 Instalaciones de higiene y primeros auxilios

| Nº DE ORDEN | DESCRIPCIÓN | Nº UNIDADES | PRECIO UNIDAD | DURACIÓN ESTIMADA (meses) | COSTE (€) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Mes alquiler caseta prefabricada oficina | 2 | 240,30 € | 6 | 2.883,61 € |
| 2 | Mes alquiler caseta prefabricada aseos y vestuarios | 5 | 212,03 € | 6 | 6.360,85 € |
| 3 | Botiquín sanitario obra | 5 | 18,86 € | - | 94,32 € |
| **TOTAL** | | | | | **9.338,78 €** |

## 11.6 Resumen del estudio de seguridad y salud

| | |
|---|---|
| Prevención y formación | 8.240,40 € |
| Servicio médico | 815,01 € |
| Protecciones colectivas | 40.272,25 € |
| Protecciones individuales | 8.787,87 € |
| Instalaciones de higiene y primeros auxilios | 9.338,78 € |
| **TOTAL** | **67.454,31 €** |

Asciende el presente presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud a la referida cantidad de: **SESENTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y CUATRO EUROS CON TREINTA Y UNO CENTIMOS DE EURO.**

# 12 PLIEGO DE CONDICIONES DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

## 12.1 CONDICIONES FACULTATIVAS

### 12.1.1 Agentes intervinientes

Son agentes todas las personas, físicas o jurídicas, que intervienen en el proceso de la edificación. Sus obligaciones vendrán determinadas por lo dispuesto en esta Ley y demás disposiciones que sean de aplicación y por el contrato que origina su intervención con especial referencia a la L.O.E. y el R.D.1627/97.

#### *12.1.1.1 Promotor*

Será considerado promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Cuando el promotor realice directamente con medios humanos y materiales propios la totalidad o determinadas partes de la obra, tendrá también la consideración de contratista a los efectos de la Ley 32/2006

A los efectos del RD 1627/97 cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista excepto en los casos estipulados en dicho Real Decreto.

Es el promotor quien ha de contratar a los técnicos coordinadores en Seguridad y Salud tanto en proyecto como en ejecución. Para ello se firmará contrato con los técnicos que defina la duración del mismo, dedicación del coordinador, sistemas de contratación previstos por el promotor y sus limitaciones, forma de pago, motivos de rescisión, sistemas de prórroga y de comunicación entre coordinador y promotor.

Velará por que el/los contratista/s presentan ante la autoridad laboral la comunicación de apertura del centro de trabajo y sus posibles actualizaciones.

#### *12.1.1.2 Coordinador de seguridad y salud en ejecución*

Coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra es el técnico competente integrado en la dirección facultativa, designado por el promotor para llevar a cabo las siguientes tareas:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad.

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva.
- Realizar el informe para la aprobación del Estudio de Seguridad y salud elaborado por el contratista, por parte del promotor.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.
- Asegurarse de que las empresas subcontratistas han sido informadas del Estudio de Seguridad y Salud y están en condiciones de cumplirlo.

El Coordinador en materia de seguridad podrá paralizar los tajos o la totalidad de la obra, en su caso, cuando observase el incumplimiento de las medidas de seguridad y salud establecidas, dejándolo por escrito en el libro de incidencias. Además, se deberá comunicar la paralización al Contratista, Subcontratistas afectados, Inspección de Trabajo y Seguridad Social correspondiente y representantes de los trabajadores.

#### *12.1.1.3 Dirección facultativa*

Dirección facultativa: el técnico o técnicos competentes designados por el promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Asumirá las funciones del Coordinador de Seguridad y Salud en el caso de que no sea necesaria su contratación dadas las características de la obra y lo dispuesto en el R.D. 1627/97.

#### *12.1.1.4 Contratistas y subcontratistas*

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

Cuando el promotor realice directamente con medios humanos y materiales propios la totalidad o determinadas partes de la obra, tendrá también la consideración de contratista a los efectos de la Ley 32/2006

A los efectos del RD 1627/97 cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista excepto en los casos estipulados en dicho Real Decreto.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista u otro subcontratista comitente el compromiso de realizar determinadas partes o unidades de obra.

Son responsabilidades del Contratistas y Subcontratistas:

- La entrega al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra de documentación clara y suficiente en que se determine: la estructura organizativa de la empresa, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos de los que se dispone para la realización de la acción preventiva de riesgos en la empresa.
- Redactar el Estudio de Seguridad y Salud
- Los Contratistas han de presentar ante la autoridad laboral la comunicación de apertura del centro de trabajo y sus posibles actualizaciones.
- Aplicar los principios de la acción preventiva según Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Estudio de Seguridad y salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra. Vigilarán el cumplimiento de estas medidas por parte de los trabajadores autónomos en el caso que estos realicen obras o servicios correspondientes a la propia actividad de la empresa contratista y se desarrollen en sus centros de trabajos.
- Informar por escrito al resto de empresas concurrentes en la obra y al coordinador de seguridad y salud en la obra de los riesgos específicos que puedan afectar a otros trabajadores de la obra según lo dispuesto en el Real Decreto 171/2004.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.

- Los Contratistas y Subcontratistas son los responsables de que las ejecuciones de las medidas preventivas correspondan con las fijadas en el Estudio de Seguridad y Salud.
- Designar los recursos preventivos asignando uno o varios trabajadores o en su caso uno o varios miembros del servicio de prevención propio o ajeno de la empresa. Así mismo ha de garantizar la presencia de dichos recursos en la obra en los casos especificados en la Ley 54/2003 y dichos recursos contarán con capacidad suficiente y dispondrán de medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas. El Estudio de Seguridad y salud identificará los recursos con declaración de formación y funciones.
- Vigilar el cumplimiento de la Ley 32/2006 por las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos con que contraten; en particular, en lo que se refiere a las obligaciones de acreditación e inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas, contar con el porcentaje de trabajadores contratados con carácter indefinido aspectos regulados en el artículo 4 de dicha Ley y al régimen de la subcontratación que se regula en el artículo 5.
- Informar a los representantes de los trabajadores de las empresas que intervengan en la ejecución de la obra de las contrataciones y subcontrataciones que se hagan en la misma.
- Garantizar la formación adecuada a todos los trabajadores de nivel productivo, de acuerdo con lo que dispone el artículo 19 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales y lo dispuesto en los convenios colectivos de aplicación en los que se establezcan programas formativos y contenidos específicos necesarios en materia de PRL.

#### *12.1.1.5 Trabajadores autónomos*

Trabajador autónomo: la persona física distinta del contratista y del subcontratista, que realiza de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo, y que asume contractualmente ante el promotor, el contratista o el subcontratista el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra. Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de contratista o subcontratista a los efectos de la Ley 32/2006 y del RD 1627/97.

Los trabajadores autónomos estarán obligados a:

- Aplicar los principios de la acción preventiva según la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

- Cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud.
- Cumplir las obligaciones en materia de prevención de riesgos que establece para los trabajadores la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ajustar su actuación en la obra conforme a los deberes de coordinación de actividades empresariales.
- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.
- Informar por escrito al resto de empresas concurrentes en la obra y al coordinador de seguridad y salud en la obra de los riesgos específicos que puedan afectar a otros trabajadores de la obra según lo dispuesto en el Real Decreto 171/2004.
- Deberán cumplir lo establecido en el Estudio de Seguridad y salud.

#### *12.1.1.6 Trabajadores por cuenta ajena*

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La consulta y participación de los trabajadores o sus representantes se realizarán, de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Una copia del Estudio de Seguridad y salud y de sus posibles modificaciones será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

Velarán por su propia seguridad y salud y la de las personas que se puedan ver afectadas por su trabajo. Usarán adecuadamente, de acuerdo con su naturaleza y los riesgos previsibles, las máquinas, aparatos, herramientas, sustancias peligrosas, equipos de transporte y, en general, cualesquiera otros medios con los que desarrollen su actividad. Utilizarán correctamente los medios y equipos de protección facilitados por el empresario. No pondrán fuera de funcionamiento y utilizarán correctamente los dispositivos de

seguridad existentes o que se instalen en los medios relacionados con su actividad o en los lugares de trabajo en los que ésta tenga lugar. Informarán de inmediato a su superior jerárquico directo, y a los trabajadores designados para realizar actividades de protección y de prevención o, en su caso, al servicio de prevención, acerca de cualquier situación que, a su juicio, entrañe, por motivos razonables, un riesgo para la seguridad y la salud de los trabajadores. Contribuirán al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la autoridad competente con el fin de proteger la seguridad y la salud de los trabajadores en el trabajo.

El incumplimiento de las medidas de seguridad tendrá la consideración incumplimiento laboral según el Estatuto de los Trabajadores.

#### *12.1.1.7 Fabricantes y suministradores de equipos de protección y materiales de construcción*

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo están obligados a asegurar que éstos no constituyan una fuente de peligro para el trabajador, siempre que sean instalados y utilizados en las condiciones, forma y para los fines recomendados por ellos.

Los fabricadores, importadores y suministradores de productos y sustancias químicas de utilización en el trabajo están obligados a envasar y etiquetar los mismos de forma que se permita su conservación y manipulación en condiciones de seguridad y se identifique claramente su contenido y los riesgos para la seguridad o la salud de los trabajadores que su almacenamiento o utilización comporten.

Deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal, como su manipulación o empleo inadecuado.

Los fabricantes, importadores y suministradores de elementos para la protección de los trabajadores están obligados a asegurar la efectividad de estos, siempre que sean instalados y usados en las condiciones y de la forma recomendada por ellos. A tal efecto, deberán suministrar la información que indique el tipo de riesgo al que van dirigidos, el nivel de protección frente al mismo y la forma correcta de su uso y mantenimiento.

Los fabricantes, importadores y suministradores deberán proporcionar a los empresarios la información necesaria para que la utilización y manipulación de la maquinaria, equipos, productos, materias primas y útiles de trabajo se produzca sin riesgos para la seguridad y la salud de los trabajadores.

#### *12.1.1.8 Formación en prevención, seguridad y salud*

La formación de los trabajadores de nivel productivo, de acuerdo con lo que dispone el artículo 19 de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales, tiene que ser teórica y práctica, suficiente y adecuada en materia preventiva, debe estar centrada específicamente en el puesto de trabajo o función de cada trabajador/a, tiene que adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros riesgos nuevos y repetirse periódicamente si fuera necesario.

Las empresas acogidas a convenios colectivos en los que se establezcan programas formativos y contenidos específicos necesarios en materia de PRL para los trabajos de cada especialidad deberán acreditar que los recursos humanos que intervengan en obras, han recibido la formación mínima exigida en el convenio colectivo aplicable, de acuerdo con los programas formativos y contenidos específicos para los trabajos de cada especialidad, sin perjuicio de la obligación legal del empresario de garantizar la formación de cada trabajador conforme a lo dispuesto en el artículo 19 de la LPRL. Esta formación estará acreditada por la Tarjeta Profesional de la Construcción u otro documento o certificado comparable.

Los trabajadores cedidos por las empresas de trabajo temporal deberán poseer la formación teórica y práctica en materia de prevención de riesgos laborales necesaria para el puesto de trabajo a desempeñar, teniendo en cuenta su cualificación y experiencia profesional y los riesgos a los que vaya a estar expuesto.

#### *12.1.1.9 Reconocimientos médicos*

El empresario garantizará a los trabajadores la vigilancia de su estado de salud en función de los riesgos inherentes al trabajo.

Esta vigilancia será voluntaria excepto cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de salud del trabajador puede constituir un peligro para él mismo o para otras personas, o cuando así esté establecido por la ley.

La empresa no podrá tener trabajadores en puestos para los que haya sido calificado como no apto en los reconocimientos médicos.

#### *12.1.1.10 Salud e higiene en el trabajo primeros auxilios*

El empresario deberá tomar las medidas necesarias para garantizar que puedan prestarse los primeros auxilios y la evacuación del accidentado en caso de que sea necesario. Designará al personal encargado de poner en práctica estas medidas.

En los lugares en que las condiciones de trabajo lo requieran habrá material de primeros auxilios, correctamente señalizado y de fácil acceso. En una señalización claramente visible aparecerá la dirección y el teléfono del servicio local de urgencia.

El botiquín contendrá como mínimo agua oxigenada, alcohol 96º, tintura de iodo, amoniaco, gasas estériles, algodón hidrófilo estéril, esparadrapo, torniquete, bolsa para agua o hielo, guantes esterilizados, termómetro clínico, tiritas, antiespasmódicos, analgésicos, tónicos cardiacos de urgencia, vendas y jeringuillas desechables.

**Actuación en caso de Accidente**

En caso de accidente solo se tomarán las medidas indispensables hasta que llegue la asistencia médica o sea trasladado con rapidez y sin riesgo. Solo se moverá al accidentado en caso de que sea indispensable para su seguridad, se comprobarán sus signos vitales (consciencia, respiración y circulación sanguínea), no se le darán medicamentos ni agua, se presionarán las hemorragias con una gasa, poniendo encima las necesarias sin retirar la primera, se le tapará con una manta y se intentará tranquilizarlo.

El empresario notificará por escrito a la autoridad laboral el accidente producido, conforme al procedimiento que se determine reglamentariamente.

El empresario llevará a cabo una investigación para detectar las causas del accidente y deberá elaborar y conservar a disposición de la autoridad laboral la relación de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales que hayan causado al trabajador una incapacidad laboral superior a un día de trabajo. Deberá cumplimentar mensualmente la relación de accidentes de trabajo que no hayan causado baja médica.

En aplicación del estudio de seguridad y salud cada contratista interviniente en la obra elaborará un Estudio de Seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra, de las características y conocimientos de los trabajadores que vayan a desempeñar los distintos trabajos y de los medios propios o ajenos a utilizar en el desarrollo de los trabajos. Constará de memoria descriptiva, pliego de condiciones, planos, mediciones y presupuesto. En su caso, se incluirán las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar la disminución de los niveles de protección previstos en el estudio o estudio básico, ni del importe total.

En cumplimiento de la Ley 31/1995 y la Ley 54/2003, el contratista preverá y asignará los medios materiales y humanos necesarios para llevar a cabo la actividad preventiva en la obra, y asignará los recursos preventivos que han de tener presencia en el centro de trabajo, que han de controlar la correcta aplicación de los métodos de trabajo y la aplicación de la actividad preventiva. Las personas asignadas por el contratista para cumplir la citada función preventiva han de permanecer en el centro de trabajo, ser suficientes en número, tener capacidad y experiencia suficiente y contar con formación preventiva y disponer de los medios y autoridad necesaria para ejercer la prevención. Este personal vigilará el cumplimiento de las medidas incluidas en el P.S.S. y comprobará la eficacia de estas. Asimismo, facilitará por escrito al coordinador de Seguridad y salud en la obra fichas que especifiquen nombre y apellidos de estas personas, así como detalle de la formación en materia preventiva del mismo.

El plan deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o por la dirección facultativa en caso de que no haya coordinador. Si las obras son de las Administraciones públicas, deberá aprobarlo la Administración pública.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar, por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Estudio de Seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la dirección facultativa.

Acta de Aprobación del Plan

El Estudio de Seguridad y salud elaborado por el contratista deberá ser aprobado por el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, por la dirección facultativa si no existiera éste o por la Administración en el caso de obras públicas, quien deberá emitir un acta de aprobación como documento acreditativo de dicha operación, en su caso, visado por el Colegio Profesional correspondiente.

Comunicación de Apertura de Centro de Trabajo

Previo al comienzo de los trabajos, el/los contratista/s deberá/n presentar ante la autoridad laboral la comunicación de apertura que deberá contener los datos que detalla la "Orden TIN/1071/2010 sobre los requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura o de reanudación de actividades en los centros de trabajo" y se redactará según modelo publicado en dicha orden. Junto a dicho modelo deberá adjuntarse el Estudio de

Seguridad y salud acompañado de su correspondiente aprobación, conforme al artículo 7 del R.D. 1627/97. La comunicación de apertura deberá exponerse en la obra en lugar visible y se mantendrá permanentemente actualizada de modo que, en el caso de que se produzcan cambios, se efectuará por los empresarios que tengan la condición de contratistas, conforme a la definición que de los mismos se hace en este mismo documento, una comunicación a la autoridad laboral en el plazo de 10 días máximo desde que se produzcan.

**Libro de Incidencias**

En cada centro de trabajo existirá con fines de control y seguimiento del Estudio de Seguridad y salud un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado al efecto.

Deberá mantenerse siempre en la obra en poder del coordinador de seguridad y salud durante la ejecución o, en su defecto, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en dicho libro por las personas facultadas para ello, así como en el caso de que se disponga la paralización de los tajos o de la totalidad de la obra por existir circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación efectuada supone una reiteración de una advertencia u observación anterior o si, por el contrario, se trata de una nueva observación.

**Libro de Órdenes**

En toda obra de edificación, será obligatorio el libro de Órdenes y Asistencias, en el que la dirección facultativa reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Las anotaciones así expuestas tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y en consecuencia, serán respetadas por el contratista de la obra.

**Libro de Subcontratación**

En toda obra incluida en el ámbito de aplicación de la Ley 32/2006, cada contratista deberá disponer de un Libro de Subcontratación. En dicho libro, que deberá permanecer en todo momento en la obra, se deberán reflejar, por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos, su nivel de subcontratación y empresa comitente, el objeto de su contrato, la identificación de la persona que ejerce las facultades de organización y dirección de cada subcontratista y, en su caso, de los representantes legales de los trabajadores de la misma, las respectivas fechas de entrega de la parte del Estudio de Seguridad y salud que afecte a cada empresa subcontratista y trabajador autónomo, así como las instrucciones elaboradas por el coordinador de seguridad y salud para marcar la dinámica y desarrollo del procedimiento de coordinación establecido, y las anotaciones efectuadas por la dirección facultativa sobre su aprobación de cada subcontratación excepcional.

Así mismo, en el libro de subcontratación se anotará la persona responsable de la coordinación de seguridad y salud en la fase de ejecución de la obra, así como cualquier cambio de coordinador de seguridad y salud que se produjerobra, rante la ejecución de la obra.

Al Libro de Subcontratación tendrán acceso el promotor, la dirección facultativa, el coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

El contenido de dicho libro se mantendrá acorde lo especificado en la propia Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción como en el Real Decreto 1109/2007 que la desarrolla.

## 12.2 CONDICIONES TÉCNICAS

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el promotor, con medios humanos y materiales, propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras con sujeción al proyecto y al contrato.

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

Cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de esta, tendrá la consideración de contratista excepto en los casos estipulados en el RD 1627/97.

Son responsabilidades del Contratistas y Subcontratistas:

- La entrega al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra de documentación clara y suficiente en que se determine: la estructura organizativa de la empresa, las responsabilidades, las funciones, las prácticas, los procedimientos, los procesos y los recursos de los que se dispone para la realización de la acción preventiva de riesgos en la empresa.
- Redactar un Estudio de Seguridad y Salud según lo dispuesto en el apartado correspondiente de este E.S.S. y el R.D. 1627/1997.
- Aplicar los principios de la acción preventiva según Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Estudio de Seguridad y salud.
- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales.
- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.
- Informar por escrito al resto de empresas concurrentes en la obra y al coordinador de seguridad y salud en la obra de los riesgos específicos que puedan afectar a otros trabajadores de la obra según lo dispuesto en el Real Decreto 171/2004.
- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y de salud durante la ejecución de la obra o, en su caso, de la dirección facultativa.
- Los Contratistas y Subcontratistas son los responsables de que la ejecución de las medidas preventivas se correspondán con las fijadas en el Estudio de Seguridad y Salud.
- Designar los recursos preventivos asignando uno o varios trabajadores o en su caso uno o varios miembros del servicio de prevención propio o ajeno de la empresa. Así

mismo ha de garantizar la presencia de dichos recursos en la obra en los casos especificados en la Ley 54/2003 y dichos recursos contarán con capacidad suficiente y dispondrán de medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas.

### 12.2.1 Medios de protección colectivas

Las diversas protecciones colectivas a utilizar en la obra tendrán una calidad adecuada a las prestaciones exigidas, debiendo garantizar su eficacia mediante certificado del fabricante o bien por cálculos y ensayos justificativos realizados al efecto.

Las protecciones colectivas se ajustarán a lo dispuesto en las Disposiciones Legales y Reglamentos Vigentes.

Todos los elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose al término del mismo.

Si por cualquier circunstancia, sea desgaste, uso o deterioro por acción mecánica, un elemento de protección colectiva sufriera algún deterioro, se repondrá de inmediato, haciendo caso omiso de su periodo de vida útil.

Los trabajadores serán debidamente instruidos respecto a la correcta utilización de los diferentes elementos de protección colectiva.

Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportuna utilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

#### *12.2.1.1 Vallados*

Pueden ser de protección, cerramiento o de señalización.

El vallado de protección será de tubos metálicos, fijado al suelo mediante sistemas resistentes que eviten su desplazamiento. Tendrá una altura mínima de 90 cm. Si este tipo de valla es utilizado para evitar caídas a distinto nivel, se colocará sin dejar espacio sin cerrar.

El vallado de señalización será de colores vivos. Se coloca apoyada. Tendrá una altura de 1,10 m, y una longitud de 2,4 m, 2,5 m, o de 3,5 m, según sea de pies metálicos, articulada o plegable.

Los vallados de cerramiento serán de 1.5 m. de altura y cerrarán por completo el recinto a proteger previendo puertas peatonales o de vehículos en los lugares de paso. Serán metálicos o de madera de manera que no permitan su fácil rotura o deterioro siendo totalmente cuajados cuando por su cercanía a los tajos puedan preverse proyección de partículas o materiales.

#### *12.2.1.2 Mallazos y Tableros*

Los mallazos y tableros instalados para evitar la caída de personas o materiales por huecos del edificio tendrán resistencia suficiente y se colocarán correctamente anclados de manera que no puedan moverse de manera accidental.

Los mallazos serán electrosoldados de alta resistencia, tendrán una resistencia mayor de 150 kg/m² y cumplirán la UNE correspondiente.

Los tableros serán completamente cuajados de un grosor mínimo de 5 cm. y se encontrarán en adecuadas condiciones de conservación. Todos los tableros han de quedar clavados al forjado.

#### *12.2.1.3 Plataformas de trabajo*

Tendrán una anchura mínima de 60 cm, que se conseguirá mediante 3 tablones de espesor mínimo 5 cm y de 20 cm de anchura o con 2 planchas metálicas de acero galvanizado o aluminio de 30 cm. No quedarán huecos ni discontinuidades entre ellos y serán antideslizantes y dispondrán de drenaje. La longitud máxima de la plataforma será de 8 m. y la distancia máxima entre pescantes de 3 m. La distancia máxima entre la plataforma y el paramento vertical será de 45 cm. Los andamios de borriquetas tendrán vuelos de entre 10 y 20 cm.

Las plataformas voladas se colocarán a tresbolillo de forma que no haya más de una plataforma en la vertical.

Resistirán las cargas que tengan que soportar, se sujetarán a la estructura y los tablones o planchas no podrán moverse, deslizarse, bascular, etc. La plataforma se protegerá con barandillas, de características especificadas en el punto correspondiente de este Pliego, en todo su perímetro.

#### *12.2.1.4 Extintores*

Serán de polvo polivalente en general y de CO2 en el caso de se instalen junto a cuadros eléctricos. Se colocarán en lugares de fácil acceso, cerca de las salidas de los locales, sobre paramentos verticales, a una altura máxima del suelo de 1,70 m. Deberán estar protegidos de forma que no se vean afectados por acciones físicas, químicas o atmosféricas. Se señalizarán según el RD 485/97, UNE 23033-1 y se adaptarán a lo dispuesto en el Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

#### *12.2.1.5 Protección eléctrica*

Las líneas de distribución llevarán un interruptor diferencial en su cabecera, cuyas partes exteriores serán de material aislante o se aislarán de forma adecuada. Para la entrada de conductores deberán estar aisladas de forma adecuada.

Los transformadores portátiles se aislarán de forma conveniente, para proteger de las partes metálicas accesibles. Si se colocan en el mismo lado los bornes del primario y del secundario, se colocará entre ellos un aislamiento, y estarán separados 25 mm o 50 mm, según sean los transformadores portátiles o fijos.

Todas las tomas de tierra tendrán un recubrimiento amarillo y verde. Todas las máquinas y herramientas que no tengan doble aislamiento estarán conectadas a tierra, y el circuito al que van conectadas tendrá un interruptor diferencial de 0,03 amperios de sensibilidad. El terreno en el que se encuentra la pica se humedecerá de forma regular.

Los cuadros eléctricos tendrán doble aislamiento, se usarán prensaestopas para la entrada de conductores, sólo podrán abrirlos especialista con herramientas especiales, las tapas serán estancas y no podrán hacerse perforaciones que disminuyan el aislamiento. Se comprobará diariamente el mecanismo de disparo diferencial.

Las líneas eléctricas aéreas estarán distanciadas de los lugares de trabajo 5 m. como mínimo.

Todos los cables eléctricos estarán aislados. Si se colocan alargadores, las conexiones se harán de forma adecuada, no aceptándose los empalmes provisionales.

Los cables y mangueras se tenderán a alturas mínimas de 2 m. o de 5 m., según pasen por zonas peatonales o de vehículos. Si se llevan por el suelo, se enterrarán convenientemente.

### 12.2.2 Medios de protección individual

Los Equipos de Protección Individual (EPI) llevarán el marcado “CE”.

Protegerán del riesgo correspondiente y no serán un riesgo en sí mismos ni causarán molestias innecesarias. Serán ergonómicos, no podrá desajustarse de forma involuntaria, permitirán una ventilación suficiente o llevarán absorbentes de sudor, si pudiera ser enganchado se romperá pasado cierto límite para eliminar peligros, su manejo será fácil y rápido y si fuera necesario llevarán dispositivos de resplandor. Llevarán inscrito el marcado y si no puede ser visible completamente durante toda su vida útil, aparecerá en el embalaje y el folleto informativo.

El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de uso, plazo de vida útil, controles a los que se ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y al menos en la lengua oficial.

Serán suministrados gratuitamente por el empresario y serán reemplazados al término de su vida útil, o cuando estén deteriorados o hayan sufrido un trato límite.

Se utilizarán para usos previstos y de forma personal según a lo indicado por el fabricante al igual que el mantenimiento que lo supervisará el Delegado de Prevención.

Se cumplirá la siguiente normativa:

- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- RD 773/1997 de 30 de mayo en aplicación de la ley 31/1995 de 8 de noviembre.

**Protección Vías Respiratorias**

Los EPI de vías respiratorias pueden ser filtros de partículas, de gases o mixtos, y equipos autónomos o semiautónomos de aire fresco, de aire comprimido, de circuito abierto o de circuito cerrado. Dispondrán de marcado CE.

Limitarán lo mínimo posible el campo visual y la visión del usuario y no se empañarán.

La unión a la cara del usuario será hermética, aunque esté húmeda o mueva la cabeza. El montaje de los elementos reemplazables será fácil, y estará diseñado de forma que no se puedan colocar de manera incorrecta.

Estarán constituidos de materiales no inflamables, adecuados para el ambiente en el que vayan a ser utilizados. Serán resistentes a esfuerzos mecánicos, a la respiración, a la temperatura, y eficaces contra la filtración y la obstrucción.

En los filtros mixtos, el filtro contra partículas quedará en el lado de entrada del filtro de gas.

En los equipos autónomos o semiautónomos, la manguera será resistente al aplastamiento y al estrangulamiento. El flujo del aire no podrá ser apagado de forma involuntaria. El nivel máximo de ruido permitido dentro del capuz será de 80dB (A). la manguera de aire fresco no se podrá conectar al tubo de respiración o al adaptador facial.

Cumplirán sus normativas correspondientes: EN 136; 136-10; 137; 138; 139; 140; 141; 142; 143; 145-1; 145-2; 146; 147148-1; 148-2; 148-3;149; 166; 269; 270; 271; 371; 372; 397; 405.

**Gafas y Pantallas de Protección contra Partículas**

Estos EPI pueden ser gafas de montura universal o integral, y pantallas faciales.

Dispondrán de marcado CE. En la montura llevarán marcada la identificación del fabricante, el número 166 correspondiente a la EN, el símbolo de resistencia a impactos de partículas a gran velocidad, y el campo de uso. En el ocular llevarán marcada la clase de protección, la identificación del fabricante, la clase óptica, y los símbolos de resistencia mecánica, el de no adherencia de metales fundidos y resistencia a la penetración de sólidos calientes, el de resistencia al deterioro superficial por partículas finas y el de resistencia al empañamiento. Cumplirán la norma EN 166.

**Pantalla Soldadura**

Dispondrán de marcado CE. En la montura llevarán marcada la identificación del fabricante, el número 166 correspondiente a la EN, el símbolo de resistencia a impactos de partículas a gran velocidad, y el campo de uso. En el ocular llevarán marcada la clase de protección, el número de escala, la identificación del fabricante, la clase óptica, y los símbolos resistencia mecánica, el de no adherencia de metales fundidos y resistencia a la penetración de sólidos calientes, el de resistencia al deterioro superficial por partículas finas y el de resistencia al empañamiento.

Cumplirán las normas EN 166, 169 y 175.

**Protecciones Auditivas**

Pueden ser tapones, orejeras, casco antirruido, orejeras acopladas a cascos de protección para la industria y tipos especiales. Dispondrán de marcado CE.

Los tapones se introducen en el canal externo del oído, pueden ser premoldeados, moldeables por el usuario y personalizados, desechables o reutilizables. Podrán retirarse fácilmente, y no producirán irritaciones ni alergias, en el estuche aparecerá marcada la identificación del fabricante, el número de la norma EN 352-2:1993, el modelo, instrucciones de colocación y uso y si es desechable o reutilizable.

Las orejeras cubren el pabellón auditivo y están unidas por un arnés. Estarán constituidas por materiales que no manchen, flexibles, suaves y que no produzcan irritaciones ni alergias, sus elementos serán redondeados, el acabado superficial será liso y no tendrán aristas vivas. El recambio de elementos se hará sin necesidad de herramientas. Serán regulables, resistentes al deterioro en caso de caída , resistentes a fugas y no inflamables. Llevarán marcada la identificación del fabricante, el modelo, las indicaciones de orientación y el número correspondiente a la norma EN 352-1:1993.

Los protectores reutilizables se limpiarán periódicamente y se mantendrán en buen estado. Cumplirán las normas EN 352-1,2 y 3; 458 y 397.

**Casco de Seguridad**

Está formado por un armazón y un arnés. deberá absorber los impactos, será resistente a la perforación y a la llama y los puntos de anclaje del barboquejo caso de llevarlo serán resistentes a tracción. Dispondrán de marcado CE.

En caso de que se le haga un taladro, el casco se considerará como un modelo diferente. Deberá tener las dimensiones mínimas exigidas: distancia vertical externa 80 mm; distancia vertical interna 50 mm; espacio libre vertical interior 25 mm; espacio libre horizontal; altura de utilización 80 mm, 85 mm y 90 mm según sea para cascos colocados en la cabeza D, G y K; anchura de barboquejo 10 mm; si tiene ventilación de entre 150 y 450 mm².

Llevará marcado el número de la norma EN 397, la identificación del fabricante, el año y trimestre de fabricación, el modelo y la talla. Cumplirán la norma EN 397:1995.

**Ropa de Trabajo**

Ropa de protección, contra agresiones mecánicas y químicas, contra proyecciones de metal en fusión y radiaciones infrarrojas, contra fuentes de calor intenso o estrés térmico, contra bajas temperaturas, contaminación radiactiva, antipolvo, antigás, y ropa de señalización.

La ropa será ergonómica, resistente al calor, a la limpieza y los lavados, sin cambios dimensionales mayores de +-3 % y del 5 % en caso del cuero, será aislante térmico, con propagación limitada de la llama, se clasificará en función de la permeabilidad al aire y la resistencia al vapor de agua, tendrá diferentes tallas según la EN 340, será estable ante el calor, resistente a flexión, a la tracción, a la abrasión, a la perforación, al desgarramiento, al estallido del material de punto, a la proyección de metal fun0dido, a la permeabilidad de líquidos, a la penetración por pulverizaciones, las costuras serán resistentes. En zonas donde se requiera las prendas serán de color de alta visibilidad.

Llevará marcada la identificación del fabricante, el tipo de producto, la talla, el número de la norma correspondiente, pictogramas, etiquetas de cuidad, instrucciones de limpieza según ISO 3758, forma de colocación, advertencias de mal uso, mes y fecha de fabricación, variaciones dimensionales y número máximo de ciclos de limpieza. El marcado será visible e indeleble y resistente a los lavados.

Cumplirán las normas EN 465, 466, 467, 468, 471, 530, 532, 702, 470, 379 y 531.

Para trabajos con riesgo eléctrico, todo el personal deberá hacer uso de ropa ignifuga catalogada como EPI de Categoría III.

**Protección de Pies y Piernas**

Calzado de seguridad, de protección y de trabajo, calzado y cubrecalzado de protección contra el calor y el frío, calzado de protección frente a la electricidad y las motosierras, protectores amovibles del empeine, polainas, suelas amovibles y rodilleras.

Dispondrán de marcado CE. Cada ejemplar llevará marcado o en etiqueta, de forma permanente la talla, la identificación del fabricante, el tipo de fabricante, la fecha de fabricación, la nacionalidad del fabricante, el número de la norma EN correspondiente, la protección ofrecida y la categoría.

Además de los requisitos mínimos indicados en la normativa correspondiente, el calzado de seguridad, protección y de trabajo de uso profesional, podrá llevar protección contra la perforación, penetración y absorción de agua, aislamiento frente al calor y al frío, suela con resaltes, no conductor, antiestático, absorbente de energía en el tacón, resistente al calor por contacto y a hidrocarburos.

En el calzado con protección contra la perforación, la plantilla irá incorporada al piso del calzado de forma que para quitarla habrá que destruir el piso del calzado. La plantilla tendrá unas dimensiones tales que la distancia máxima entre la horma y la plantilla será de 6,5 mm o de 17 mm en el tacón. Tendrá como máximo 3 orificios, de diámetro máximo 3 mm y no estarán en la zona de color amarillo.

El calzado conductor y antiestático no es aislante de la energía eléctrica, sino que permite al usuario librarse de las cargas estáticas que pueda acumular.

En el calzado con aislamiento frente al frío y al calor, el aislante estará incorporado al calzado de forma que no pueda quitarse sin destruir el piso del calzado.

Cumplirán las normas EN 340, 345, 346 y 347.

**Protección de Manos y Brazos**

Guantes contra agresiones mínimas, mecánicas, químicas, de origen eléctrico y térmico, contra el frío, microorganismos, radiaciones ionizantes y contaminación radiactiva, manoplas, manguitos y mangas. Dispondrán de marcado CE.

Los materiales utilizados y las costuras serán resistentes. Los materiales no afectarán a la salud del usuario y el fabricante deberá indicar el contenido en sustancias que puedan provocar alergias. El pH será próximo a la neutralidad y el contenido en cromo será menor de 2 mg/kg. Habrá de diferentes tallas definidas según las manos que deben llevarlo. Permitirán la máxima dexteridad, la transmisión del vapor de agua, que, si no fuera posible, se reducirá al mínimo el efecto de la transpiración.

Los guantes de alta visibilidad estarán formados por los materiales definidos en la norma EN 471. La superficie de material reflectante será mayor del 50 % de la superficie del guante.

Los guantes llevarán marcada la identificación del fabricante, la designación del guante, la talla, la fecha de caducidad (si es necesario), y será visible, legible y duradero. En el envase irá marcado, además de lo indicado en el guante, las instrucciones de uso, la protección que ofrecen y pictogramas.

Las protecciones contra riesgos mecánicos serán resistentes a la abrasión, al corte por cuchilla, al desgarro y a la perforación. También podrán tener resistencia al corte por impacto y volúmica.

Las protecciones contra productos químicos serán resistentes a la penetración y a la permeabilidad y se darán datos de su resistencia mecánica.

Las protecciones contra microorganismos tendrán resistencia a la penetración y se darán los datos sobre la resistencia mecánica.

Los protectores contra riesgos térmicos serán resistentes a la abrasión y al rasgado. Tendrán prestaciones frente a la llama, al calor de contacto, convectivo y radiante, a pequeñas salpicaduras de metal fundido y a grandes masas de metal fundido.

A las protecciones contra radiaciones ionizantes y contaminación radiactiva se les exigirá eficacia de atenuación y uniformidad de distribución del material protector, integridad, impermeabilidad al vapor de agua y al agua (generalmente), resistencia al agrietamiento por ozono y si es necesario resistencia mecánica, química y especial.

Los guantes contra el frío serán resistentes a la abrasión, al rasgado, a la flexión, al frío, al frío convectivo y de contacto y se determinará su permeabilidad al agua. Cumplirán las normas EN 374, 388, 407, 420 y 421.

Para la realización de trabajos en tensión y con riesgo eléctrico se utilizarán guantes aislantes adecuados para las tensiones de las líneas de los trabajos a realizar siendo:

- Guantes Clase 00: Hasta tensiones de 500V
- Guantes Clase 0: Hasta tensiones de 1000V
- Guantes Clase 1: Hasta tensiones de 7500V
- Guantes Clase 2: Hasta tensiones de 17000V
- Guantes Clase 3: Hasta tensiones de 26500V
- Guantes Clase 4: Hasta tensiones de 36000V

Así mismo se utilizarán guantes de algodón ignifugo bajo los guantes aislantes para los trabajos con riesgo eléctrico, para minimizar el posible impacto de un arco eléctrico, sobre la piel de la mano.

### 12.2.3 Sistemas de protección individual anticaídas

A efectos del presente PSS, y atendiendo a lo definido en la Nota Técnica de Prevención 774 del INSHT, se debe considerar sistema anticaída a aquel que tiene como objetivo conseguir la parada segura del trabajador que cae. Dicho de forma más concreta, debe conseguirse: en primer lugar, que la distancia vertical recorrida por el cuerpo a consecuencia de la caída sea la mínima posible; que a continuación se produzca el frenado de la caída en las condiciones menos perjudiciales para el trabajador; y, finalmente, que garantice el mantenimiento en suspensión y sin daño del trabajador accidentado hasta la llegada del auxilio.

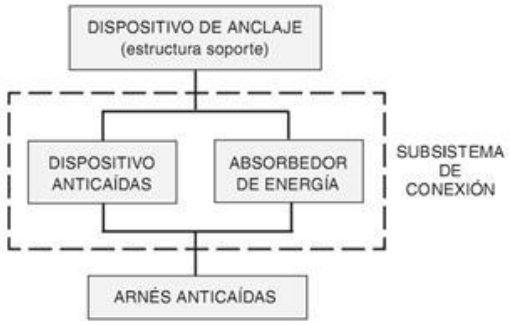
De esta forma, todos los elementos que componen un sistema anticaída están destinados a proteger al usuario final frente al riesgo de caída desde altura y, en el caso de producirse, evitar, a su vez, daños que pueden ser graves e irreversibles para su salud. Por este motivo, los equipos de protección individual (EPI) constituyentes de un sistema anticaídas son de Categoría III.

No obstante, en este sentido se ha de mencionar que hay dispositivos de anclaje que se utilizan junto a los sistemas anticaídas y que no se consideran EPI (por lo que no están obligados a llevar marcado CE): Dispositivos de anclaje Clase A (anclajes estructurales), Clase C (líneas de anclaje flexibles horizontales) y Clase D (rieles de anclaje rígidos horizontales). Sin embargo, los dispositivos de anclaje de Clase B y Clase E sí se consideran EPI (deben llevar marcado CE).

#### *12.2.3.1 Elementos principales*

Un sistema anticaída sirve para detener una caída y limitar la fuerza de impacto que actúa sobre el cuerpo del trabajador durante la detención de esta. Hay tres elementos principales en los cuales se basa la funcionalidad del conjunto. El fallo en cualquier elemento supondrá un fallo del sistema, con las consecuencias que ello supone.

De forma general, puede decirse que un sistema anticaída está formado por un arnés anticaídas y un subsistema de conexión.

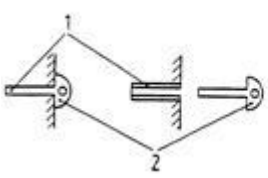
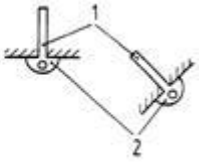


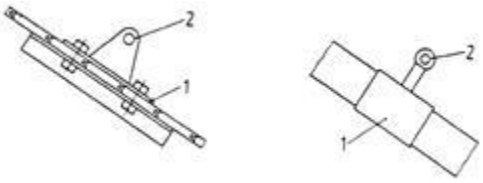

### *12.2.3.2 Dispositivos de anclaje*

Elemento donde se engancha el equipo de protección individual. El EPI debe engancharse siempre a un punto de anclaje seguro. Este dispositivo, debe cumplir la Norma EN 795, disponer de Certificación CE de tipo y certificación de conformidad o nota de cálculo, en función de la clase de anclaje que sea.

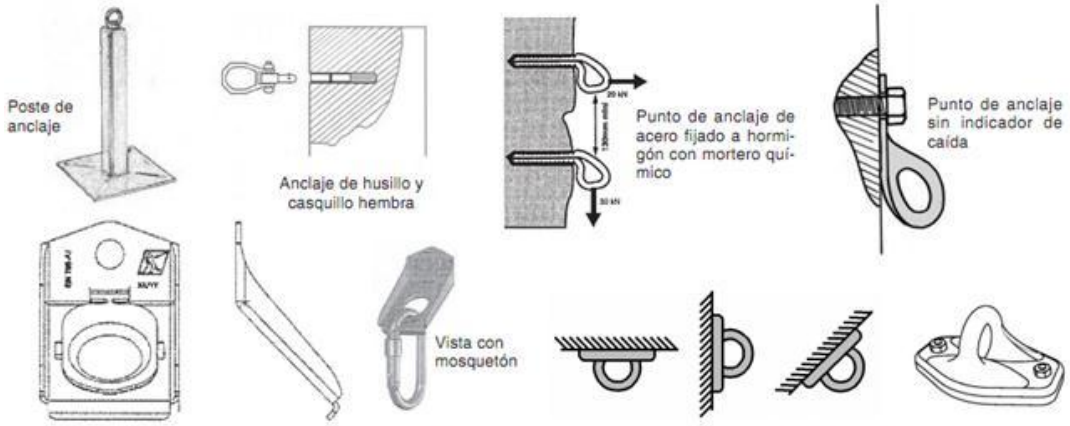
**Clase A: anclajes estructurales**

Son dispositivos de anclaje diseñados para ser fijados mediante un anclaje estructural sobre superficies verticales, horizontales o inclinadas, tales como, por ejemplo, paredes, columnas, techos, tejados o cualquier sitio de una estructura.

| Norma | ¿Es EPI? | Cat. | Clase / Observaciones | Imagen |
|---|---|---|---|---|
| **UNE EN 795** | NO | | Clase A1<br>Anclajes estructurales destinados a ser fijados sobre superficies verticales, horizontales e inclinadas, tales como, por ejemplo, paredes, columnas, dinteles, etc. |  1 Anclaje estructural  2 Punto de anclaje |

| Norma | ¿Es EPI? | Cat. | Clase / Observaciones | Imagen |
|---|---|---|---|---|
| | | | Clase A2 Anclajes estructurales para ser fijados sobre tejados inclinados. |  1 Anclaje estructural 2 Punto de anclaje |

Ejemplos de anclajes Clase A






Clase A1: Anclajes estructurales sobre superficies verticales, horizontales e inclinadas



Clase A2: Anclajes estructurales sobre superficies inclinadas (tejados)

**Puntos de anclaje**

Generalmente, estos sistemas son conformes con la normativa EN 795, clase A, para anclajes estructurales.

El dispositivo de anclaje debe tener una resistencia superior a 10 kN en la dirección en la que se aplicará la fuerza en caso de caída (comprobada por ensayo sobre un modelo en laboratorio o por cálculo).

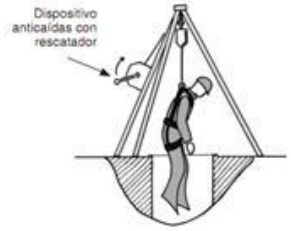
Su aplicación debe ser considerada para trabajos localizados que no requieren desplazamiento, tales como, por ejemplo:

- Trabajos puntuales en cubiertas.
- Trabajos de albañilería, yesos, etc., en zonas localizadas.
- En accesos a plataformas de descarga

**Clase B: anclajes provisionales transportables**

Son dispositivos de anclaje provisionales y transportables. Su diseño debe permitir conectar un EPI contra caídas mediante un conector adecuado y compatible de tal manera que no se pueda desconectar involuntariamente.

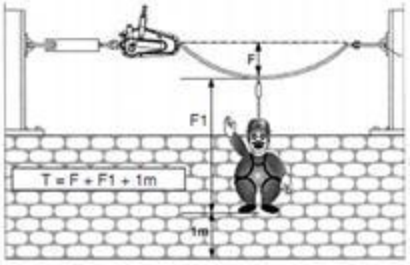
| Norma | ¿Es EPI? | Cat. | Clase / Observaciones | Imagen |
|---|---|---|---|---|
| **UNE EN 795** | SÍ | III | Deben llevar marcado CE. Pueden ser de varios tipos:<br>• Vigas transversales.<br>• Clavijas de anclaje.<br>• Trípodes.<br>• Eslingas de anclaje.<br>• Líneas de anclaje provisionales. |  <br>a) Viga transversal b) Clavija de anclaje c) Trípode<br><br>2 punto de anclaje |
| Ejemplos de anclajes Clase B | | | | |




a) Trípode con torno para cargas y dispositivo anticaídas aplicado en un rescate de un pozo



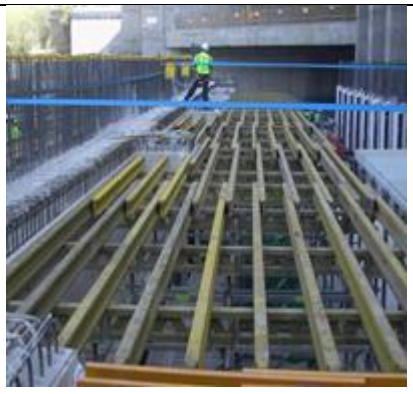
b) Línea de anclaje provisional de cinta




T es la distancia mínima entre la línea de vida y la superficie de posible impacto

1) Línea de vida provisional:





**Clase B: líneas provisionales con cintas textiles**

**Línea de vida provisional**

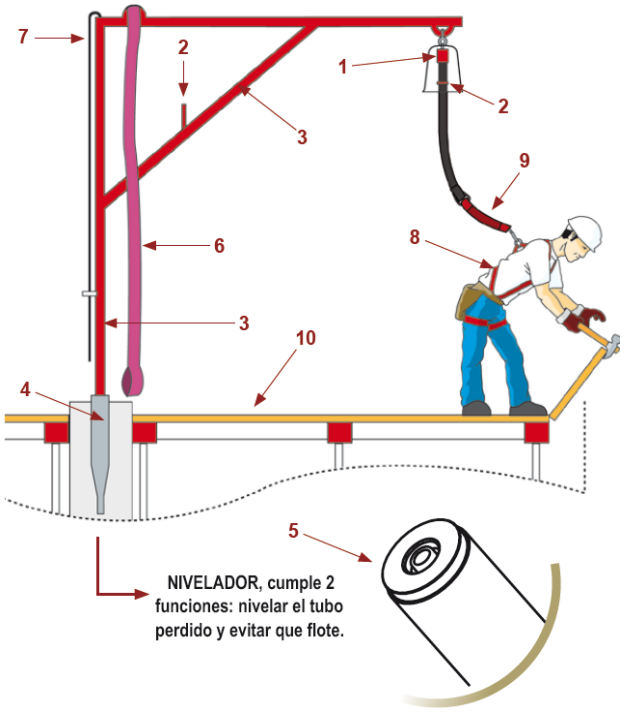
Generalmente, estos sistemas son conformes con la normativa EN 795, clase B, para anclajes provisionales transportables.

El dispositivo de anclaje debe tener una resistencia superior a 10 kN en la dirección en la que se aplicará la fuerza en caso de caída (comprobada por ensayo sobre un modelo en laboratorio o por cálculo).

Aplicaciones más comunes:

- Estructuras.
- Trabajos en cubiertas.
- Albañilería: cerramientos de fachada desde el interior.
- Instalación de muros cortina o cerramientos prefabricados

2) Dispositivo de anclaje a pilares:





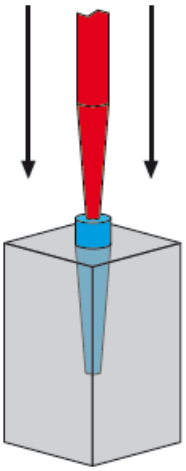

Sistema formado por un cuerpo de acero giratorio, empotrado en tubo cónico perdido en el pilar, y un dispositivo retráctil que se bloquea cuando sufre una aceleración (similar al cinturón de seguridad de un automóvil).

Elementos del sistema:

- Dispositivo retráctil con protector. Tubo cónico que queda perdido en el pilar y sirve de alojamiento del Sistema Anticaídas. También existen pinzas para su amarre a estructura metálica.
- Nivelador.
- Eslinga.
- Bichero; accesorio para cambiar de anclaje.
- Arnés; accesorio para anclarse al dispositivo retráctil.
- Alargo Arnés: accesorio que facilita el uso del arnés.
- Sistema de encofrado recuperable.

Aplicaciones más comunes

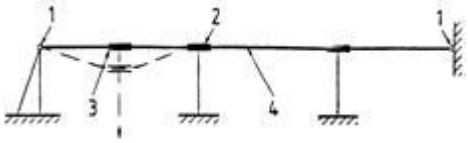
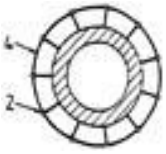




| | |
|---|---|
| | • Colocación de tableros de encofrado, tabicas y montaje de protecciones colectivas.<br>• Pinza roja: permite que el retráctil quede extendido a una altura al alcance de la mano.<br>Cuerpo del Sistema Anticaídas que gira 360º para poder trabajar libremente. Dispone de un sistema amortiguador que suaviza el efecto de la caída. |

**Clase C: líneas de anclaje flexibles horizontales**

Se trata de una línea flexible, hecha con cable metálico o de fibras sintéticas, situada entre anclajes de extremidad fijados mediante un anclaje estructural. El EPI contra caídas (amarre con conector) se conecta directamente a la línea flexible o mediante un carro provisto de un punto de anclaje, utilizando para ello un conector adecuado y compatible.

| Norma | ¿Es EPI? | Cat. | Clase / Observaciones | Imagen |
|---|---|---|---|---|
| **UNE EN 795** | NO | | Los requisitos principales que deben cumplir estos dispositivos son:<br>• Ángulo respecto a la horizontal ≤ 15º.<br>• Todas las piezas y componentes deben resistir el doble del esfuerzo previsto (factor de seguridad 2).<br>• Debe respetarse la altura mínima |  <br>Dispositivo de anclaje sobre un tejado<br>  <br>Dispositivo de anclaje (ej: chimenea) |

| | |
|---|---|
| 1 Anclaje estructural terminal | 3 Punto de anclaje móvil |
| 2 Anclaje estructural intermedio | 4 Línea de anclaje |

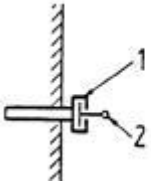
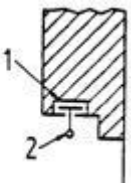
| Norma | ¿Es EPI? | Cat. | Clase / Observaciones | Imagen |
|---|---|---|---|---|
| | | | requerida libre de obstáculos. | |

1) Línea de vida horizontal:

| | |
|---|---|
|  |  |
| Clase C: Dispositivos de anclaje equipados de soportes de aseguramiento flexibles horizontales en cubiertas planas | Clase C: Dispositivos de anclaje equipados de soportes de aseguramiento flexibles horizontales en cubiertas inclinadas |
| Generalmente, estos sistemas disponen de licencia y marcado CE de acuerdo con la normativa EN 795 clase C, sistema de protección de cable.<br>Las distancias entre puntos intermedios no suelen superar los 15 m.<br>Aplicaciones más comunes:<br>• Trabajos en cubiertas.<br>• Mantenimiento de cubiertas y equipos en las mismas.<br>Instalar preferiblemente antes de ejecutar la impermeabilización | |

**Clase D: rieles de anclajes rígidos horizontales**

Se trata de una línea rígida, hecha con un riel metálico (acero o aluminio), por la que desliza un carro. El EPI contra caídas se conecta a una línea rígida mediante un carro provisto de un punto de anclaje utilizando para ello un conector adecuado y compatible.

| Norma | ¿Es EPI? | Cat. | Clase / Observaciones | Imagen |
|---|---|---|---|---|
| **UNE EN 795** | NO | | Además de cumplir con los requisitos establecidos para los dispositivos de Clase C, estas líneas deben disponer topes en extremos. |     1 Riel de anclaje 2 Punto de anclaje móvil |

1) Línea de vida sobre carriles





Clase D: dispositivos de anclaje con rieles horizontales

Sistema conforme a la Norma UNE EN 795, para dispositivos clase D.

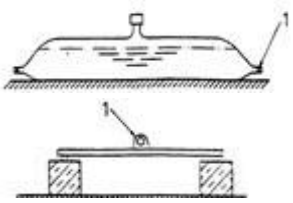
El dispositivo de anclaje debe tener una resistencia superior a 10 kN, en la dirección en la que se aplicará la fuerza en caso de caída (comprobada por ensayo sobre un modelo en laboratorio o por cálculo).

Aplicaciones más comunes:

- Trabajos en cubiertas.
- Mantenimiento de cubiertas y equipos en las mismas.
- Trabajos en instalaciones industriales

**Clase E: anclajes de peso muerto para uso en superficies horizontales.**

Los anclajes de peso muerto son dispositivos utilizables sobre superficies horizontales que retienen la caída gracias a su propio peso (inercia y rozamiento).

| Norma | ¿Es EPI? | Cat. | Clase / Observaciones | Imagen |
|---|---|---|---|---|
| **UNE EN 795** | SI | III | Deben llevar marcado CE y folleto informativo del fabricante.<br>Los requisitos principales que deben cumplir estos dispositivos son:<br>• Debe estar situado a una distancia superior a 2,5 m del borde (lugar de riesgo de caída).<br>• La superficie donde se utilicen no ha de desviarse de la horizontal más de 5º.<br>• No se puede utilizar en caso de helada o riesgo de helada. |  <br>1 Punto de anclaje |

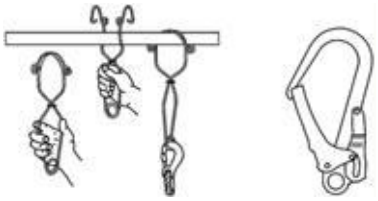
1) Anclajes de “peso muerto”

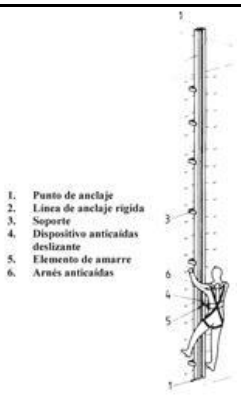
| | |
|---|---|
|  <br>Clase E: dispositivos de anclaje de «peso muerto» utilizables sobre superficies horizontales |  <br>Clase E: línea de vida instalada sobre dispositivos de «peso muerto» utilizables sobre superficies horizontales |
| Sus aplicaciones son las mismas que las líneas flexibles, aunque suelen utilizarse en sitios donde es posible la fijación a una estructura situada por encima del puesto de trabajo (techo, cubierta, marquesina). A menudo es utilizado para mantenimiento de trenes, muelles de descarga de cisternas, hangares, instalaciones para revisiones aeronáuticas, etc. | |

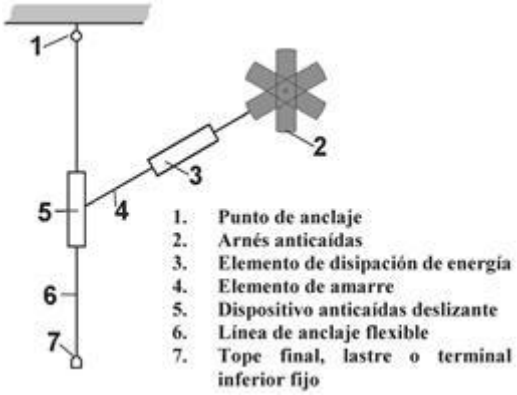
### *12.2.3.3 Subsistema de conexión*

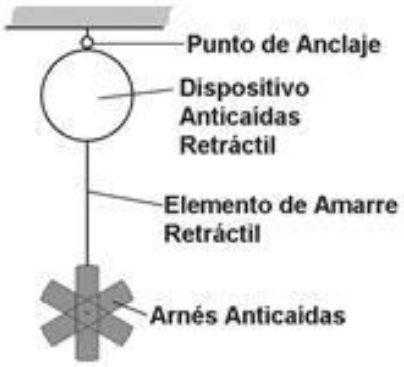
Es el elemento que conecta el punto de anclaje con el arnés anticaídas y que, a su vez, puede estar compuesto por uno o varios componentes o elementos. Según el tipo de

subsistema, debe cumplir las Normas EN 353, EN 354, EN 355, EN 360 y EN 362, así como disponer de Certificación CE de tipo.

| Componentes | Definición | Clases / Tipos |
|---|---|---|
| Conectores **UNE EN 362** | Dispositivos con apertura utilizada para conectar componentes. Permiten al usuario ensamblar un sistema para engancharse directa o indirectamente a un anclaje. | Conector básico (clase B): Conector de cierre automático que se usa como componente.  |
| | | Conector multiuso (clase M): Conector básico o de rosca para su uso como un componente. Puede cargarse según su eje mayor y su eje menor. |
| | | Conector de terminación (clase T): conector de cierre automático diseñado como elemento de un subsistema. La carga se ejerce en una dirección determinada.  a) Bloqueo manual b) Bloqueo automático |
| | | Conector de anclaje (clase A): conector de cierre automático. Se usa como componente y está diseñado para su enganche directo a un tipo específico de anclaje.  |

| Componentes | Definición | Clases / Tipos |
|---|---|---|
| | | Conector de rosca (clase Q): conector de cierre de rosca. Una vez roscado completamente es una parte del conector que soporta carga. Se usa en conexiones permanentes o de larga duración.<br>  |
| Dispositivos anticaídas<br>**UNE EN 353**<br>**UNE EN 360** | Elementos de conexión anticaídas. Incorporan una función de bloqueo automática en caso de producirse una caída. |  <br>Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje rígida: subsistema formado básicamente por una línea de anclaje rígido (vertical) y un dispositivo anticaída que se desliza a lo largo de la línea de anclaje. El dispositivo deslizante incorpora una función de bloqueo automático en caso de caída. El subsistema suele incorporar también un conector o un elemento de amarre terminado en un conector. Puede instalarse un absorbedor de energía cinética bien en la línea de anclaje, bien sobre el elemento de amarre.<br>La norma europea aplicable es la EN 353. |

| Componentes | Definición | Clases / Tipos |
|---|---|---|
| | | Dispositivos anticaídas deslizantes sobre línea de anclaje flexible: subsistema formado por una línea de anclaje flexible (vertical) y un dispositivo anticaída deslizante con bloqueo automático que está unido a la línea de anclaje flexible. Además, incorpora un elemento de amarre que se fija en el dispositivo anticaídas deslizante. Se suele instalar un absorbedor de energía cinética entre el dispositivo anticaídas deslizante y la línea de anclaje.<br>La norma europea aplicable es la EN 353.<br>  <br>1. Punto de anclaje<br>2. Arnés anticaídas<br>3. Elemento de disipación de energía<br>4. Elemento de amarre<br>5. Dispositivo anticaídas deslizante<br>6. Línea de anclaje flexible<br>7. Tope final, lastre o terminal inferior fijo |

| Componentes | Definición | Clases / Tipos |
|---|---|---|
| | | Dispositivos anticaídas retráctiles: dispositivo con función de bloqueo automático y mecanismo automático de tensión y retroceso del elemento de amarre (elemento de amarre retráctil). El propio dispositivo puede incorporar un absorbedor de energía cinética. De no ser así, debe incorporar un absorbedor de energía en el elemento de amarre retráctil.<br>La norma europea aplicable es la EN 360.<br>  |
| Elementos de amarre **UNE EN 354** | En los sistemas anticaídas, el elemento de amarre conecta (mediante los conectores correspondientes) el punto de anclaje o el correspondiente dispositivo anticaídas con el arnés anticaídas. | Una cuerda de fibras sintéticas.<br>Un cable metálico.<br>Una banda textil.<br>Una cadena. |
| Dispositivos de regulación de cuerda (para sistemas de acceso y de | Dispositivos que permiten al usuario variar su posición a lo largo | **Tipo A**: dispositivo de regulación para la línea de seguridad: Dispositivo que acompaña al usuario durante los cambios de posición y que se bloquea automáticamente bajo la acción de una carga estática o dinámica. |

| Componentes | Definición | Clases / Tipos |
|---|---|---|
| posicionamiento mediante cuerdas – trabajos verticales -) **UNE EN 12841** | de una línea de anclaje. | **Tipo B:** dispositivo de ascenso. Dispositivo de acción manual que permite el deslizamiento en un sentido y se bloquea en el opuesto bajo la acción de una carga. Estos dispositivos se usan siempre junto con los Tipo A. |
| | | **Tipo C:** dispositivos de descenso. Dispositivo de acción manual que permite al usuario realizar un descenso controlado y una parada, sin manos, en cualquier punto de la línea de trabajo. Estos dispositivos se usan siempre junto con los Tipo A. |
| Cuerdas de fibras sintéticas **UNE EN 1891** | Estas cuerdas se usan en operaciones de acceso mediante cuerdas, así como en sujeción y retención en el puesto de trabajo. También se usan en operaciones de salvamento. | **Tipo A:** cuerdas de alma y funda trenzada y bajo coeficiente de alargamiento. Destinadas a uso general, acceso mediante cuerda, sujeción y retención, y operaciones de salvamento. |
| | | **Tipo B:** cuerdas de alma y funda trenzada y bajo coeficiente de alargamiento, de comportamiento inferior al de las cuerdas de tipo A, y que requieren un mayor grado de atención y cuidado durante su uso. |

#### *12.2.3.4 Prensión del cuerpo (arnés anticaída)*

El arnés anticaída único elemento de prensión del cuerpo que puede utilizarse para detener una caída desde una altura. Puede estar compuesto por bandas, elementos de ajuste, hebillas y otros elementos que, dispuestos y ajustados según las indicaciones del fabricante, permiten sujetar el cuerpo del usuario en el caso de producirse una caída y después de la parada de ésta. En su caso, puede incorporar uno o varios puntos de enganche que deben estar debidamente marcados por el fabricante.

Estos elementos han de cumplir las Normas EN 361 y EN 813, así como disponer de Certificación CE de tipo.

Los arneses anticaídas pueden incorporar, adicionalmente a sus componentes estructurales básicos, otros elementos cuya finalidad es la de mantener y sujetar al usuario

en una determinada posición durante el trabajo o durante un rescate, tales como, por ejemplo:

- Cinturones de sujeción y retención (EN 358).
- Arneses de asiento (EN 813).
- Arneses de salvamento (EN 1497).

| Equipo | Definición | Ejemplo tipo | Elementos adicionales | Ejemplo tipo |
|---|---|---|---|---|
| Arnés | El arnés anticaída es el único elemento de prensión del cuerpo que puede utilizarse para detener una caída desde una altura |  | Cinturones de sujeción y retención |  |
| | | | Arneses de asiento |  |
| | | | Arneses de salvamento |  |

### *12.2.3.5 Líneas de anclaje provisional y líneas de vida*

En aquellos casos en los que pueda justificarse técnicamente la no viabilidad de la instalación de un sistema de protección colectiva, o en aquellos casos en los que, a pesar de existir éstos, no se garantice plenamente la seguridad de los trabajadores, se puede recurrir a la utilización de sistemas anticaídas basados en líneas de anclaje o líneas de vida. Se entiende por:

- Línea de anclaje provisional: aquella línea que, si bien no pueden certificarse frente a la norma UNE 795, puede justificar su resistencia mediante cálculo detallado y procedimiento de instalación de sus distintos elementos. Suele ser de carácter provisional.

- Línea de vida: aquella línea que debe acreditar el cumplimiento de la norma UNE 795, por lo que su instalación ha de ser realizada atendiendo a las especificaciones del fabricante y por personal autorizado. Tras la instalación se tiene que certificar la misma. Suele ser de carácter definitivo.

En cualquiera de los dos casos, la elección de esta línea va a venir condicionada por:

- Las características del lugar o superficie sobre la que se debe trabajar, o bien el acceso a utilizar.
- La inclinación de la superficie de trabajo.
- La cantidad de trabajadores que pueden anclarse a la vez, sin que la línea sufra deformaciones importantes o pérdida de capacidad resistente.

La tipología de sistemas existentes, principalmente:

- Sistemas horizontales. Dentro de este tipo de sistemas están las instalaciones sobre cubiertas o sobre cualquier estructura rígida capaz de soportar los esfuerzos a los que será sometido.
- Sistemas verticales. Se suelen instalar en torres, escalas, postes, etc.
- Puntos de anclaje. En este caso, no se instala una línea de vida (ya sea cable o riel), sino que el trabajador engancha directamente su arnés al punto de anclaje.

Tras la elección del sistema más adecuado a los requisitos, necesidades y prestaciones demandadas, es preciso considerar:

- El diseño de la línea de vida.
- La instalación.
- La utilización de la línea de vida.
- El mantenimiento del sistema.

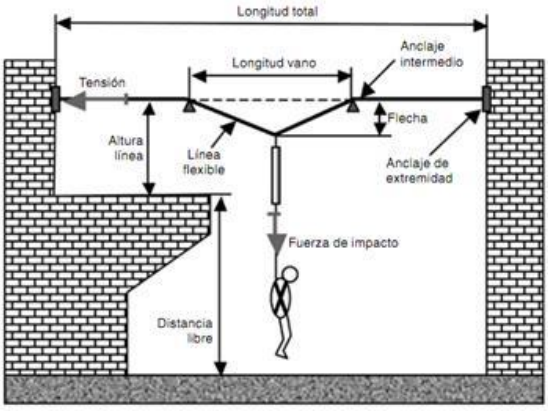
#### *12.2.3.6 Diseño de la línea*

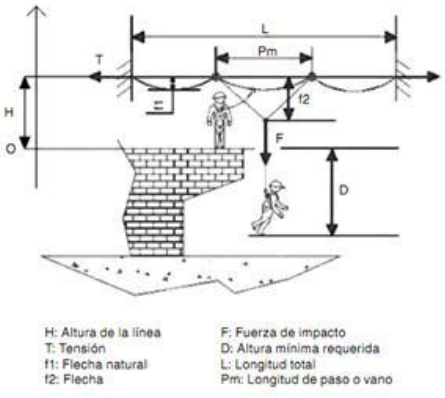
En el diseño de una línea hay dos factores primordiales que han de tenerse en cuenta:

- Los esfuerzos generados en la estructura y en el trabajador al producirse una caída.
- La distancia de caída.

- Los esfuerzos y las distancias de caída serán mayores o menores dependiendo de varios factores:
- Tipo de sistema: horizontal, aéreo, vertical, etc.
- Distancia a la que se coloca el sistema respecto del nivel de trabajo.
- Longitud de la línea.
- Tipo de absorbedores de energía utilizados.
- Número de operarios que van a trabajar simultáneamente en la línea.
- Así mismo, otros factores a considerar en el diseño son los siguientes:
    - El tipo de trabajo y el lugar que se quiere proteger.
    - Como acceder hasta la zona de anclaje de forma segura.
    - El camino que debe seguir el usuario durante su utilización.
    - La necesidad de evitar la caída y, si no fuese posible, disminuir la altura de caída libre lo máximo posible.
    - Evitar la posibilidad del efecto péndulo, ante una caída.
    - Parámetros de instalación.

**Ejemplos de parámetros que intervienen en el diseño de un tipo de instalación**




El resultado de estos análisis puede quedar plasmado en un Proyecto de instalación que, como mínimo, proporcione la siguiente información:

- Descripción y características de los componentes. En su caso, normas de cumplimiento de estos.
- En el caso de líneas provisionales no sujetas a UNE 795, cálculo detallado de resistencia del sistema.
- Esfuerzo al que se somete la estructura de soporte (extremos y puntos intermedios).
- Tensión a la que va a ser sometido el sistema.
- Distancia de caída libre y altura libre mínima necesaria.
- Número de personas que pueden trabajar simultáneamente en el sistema anticaídas.
- Planos de detalle.
- Recomendaciones o instrucciones de uso y mantenimiento.

#### *12.2.3.7 Instalación de la línea*

- En estas instalaciones debe asegurarse que el equipo instalador conozca y comprenda los conceptos técnicos necesarios para el montaje, por lo que deben acreditar una formación específica en la materia.
- En el caso de instalaciones de líneas de vida (UNE 795), es muy recomendable que estos instaladores estén acreditados por el fabricante, y aporten la siguiente información:
    - Documento acreditativo de instalador homologado.
    - Seguro de responsabilidad civil.
- Además, para las líneas de vida (UNE 795) y una vez realizada la instalación, debe facilitarse por parte del instalador una Certificación del sistema: declaración de conformidad de los componentes del sistema.

Para que la certificación del sistema sea válida es imprescindible que todos los componentes de la línea de vida pertenezcan al mismo fabricante (puntos de anclaje, línea, absorbedor de energía y carro).

### 12.2.4 Máquinas, Útiles, Herramientas y Medios Auxiliares

Las partes móviles de la maquinaria (órganos de transmisión, correas, poleas...) estarán protegidas mediante carcasas.

Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica.

Dispondrán de «marcado CE», declaración «CE» de conformidad y manual de instrucciones. Aquella maquinaria que por su fecha de comercialización o de puesta en servicio por primera vez no les sea de aplicación el marcado CE, deberán someterse a la puesta en conformidad de acuerdo con lo establecido en el R.D. 1215/1997.

La maquinaria puesta en servicio al amparo de lo dispuesto en el R.D.1644/2008 que establece las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas cumplirá con los requisitos de seguridad establecidos en su anexo I.

**Maquinaria movimiento de Tierras**

La maquinaria estará protegida mediante cabinas de seguridad antivuelco (ROPS) y antiimpacto (FOPS).

Dispondrá de faros de marcha delante y retroceso, bocina automática de marcha retroceso, servofrenos, freno de mano, retrovisores en ambos lados y un extintor de polvo químico seco.

Se realizará una revisión diaria del motor, sistema hidráulico, nivel y estanqueidad de juntas y manguitos, frenos, dirección, luces, bocina, cadenas y neumáticos. Las operaciones de mantenimiento se realizarán con el motor apagado.

Inspección periódica de los puntos de escape del motor para impedir la entrada de gases en la cabina del conductor.

**Sierra Circular de Mesa**

Constituida por una mesa con una ranura, disco de sierra, motor y eje portaherramientas.

La sierra estará dotada de un dispositivo que evite su puesta en funcionamiento después de que se haya producido un corte en el suministro de energía, y de un cuchillo divisor situada detrás del disco, que impide que las partes aserradas se cierren sobre ella y produzcan el rechazo de las piezas.

Para operaciones por vía húmeda, la sierra dispondrá de un sistema de humidificación.

Se utilizarán las dimensiones de disco indicadas por el fabricante; El dentado y el material del disco variarán dependiendo del material a cortar.

Estará provisto de protecciones rígidas que han de estar en su posición de protección para el funcionamiento de la sierra, excepto la parte necesaria para el aserrado.

En los casos en los que en la utilización de esta herramienta se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 5.1 del Real Decreto 286/2006 de protección de

los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas como el empleo de protectores auditivos.

**Hormigonera**

Formada por una cuba que gira alrededor de un eje graduable accionada por un motor mediante correas y piñón.

Dispondrá de freno de basculamiento del bombo. Los mandos de puesta en funcionamiento y parada estarán ubicados alejados de las partes móviles y protegidos del polvo y la humedad.

Se limpiará después de cada uso, previa desconexión de la energía eléctrica.

**Soldadura Eléctrica**

La alimentación se realizará mediante el cuadro de distribución, protegido de sobreintensidades (comprendida entre 50 y 300 A), y el cable será lo más corto posible.

Precisa de una "Tensión de vacío" (40-100 V) y una "Tensión del arco o de soldadura" (inferior a 40 V).

Los cables estarán conectados con el grupo mediante bornes protegidos de cubrebornes y aislados para tensiones nominales superiores a 1000 V. El empalme entre cables se realizará a través de forrillos termorretráctiles, evitando hacerlo con cinta aislante. El tipo de electrodo variará dependiendo del material a soldar.

**Herramientas Manuales Ligeras**

Las herramientas estarán formadas por materiales resistentes, sin defectos ni deterioros y adecuadas para los trabajos que van a realizar.

Los mangos permanecerán limpios de residuos (aceites o grasas), sin bordes agudos y aislantes, en su caso.

Las herramientas de accionamiento eléctrico estarán protegidas con doble aislamiento y se conectarán a los enchufes a través de clavijas.

Las lámparas portátiles llevarán doble aislamiento y los portalámparas, pantallas y rejillas estarán formados por material aislante. Los elementos como asas y palancas, no se aflojarán de forma involuntaria, y las tapas no girarán. Las lámparas portátiles que estén

protegidas contra la caída de agua llevarán un recubrimiento cuyo único orificio posible será el de desagüe.

En los casos en los que en la utilización de esta herramienta se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 5.1 del Real Decreto 286/2006 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas como el empleo de protectores auditivos.

**Andamios**

El andamio contará con una nota de cálculo de resistencia y estabilidad, realizado por una persona con una formación universitaria que lo habilite, a menos que esté montado según una configuración tipo generalmente reconocida.

Será obligatoria la elaboración de un plan de montaje, de utilización y de desmontaje del andamio, por una persona con una formación universitaria que lo habilite, en los siguientes tipos de andamios:

- Plataformas suspendidas y plataformas elevadoras sobre mástil.
- Andamios constituidos con elementos prefabricados apoyados cuya altura desde el nivel de apoyo hasta la coronación del andamio, exceda de seis metros o tengan elementos horizontales que salven vuelos entre apoyos de más de ocho metros. Se exceptúan los andamios de caballetes o borriquetas.
- Andamios instalados en el exterior, cuya distancia entre el apoyo y el suelo exceda de 24 metros de altura.
- Torres de acceso y torres de trabajo móviles en los que los trabajos se efectúen a más de seis metros de altura.

Los andamios tubulares que no hayan obtenido una certificación del producto por una entidad reconocida de normalización, sólo podrán utilizarse para aquellos supuestos en los que el Real Decreto 1215/1997, modificado por el Real Decreto 2177/2004, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura en su Anexo II apartado 4.3, no exige plan de montaje, esto es para alturas no superiores a 6 metros y que además no superen los 8 metros de distancia entre apoyos, y siempre que no estén situados sobre azoteas, cúpulas, tejados o balconadas a más de 24 metros desde el nivel del suelo.

No será obligatoria la elaboración de un plan cuando los andamios dispongan del marcado "CE", el plan podrá ser sustituido por las instrucciones específicas del fabricante, proveedor o suministrador, sobre el montaje, la utilización y el desmontaje.

Los andamios sólo podrán ser montados, desmontados o modificados sustancialmente bajo la dirección de una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello, o por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada y específica, que les permita enfrentarse a riesgos como:

- La comprensión del plan de montaje, desmontaje o transformación.
- La seguridad durante el montaje, el desmontaje o la transformación.
- Las medidas de prevención de riesgos de caída de personas o de objetos.
- Las medidas de seguridad en caso de cambio de las condiciones meteorológicas.
- Las condiciones de carga admisible.
- Otros riesgos.

Los trabajadores y la persona que supervise dispondrán del plan de montaje y desmontaje.

Cuando, no sea necesaria la elaboración de un plan de montaje, las operaciones podrán ser dirigidas por una persona que disponga de una experiencia certificada por el empresario en esta materia de más de dos años y cuente con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones de nivel básico.

Los andamios deberán ser inspeccionados por una persona con una formación universitaria o profesional que lo habilite para ello:

- Antes de su puesta en servicio.
- A continuación, periódicamente.
- Tras cualquier modificación, período de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas, o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.

### 12.2.5 Acciones que seguir en caso de accidente laboral

Cuando un trabajador de una Empresa contratada conozca la existencia de un accidente, procurará el auxilio inmediato que esté a su alcance y lo comunicará, a la mayor brevedad posible:

- A la asistencia médica más cercana

El Jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a las personas e instalaciones.

Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en los plazos y términos requeridos por las normas oficiales.

Cada contratista adjudicatario, en cumplimiento del Anexo IV, punto 14, del R.D. 1.627/1.997, tendrá en cuenta los siguientes principios sobre primeros auxilios:

- El accidentado es lo primero. Se le atenderá de inmediato con el fin de evitar el agravamiento o progresión de las lesiones.
- En caso de caídas a distinto nivel y de accidentes de carácter eléctrico, se supondrá siempre, que pueden existir lesiones graves y en consecuencia, se extremarán las precauciones de atención primaria en la obra, aplicando las técnicas especiales para la inmovilización del accidentado hasta la llegada de la ambulancia y de reanimación en el caso de accidente eléctrico.
- En caso de gravedad manifiesta, se evacuará al herido en camilla y ambulancia; se evitarán en lo posible, según el buen criterio de las personas que atiendan primariamente al accidentado, la utilización de los transportes particulares, por lo que implican de riesgo e incomodidad para el accidentado.
- Cada contratista adjudicatario comunicará, a través del Plan de seguridad y salud que elabore, el nombre y dirección del centro asistencial más próximo previsto para la asistencia sanitaria de los accidentados.
- Cada contratista adjudicatario instalará carteles informativos en la obra que suministren a los trabajadores y resto de personas participantes en la obra, la información necesaria para conocer el centro asistencial, su dirección, teléfonos de contacto, mutua de accidentes concertada, etc.

### 12.2.6 Comunicaciones inmediatas en caso de accidente

En caso que se produzca un accidente en la obra, el responsable del contratista al que pertenezca el trabajador accidentado (contrata y/o subcontrata) está obligado a realizar las acciones y comunicaciones que se recogen en el cuadro siguiente:

| |
|---|
| **Accidentes de tipo leve**<br>Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa).<br>A la Mutua de Accidentes de Trabajo. |
| **Accidentes de tipo grave, muy grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores**<br>Al Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra: de todos y cada uno de ellos, con el fin de investigar sus causas y adoptar las correcciones oportunas (si no fuera necesaria la designación de Coordinador se comunicará a la Dirección Facultativa).<br>A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará a través de telegrama u otro medio análogo, con especificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción del mismo. |

### 12.2.7 Seguridad en la obra

De acuerdo con lo establecido en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y en el Real Decreto 39/1997 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, la empresa que ejecute el proyecto deberá contar con un Servicio de Prevención propio o contratado, o trabajador designado, que asesoren e impulsen las actividades y medidas preventivas recogidas en el Plan de Seguridad y Salud desarrollado en base a este Estudio de Seguridad.

La empresa adjudicataria nombrará a un responsable de Seguridad, que podrá coincidir o no con su jefatura de obra, que será quien la represente ante el Coordinador de Seguridad y Salud en la ejecución del proyecto y será el encargado de velar por el cumplimiento de todo lo estipulado en el Plan de Seguridad y Salud.

Dependiendo de la presencia del responsable de Seguridad en las obras y de acuerdo a lo que se establezca en el Plan de Seguridad, será necesario la designación de un Vigilante de Seguridad que lo represente, y el cual estará permanentemente en obra.

### 12.2.8 Plan de seguridad y salud

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra, elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y

desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud.

El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos. La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.

Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de los trabajadores, etc…, podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

### 12.2.9 Obligaciones de cada contratista en materia de seguridad y salud

- Cumplir y hacer cumplir en la obra, todas las obligaciones exigidas por la legislación vigente del Estado Español y sus Comunidades Autónomas, referida a la seguridad y salud en el trabajo y concordantes, de aplicación a la obra.
- Elaborar en el menor plazo posible y siempre antes de comenzar la obra, un plan de seguridad cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de octubre., que respetará el nivel de prevención definido en todos los documentos de este Estudio de Seguridad y Salud.
- Presentar el plan de seguridad para su aprobación por parte del Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, antes del comienzo de la misma, incluyendo todas las modificaciones y/o observaciones que éste pueda sugerirle.
- Formar e informar sobre el contenido del plan de seguridad y salud aprobado, a todos los trabajadores propios, subcontratistas y autónomos de la obra y hacerles cumplir

con las medidas de prevención en él expresadas. Por parte de las subcontratas, se firmará un documento de adhesión al Plan de Seguridad de la contrata principal.

- Entregar a todos los trabajadores de la obra independientemente de su afiliación empresarial principal, subcontratada o autónoma, los equipos de protección individual definidos en el plan de seguridad y salud aprobado, para que puedan usarse de forma inmediata y eficaz.
- Cumplir fielmente con lo expresado en el pliego de condiciones particulares del plan de seguridad y salud aprobado, en el apartado: "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Informar de inmediato de los accidentes leves, graves, mortales o sin víctimas al Coordinador en materia de seguridad y salud y/o Dirección Facultativa durante la ejecución de la obra, tal como queda definido en el apartado "acciones a seguir en caso de accidente laboral".
- Colaborar con el Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra y con la Dirección Facultativa, en la solución técnica-preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante la ejecución de la obra.

### 12.2.10 Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, un libro de incidencias que constará de hojas duplicadas y que será facilitado por el colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del coordinador. Tendrán acceso al libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones Públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir en el plazo de 24 h una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

### 12.2.11 Contratista y subcontratista

Estarán obligados a aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud e informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a seguridad y salud en la obra.

Deberán atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Los contratistas y subcontratistas serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Además los contratistas y subcontratistas responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

Los equipos de protección individual a disponer para cada uno de los puestos de trabajo a desempeñar, determinadas en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, estarán en consonancia con el resultado previsto por éste en la evaluación de los riesgos que está obligado a realizar en cumplimiento del R.D. 39/1.997, de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención. Una copia de dicha evaluación y de su resultado, se adjuntará al Plan en el momento de su presentación.

Asimismo, y en aplicación del R.D. 773/1.997, de 30 de Mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección individual, es responsabilidad del contratista suministrar dichas protecciones individuales a los trabajadores de manera gratuita, reponiéndolas cuando resulte necesario, motivo por el cual, dentro del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo a elaborar por el contratista, éstas se relacionarán exhaustivamente en todos los apartados del mismo, de acuerdo con lo señalado en el párrafo anterior, pero no se valorarán dentro del presupuesto del plan.

### 12.2.12 Señalización

El empresario deberá tomar las medidas necesarias de señalización, según lo indicado en proyecto y lo dispuesto en el RD 485/1997 "Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo".

Las señales podrán ser de color, en formas de panel, luminosas, acústicas, gestuales y de comunicación verbal. Tendrán unas características que permitan una buena visibilidad y comprensión, sin que puedan dar lugar a interpretaciones erróneas. Se colocarán en lugares apropiados, iluminados, accesibles y visibles fácilmente. Permanecerán mientras exista el peligro del que advierten retirándolas inmediatamente una vez cesado el peligro. No se colocarán muchas señales muy próximas unas de otras.

Las de panel, deberán ser de material resistente a golpes y a la climatología.

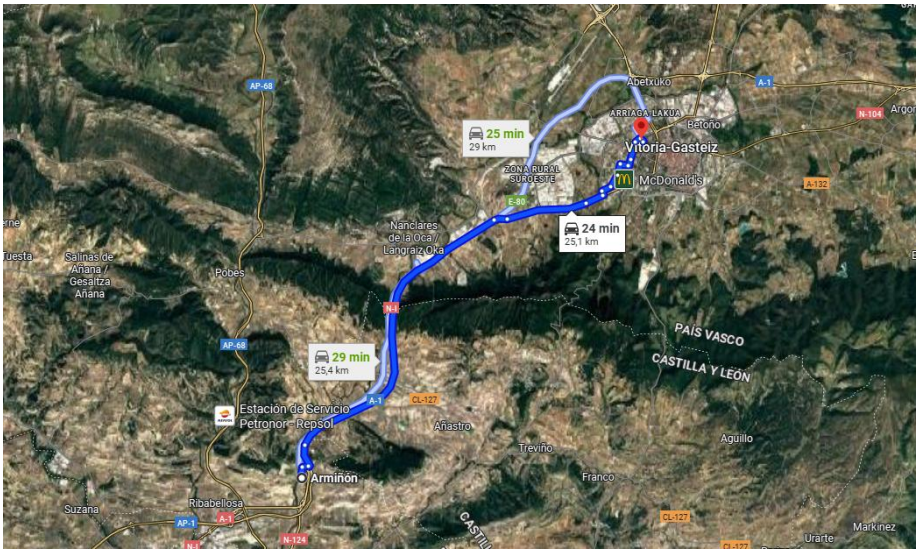
Las señales luminosas tendrán una luz de intensidad suficiente, pero sin llegar a deslumbrar. Si es para peligros graves llevarán una lámpara de repuesto y se les harán revisiones especiales.

Las señales acústicas tendrán un nivel sonoro mayor que el ambiental, y no se utilizarán si éste último es muy fuerte. Si la señal es de evacuación, el sonido será continuo.

Las señales de riesgo, prohibición y obligación serán de panel. Los riesgos de caída, choques o golpes se indicarán mediante señal de panel, color de seguridad (franjas amarillas y negras inclinadas 45º) o ambas. La delimitación de zonas y vías de circulación se hará mediante color de seguridad, que contrastará con el del suelo. Las tuberías, recipientes y lugares de almacenamiento de sustancias peligrosas llevarán la señal específica del producto que contengan, que será inalterable. Los equipos de protección de incendios serán rojos y se señalizará su lugar de colocación. Los medios y equipos de salvamento y socorro se indicarán con señales de panel, las situaciones de emergencia con señales luminosas, acústicas, verbales o combinación de ellas, y las maniobras peligrosas con señales verbales, gestuales o ambas.

## 12.3 RUTA A LOS CENTROS ASITENCIALES MÁS CERCANOS

- ✓ **RUTA DESDE LA PLANTA HASTA Hospital Universitario de Álava – Txagorritxu, Jose Atxotegi Kalea, s/n, Txagorritxu, 01009 Gasteiz, Araba**




## 12.4 CONDICIONES ECONÓMICAS

**Mediciones y Valoraciones**

El Contratista de acuerdo con la Dirección Facultativa deberá medir las unidades de obra ejecutas y aplicar los precios establecidos en el contrato entre las partes, levantando actas correspondientes a las mediciones parciales y finales de la obra, realizadas y firmadas por el Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución, la Dirección Facultativa y el Contratista.

En el presupuesto, solo se redactarán las partidas que intervienen como medidas de seguridad y salud, sin tener en cuenta los medios auxiliares necesarios para la ejecución de las mismas.

Todos los trabajos y unidades de obra relacionados con la Seguridad que vayan a retirarse una vez que se haya terminado, el Contratista pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa con antelación suficiente para poder medir y tomar datos necesarios, de otro modo, se aplicarán los criterios de medición que establezca la Dirección Facultativa.

Las valoraciones de las unidades de partidas de Seguridad, incluidos materiales accesorios y trabajos necesarios se calculan multiplicando el número de unidades por el precio unitario (incluidos gastos de transporte, indemnizaciones o pagos, impuestos fiscales y todo tipo de cargas sociales).

El Contratista entregará una relación valorada de las partidas de seguridad ejecutadas en los plazos previstos, a origen, a el Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución y a la

Dirección Facultativa, en cada una de las fechas establecidas en el contrato realizado entre Promotor y Contratista.

La medición y valoración realizadas por el Contratista deberán ser aprobadas por el Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución y la Dirección Facultativa, o por el contrario ésta deberá efectuar las observaciones convenientes de acuerdo con las mediciones y anotaciones tomadas en obra.

El Contratista podrá oponerse a la resolución adoptada por el Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución y la Dirección Facultativa ante el Promotor, previa comunicación a dichas partes. La certificación será inapelable en caso de que, transcurridos 10 días, u otro plazo pactado entre las partes, desde su envío, el Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución y la Dirección Facultativa no recibe ninguna notificación, que significará la conformidad del Contratista con la resolución.

El abono de las certificaciones se realizará sujeto a lo establecido en el contrato de obra.

**Certificación y Abono**

El Promotor abonará las partidas ejecutadas del Estudio de Seguridad y Salud de la obra, junto con las demás unidades de obra realizadas, al Contratista, previa certificación del Coordinador de Seguridad y Salud y/o de la Dirección Facultativa.

Se abonarán los precios de ejecución material establecidos en el presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud para cada unidad de seguridad, tanto en las certificaciones como en la liquidación final.

El plazo será mensual o en su caso, el indicado en el contrato de obra.

**Unidades de Obra no Previstas**

Cuando el Coordinador de Seguridad y Salud y/o la Dirección Facultativa exigiera la ejecución de trabajos no estipulados en la Contrata o en el Plan aprobado, el Contratista quedará obligado El Contratista está obligado a presentar propuesta económica para la realización dichas modificaciones y a ejecutarlo en caso de haber acuerdo.

La valoración de materiales o medios para ejecutar determinadas unidades de seguridad no establecidas en el Estudio de Seguridad y Salud se calculará mediante la asignación de precios de materiales o medios similares. En su defecto, la cuantía será calculada por el Coordinador de Seguridad y Salud y/o la Dirección Facultativa y el Contratista.

Se levantarán actas firmadas de los precios contradictorios por triplicado firmadas por el Coordinador de Seguridad y Salud y/o la Dirección Facultativa, el Contratista y el Propietario.

**Unidades por Administración**

Para el abono de unidades realizadas por administración, el contratista presentará a la aprobación del Coordinador de Seguridad y Salud y de la Dirección Facultativa la liquidación de los trabajos en base a la siguiente documentación: facturas originales de los materiales adquiridos y documento que justifique su empleo en obra, partes diarios de trabajo, nóminas de los jornales abonados indicando número de horas trabajadas por cada operario en cada oficio y de acuerdo con la legislación vigente, facturas originales de transporte de materiales a obra y cualquier otra cargas correspondiente a la partida.

El Contratista estará obligado a redactar un parte diario de jornales y materiales que se someterán a control y aceptación del Coordinador de Seguridad y Salud y de la Dirección Facultativa, en partidas de esta contratadas por administración.

**Condiciones Legales**

Tanto la Contrata como la Propiedad, asumen someterse al arbitrio de los tribunales con jurisdicción en el lugar de la obra.

Es obligación de la contrata, así como del resto de agentes intervinientes en la obra el conocimiento del presente pliego y el cumplimiento de todos sus puntos.

Durante la totalidad de la obra se estará a lo dispuesto en la normativa vigente, especialmente la de obligado cumplimiento entre las que cabe destacar:

- Real Decreto 2.291 / 1985 de 8 de Noviembre Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Ley 31/1995 Prevención de riesgos laborales
- Real Decreto 1.627/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997 Reglamento de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997 Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.

- Real Decreto 486/1997 Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativos al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 665/1997 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 664/1997 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 773/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los EPI.
- Real Decreto 1215/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 614/2001 Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 374/2001 Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores contra los Riesgos relacionados con los Agentes Químicos durante el Trabajo.
- Real Decreto 842 / 2002 de 2 de agosto REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones complementarias.
- Real Decreto 836/2003 de 27 de junio Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a grúas torre para obra u otras aplicaciones.
- Ley 54/2003 Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 171/2004 Desarrolla L.P.R.L. en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 2177/2004 Modifica R.D. 1215/1997 que establece disposiciones mínimas de seguridad y salud para el uso de equipos en trabajos temporales de altura.
- Real Decreto 1311/2005, protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

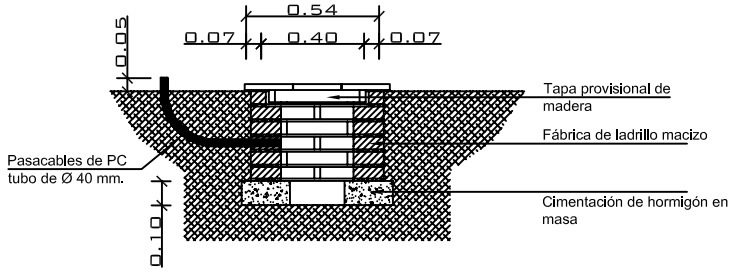
- Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 396/2006, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Real Decreto 604/2006, que modifica el Real Decreto 39/1997 y el Real Decreto 1627/1997 antes mencionados.
- Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y Real Decreto 1109/2007 que la desarrolla.
- Real Decreto 1.644/2008, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Resolución de 28 de febrero de 2012 de la Dirección General de Empleo que registra y publica el V Convenio Colectivo General del Sector de la Construcción.

En todas las normas citadas anteriormente que con posterioridad a su publicación y entrada en vigor hayan sufrido modificaciones, corrección de errores o actualizaciones por disposiciones más recientes, se quedará a lo dispuesto en estas últimas.

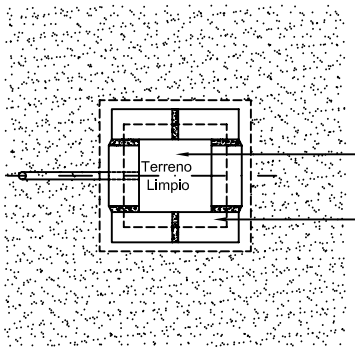
# 13 PLANOS DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

# DETALLES DE TOMA A TIERRA NORMALIZADA GENERAL DE LA OBRA

## DETALLE DE ARQUETA



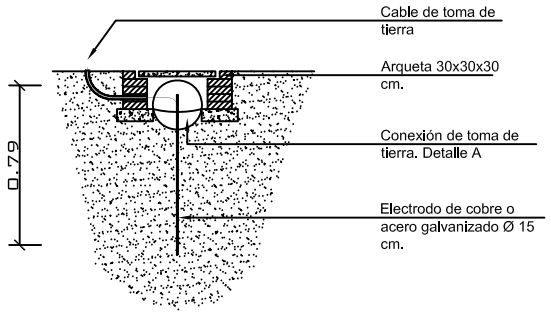

ALZADO




VISTA FRONTAL

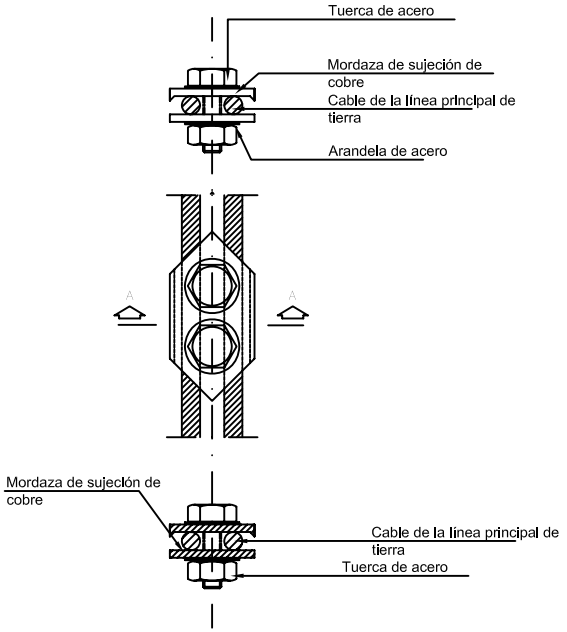
PLANTA

**TOMA DE TIERRA NORMALIZADA GENERAL DE LA OBRA RESISTENCIA 80 OHMIOS, RESISTIVIDAD 50 M. OHMIOS TOMA TIERRA**



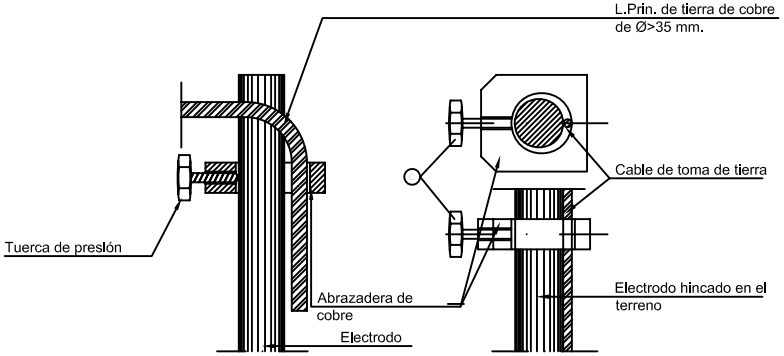

ALZADO - SECCIÓN

## DETALLE EMPALMES LÍNEAS PRINCIPALES TOMA TIERRA



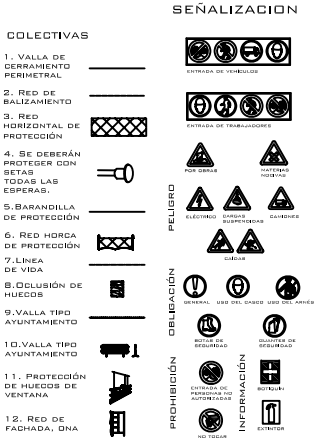

VISTA SUPERIOR

DETALLE A




SECCIÓN AA

## SEÑALIZACION




La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación: Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias nocivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.

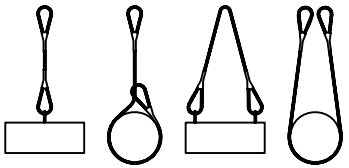
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siendo orientativa la disposición de las señales en el plano.

La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.

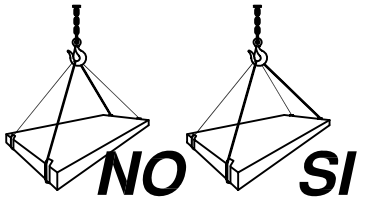
Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.

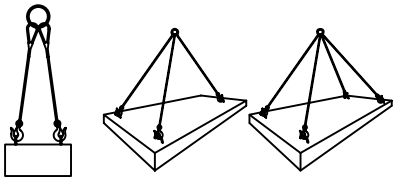
Se recuerda la obligatoriedad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

## FORMAS QUE PUEDEN SER UTILIZADAS EN ESLINGAS Y ESTROBOS:



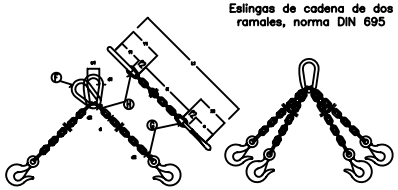
NUNCA SE DEBEN CRUZAR LAS ESLINGAS. SI SE MONTA UNA SOBRE OTRA, PUEDE PRODUCIRSE LA ROTURA DE LA ESLINGA QUE QUEDA APRISIONADA.



CARGAS HORIZONTALES
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA PARA TENERLAS BIEN SUJETAS)

## Eslingas de cadena de dos ramales, norma DIN 695



| CADENA Ø nominal d mm | CADENA Ø nominal d mm (Tolerancias según DIN 685) | CARGA UTIL ∝=45° Kgs. | CARGA UTIL ∝=90° Kgs. | CARGA UTIL ∝=120° Kgs. | $X_1$ mm | $Y_1$ mm | Longitud de la cadena K mm (medida entre ganchos para G=1000 mm. | ESLABON F $f_1$ mm. | ESLABON F $d_1$ mm. | ESLABON F $s_1$ mm. | ESLABONES G H $f_2$ mm. | ESLABONES G H $f_3$ mm. | ESLABONES G H $d_2$ mm. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 5 | 62 | 150 | 110 | 80 | 80 | 77 | 1157 | 55 | 11 | 30 | 18 | 22 | 6 |
| 6 | 62 | 230 | 180 | 125 | 83 | 92 | 1175 | 66 | 13 | 36 | 21 | 26 | 7 |
| 7 | 82 | 330 | 250 | 185 | 107 | 107 | 1214 | 77 | 16 | 42 | 25 | 30 | 9 |
| 8 | 82 | 500 | 400 | 275 | 110 | 122 | 1232 | 88 | 18 | 48 | 28 | 34 | 10 |
| 10 | 113 | 850 | 650 | 475 | 148 | 157 | 1305 | 110 | 22 | 60 | 35 | 47 | 13 |
| 13 | 133 | 1450 | 1100 | 800 | 179 | 200 | 1379 | 145 | 25 | 78 | 46 | 55 | 16 |
| 16 | 167 | 2250 | 1750 | 1250 | 223 | 245 | 1468 | 175 | 35 | 96 | 56 | 70 | 19 |
| 18 | 211 | 2700 | 2100 | 1500 | 274 | 276 | 1550 | 200 | 40 | 108 | 63 | 76 | 21 |
| 20 | 211 | 3400 | 2650 | 1900 | 281 | 305 | 1586 | 220 | 45 | 120 | 70 | 85 | 25 |
| 23 | 236 | 4500 | 3500 | 2500 | 317 | 354 | 1671 | 255 | 51 | 138 | 81 | 99 | 27 |
| 26 | 295 | 5800 | 4500 | 3200 | 356 | 396 | 1754 | 285 | 57 | 156 | 91 | 113 | 31 |
| 28 | 299 | 6800 | 5200 | 3750 | 387 | 430 | 1827 | 310 | 63 | 168 | 98 | 120 | 35 |
| 30 | 299 | 7700 | 6000 | 4250 | 404 | 460 | 1884 | 330 | 66 | 180 | 105 | 130 | 38 |
| 33 | 334 | 9000 | 7000 | 5000 | 449 | 503 | 1952 | 360 | 72 | 200 | 115 | 143 | 40 |
| 36 | 373 | 11000 | 8700 | 6250 | 499 | 536 | 2035 | 390 | 78 | 215 | 126 | 156 | 43 |
| 39 | 422 | 13500 | 10500 | 7500 | 558 | 570 | 2129 | 400 | 87 | 235 | 137 | 170 | 47 |
| 42 | 422 | 15000 | 12000 | 8500 | 589 | 600 | 2189 | 420 | 93 | 250 | 147 | 180 | 49 |
| 45 | 472 | 18000 | 14000 | 10000 | 632 | 635 | 2267 | 440 | 100 | 270 | 160 | 195 | 54 |
| 48 | 528 | 20000 | 15400 | 11000 | 698 | 665 | 2363 | 480 | 105 | 290 | 170 | 205 | 58 |
| 51 | 528 | 22500 | 17500 | 12500 | 708 | 700 | 2408 | 480 | 110 | 305 | 180 | 220 | 62 |
| 54 | 582 | 25000 | 19500 | 14000 | 782 | 730 | 2512 | 500 | 120 | 325 | 190 | 230 | 65 |
| 57 | 582 | 28000 | 21700 | 15500 | 792 | 765 | 2557 | 520 | 125 | 340 | 200 | 245 | 69 |
| 60 | 582 | 30000 | 24000 | 17000 | 802 | 800 | 2602 | 540 | 130 | 380 | 210 | 260 | 73 |

Los valores de la longitud de la cadena K, se calcularan como multiplos del paso t, segun DIN 766.
Estas eslingas se construyen tambien con argolla en lugar de gancho.
Al remolcar mas de dos ramales de cadena, se recomienda calcular como resistentes solo dos de ellos.

## GAZAS REALIZADAS A PIE DE OBRA

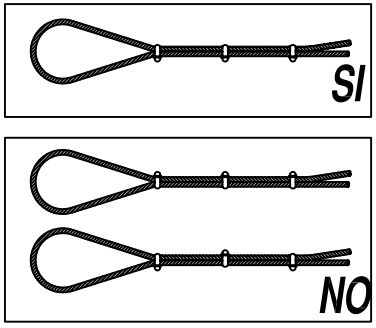
El numero de perrillos y la separacion entre los mismos depende del diametro del cable a utilizar. Una orientación la da la tabla siguiente:

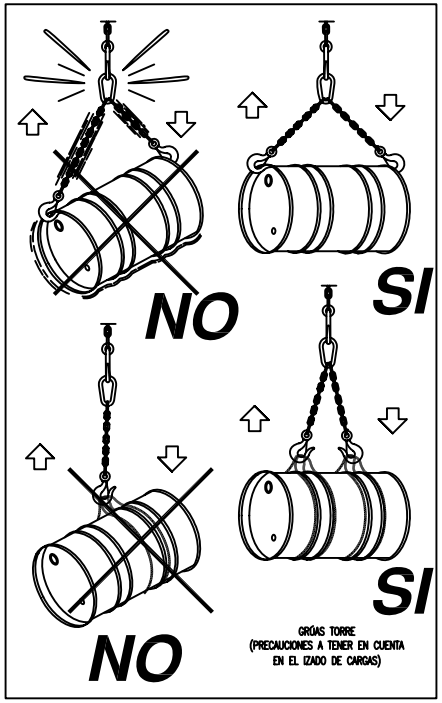
| DIAMETRO DEL CABLE (mm) | Nº DE PERRILLOS | DISTANCIA ENTRE PERRILLOS |
|---|---|---|
| Hasta 12 | 3 | 6 diametros |
| de 12 a 20 | 4 | 6 diametros |
| de 20 a 25 | 5 | 6 diametros |
| de 25 a 35 | 6 | 6 diametros |

Normas a tener en cuenta :

Por lo sencillo de su construccion, las Gazas confeccionados con perrillos son las mas empleadas para los trabajos normales en obra.
Es importante tener en cuenta su forma de construccion, para poder evitar el maximo accidentes de cualquier tipo.
Una mala colocación de los perrillos puede dañar el cable que va a soportar grandes tensiones, con lo que puede producir graves accidentes.
Una mala ejecución de la Gaza puede tener como consecuencia, la caida de la carga.

Forma correcta de construccion de una Gaza :




GRÚAS TORRE
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA EN EL IZADO DE CARGAS)

## SEÑALIZACION

COLECTIVAS

1. Valla de cerramiento perimetral
2. Red de balizamiento
3. Red horizontal de protección
4. Se deberán proteger con setas todas las esperas.
5. Barandilla de protección
6. Red horca de protección
7. Linea de vida
8. Oclusión de huecos
9. Valla tipo ayuntamiento
10. Valla tipo ayuntamiento
11. Protección de huecos de ventana
12. Red de fachada, dna




INSTALACIONES Y MEDIOS AUXILIARES

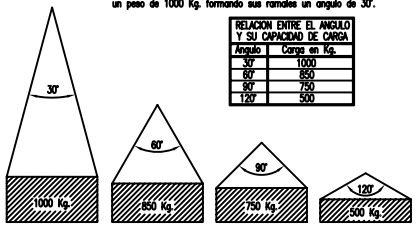
11. Instalaciones de higiene y bienestar
12. Acopios
13. Grúa torre
14. Andamio metálico tubular (cumpliendo con la normativa vigente)
14. Contenedor de escombros
15. Andamio de borriquetas
16. Trompa de vertido
17. Plataforma elevadora
18. Puntales
19. Pasazanjas
20. Camión grúa

La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación:
Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias novivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entrañe cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siendo orientativa la disposición de las señales en el plano.
La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.
Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.
Se recuerda la obligatoriedad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

## ANGULO DE LOS RAMALES EN LAS ESLINGAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES CON LA MISMA ESLINGA.

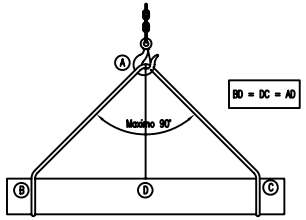
Cuadro de ejemplo, suponiendo que una eslinga sea capaz de soportar un peso de 1000 Kg. formando sus ramales un angulo de 30°.

| RELACION ENTRE EL ANGULO Y SU CAPACIDAD DE CARGA | |
|---|---|
| Angulo | Carga en Kg. |
| 30° | 1000 |
| 60° | 850 |
| 90° | 750 |
| 120° | 500 |




La carga maxima que puede soportar una eslinga depende, fundamentalmente, del angulo formado por los ramales de la misma. A mayor angulo, menor será la capacidad de carga de la eslinga.

NUNCA SE DEBE HACER TRABAJAR UNA ESLINGA CON UN ANGULO MAYOR DE 90°.
Y LA CARGA SIEMPRE IRA CENTRADA.

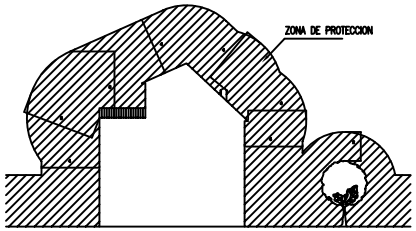



## DISTANCIA DE SEGURIDAD A CONDUCCIONES ELECTRICAS
## DISTANCIA DE LOS CONDUCTORES A SU ENTORNO

| SOBRE | TERRENO | CARRETERA | FC. S/ ELECT. | CATENAR. FC. ELECT. | RIO-CANAL NAVEGABLE | ARBOLES | EDIFICIOS ACCESIBLE | EDIFICIOS NO ACCES. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| DISTANCIA (m) | 6 | 7 | 7 | 3 | * a | 2 | 5 | 4 |

* a = 2'5 + G como minimo de 7'20 m., siendo G el gálibo






NOTA: Estas distancias mínimas serán radiales y se tienen que conservar en las condiciones mas desfaboradles de temperatura (aumento de flecha por calor o por manguito de hielo).

En general, puede existir una variacion del orden de 1 m. en la flecha de un conductor entre epocas de frio y de calor.

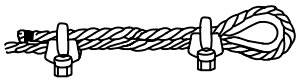
## COLOCACIÓN DE GRAPAS EN LAS GAZAS
(Metodo de instalación de las grapas)

PRIMERA OPERACIÓN



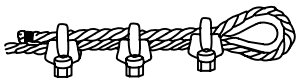
APLICACIÓN DE LA PRIMERA GRAPA : Se dejará una longitud de cable adecuada para poder aplicar las grapas en número y espaciamiento dados por la tabla.
Se coloca la primera a una distancia del extremo del cable igual a la anchura de la base de la grapa. La concavidad del perno en forma de U aprieta el extremo libre del cable. APRETAR LA TUERCA CON EL PAR RECOMENDADO.

SEGUNDA OPERACIÓN

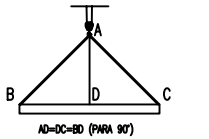


APLICACIÓN DE LA SEGUNDA GRAPA : Se colocará tan próxima a la gaza como sea posible.
La concavidad del perno en forma de U, aprieta el extremo libre del cable.
NO APRETAR LAS TUERCAS A FONDO.

TERCERA OPERACIÓN



APLICACIÓN DE LAS DEMÁS GRAPAS : Se colocarán distanciandolas a partes iguales entre las dos primeras (A distancia no mayor que la anchura de la base de la grapa). Se giran las tuercas y se tensa el cable.
APRETAR A FONDO Y DE FORMA REGULAR TODAS LAS GRAPAS hasta el par recomendado.



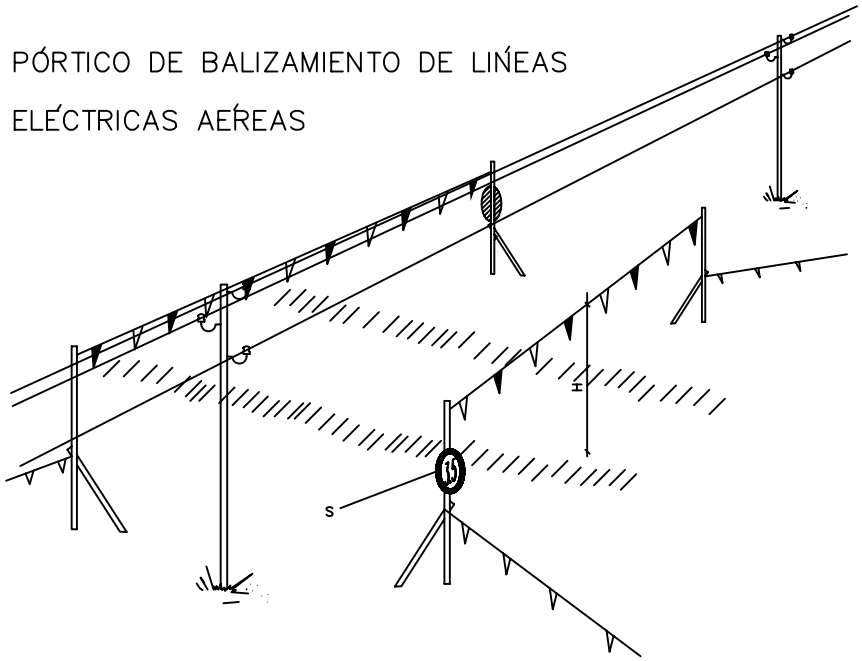

DISPOSICIÓN CORRECTA DE LAS ESLINGAS.
EL GANCHO IRA PROVISTO DE CIERRE DE SEGURIDAD.

LAS CARGAS NO SE TRANSPORTARÁN POR ENCIMA DE LUGARES EN DONDE ESTEN LOS TRABAJADORES.
LOS TRABAJADORES NO DEBERÁN PERMANECER EN LA VERTICAL DE LAS CARGAS.

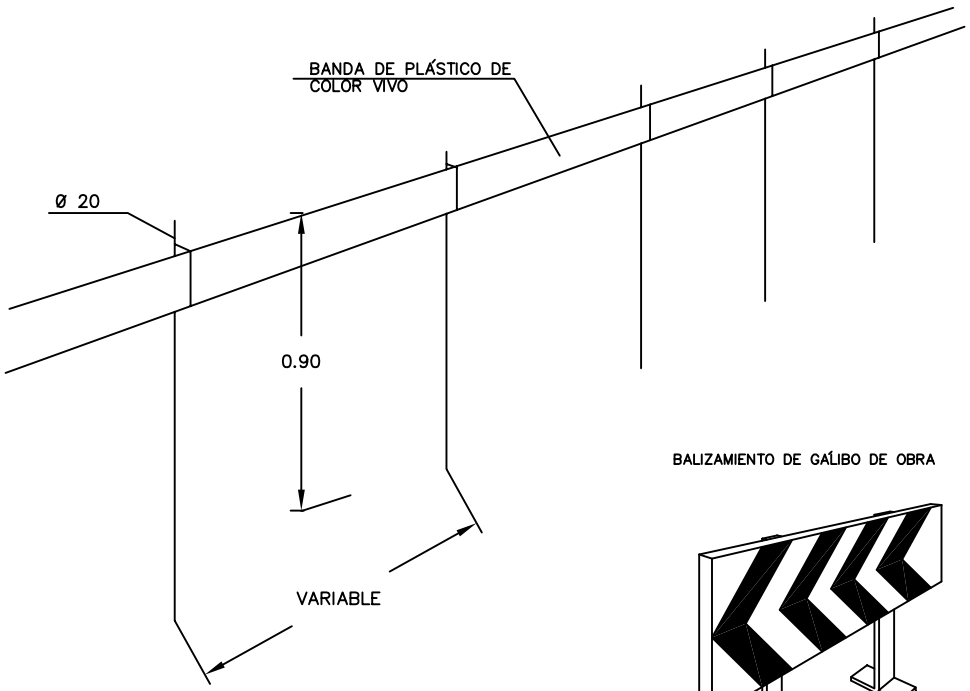



GRÚAS TORRE
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA EN ESLINGAS Y TRABAJADORES).

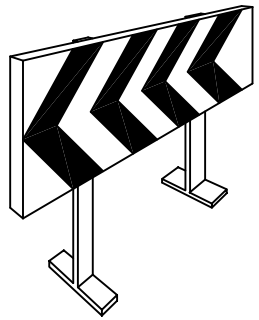
PÓRTICO DE BALIZAMIENTO DE LIŃEAS ELÉCTRICAS AEŔEAS

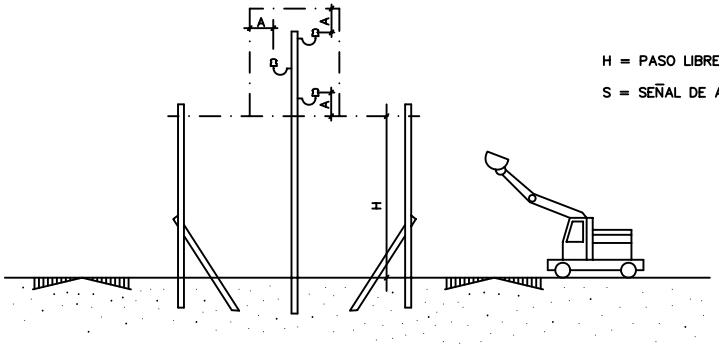



BANDAS DE BALIZAMIENTO DE GAĹIBO DE OBRA




BALIZAMIENTO DE GÁLIBO DE OBRA

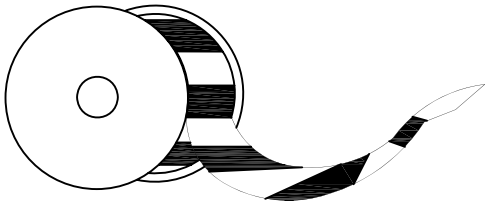




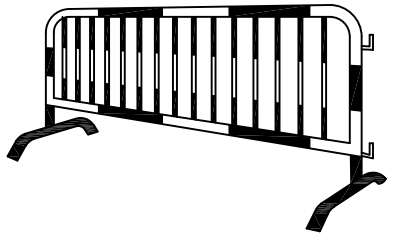

H = PASO LIBRE

S = SEÑAL DE ALTURA MAXIMA

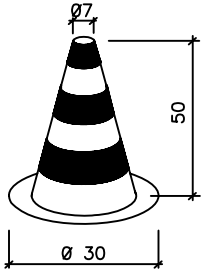
CINTA BALIZAMIENTO



VALLAS DESVIÓ TRAFÍCO

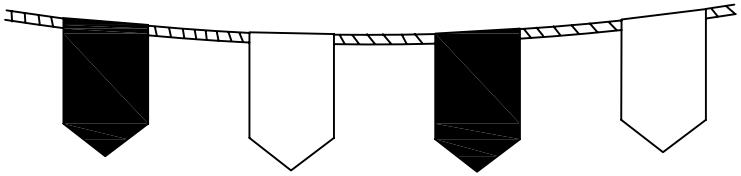


VALLAS DESVIÓ TRAFÍCO

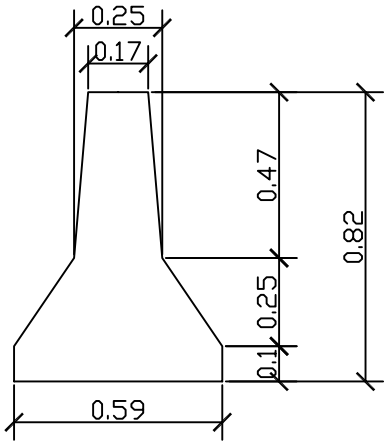



CONO BALIZAMIENTO

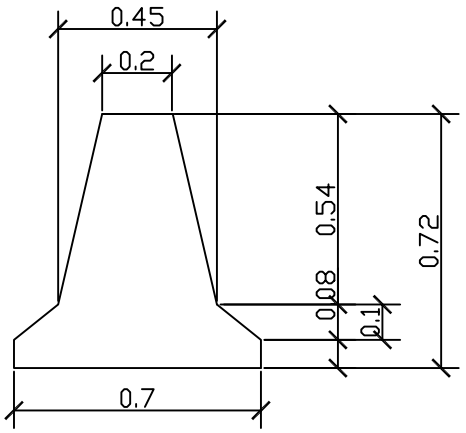
CORDON BALIZAMIENTO



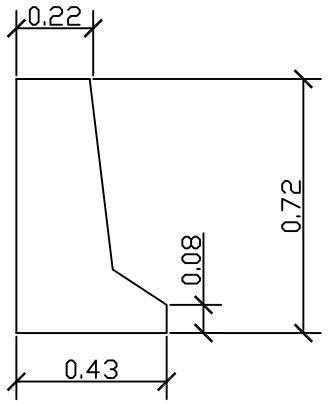
# BALIZAMIENTO




**TIPO 1**




**TIPO 2**



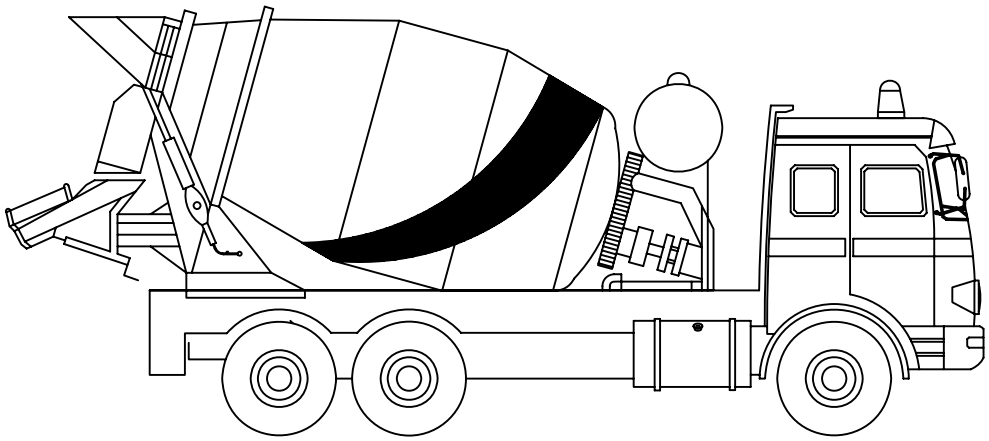

**TIPO 3**

| MODELO | LONGITUD | PESO |
|---|---|---|
| Tipo 1 | 622cm | 3680 kg |
| Tipo 2 | 200cm | 1140 kg |

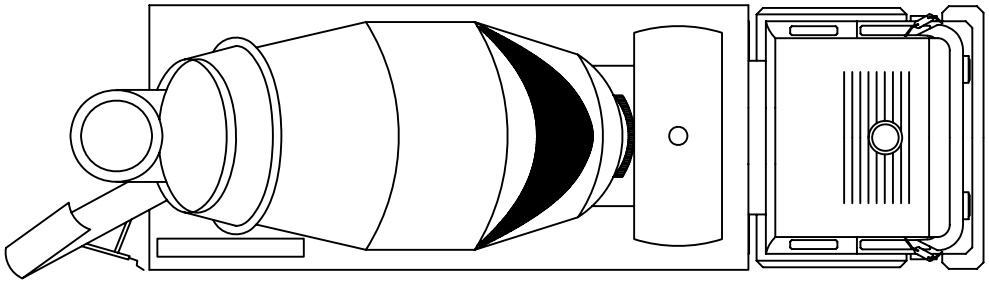
Este tipo de barrera formada por piezas de hormigón de 2,00 ó 6,00 metros de longitud unidos entre sí por una rótula metálica permite la rotación de las piezas.
Ante un impacto, la barrera se deforma,pero los bloques se mantienen unidos por efecto de la rótula metálica.
Se designarán con arreglo a un código constituido según se indica a continuación:

Un conjunto de tres letras: BHS (barrera de hormigón simple) ó BHD (barrera de hormigón doble).

- Una letra que se refiera al método constructivo: E para barrera hormigonada "in situ" con encofrado fijo o deslizante; P para prefabricada, y X para hormigonada con molde ("in situ" o prefabricado).
- Una letra que exprese el tipo de perfil: J para "New Jersey"; F para perfil "F", y T para perfil "Tric-Bloc".
- Un conjunto de dos cifras separadas por una barra. La primera corresponderá a la longitud del elemento (prefabricado o de molde), expresada en metros, y será 0 para barreras hormigonadas "in situ" (con longitud mayor que 9 metros); la segunda será 0 para barrera no anclada, ó 1 para barrera anclada.
- Una letra minúscula, que exprese el orden de inscripción en el Catálogo dentro de las barreras con denominación coincidente.



ALZADO

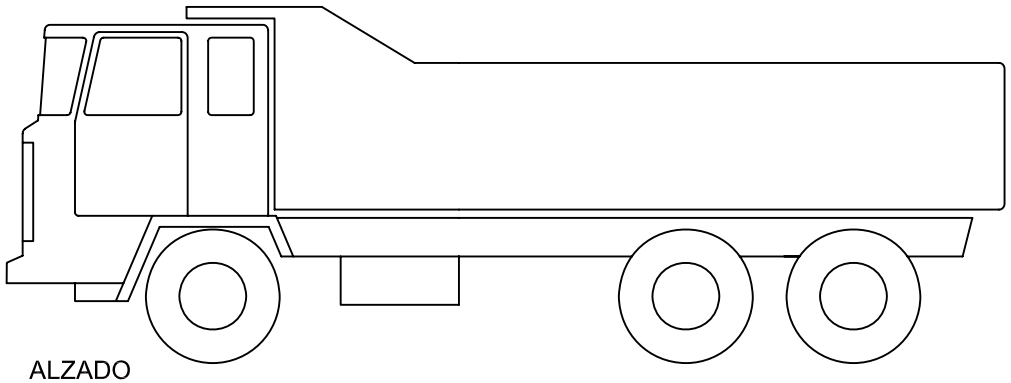


PLANTA

**NORMAS DE SEGURIDAD:**

- La hormigonera no debe tener partes salientes que puedan herir o golpear a los operarior. Los elementos de la hormigonera tales como canaleras de salida, escaleras, guardabarros, etc. Deberá untarse con pintura anticorrosiva para evitar que con el tiempo se puedan romper y lesionar a los operarios.
- No subirse a la cuba de la hormigonera ni siquiera estando parada. Cualquier reparación o comprobación se deberá hacer con elementos auxiliares tales como andamios, etc.
- Para la visibilidad de las partes de la hormigonera en horas nocturnas se deberán pintar con franjas blancas y negras de pintura reflectante en las partes traseras de la hormigonera (cuba, tolvas, caneletas, etc).
- El vehículo debe poseer frenos hidráulicos con doble circuito independiente tanto para el eje trasero como delantero.
- Los elementos para subir o bajar han de ser antideslizantes.
- Los vehículos deben poseer los dispositivos de señalización que marca el código de la circulación.
- Sistemas de alarmas para neumáticos con poco aire en los vehículos, así como señal de marcha atrás audible por otros camiones.
- Los camiones deben llevar los siguientes equipos: un botiquín de primeros auxilios. Un extintor de incencios de nieve carbónica o componentes halogenados con una capacidad mínima de 5 kg., herramientas esenciales para reparaciones en carretera, lámparas de repuesto, luces intermitentes, reflectores, etc.
- Las rampas de acceso al tajo no superarán el 20% de pendiente en prevención de atoramientos o vuelcos.
- La limpieza de la cuba y canaletas se realizará en los lugares destinados para tal labor.
- La puesta en estación y los movimientos del camión-hormigonera durantes las operaciones del vertido serán dirigídos por un señalista.
- El acceso a la tolva se realizarán por la escalera de acceso incorporada al camión.
- Dentro de la obra se respetará la velcidad y los viales destinados a la circulación de vehículos.

## CAMIÓN HORMIGONERA



ALZADO

**NORMAS DE SEGURIDAD:**

- Antes de iniciar las maniobras de carga y descarga del material, además de haber sido instalado el freno de mano de la cabina del camión, se instalarán calzos de inmovilización de las ruedas.

- El ascenso y descenso de las cajas de los camiones se efectuará mediante escalerillas metálicas fabricadas para tal menester, dotadas de ganchos de inmovilización y seguridad.

- Todas las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista conocedor del proceder más adecuado.

- Las maniobras de carga y descarga mediante plano inclinado serán gobernadas desde la caja del camión por un minimo de dos operarios mediante soga de descenso. En el entorno del final del plano no ha´brá nunca personas.

- El colmo máximo permitido para meteriales sueltos no superará la pendiente ideal del 5% y se cubrirá con una lona, en previsión de desplomes.

- Las cargas se instalarán sobre la caja de forma uniforme, compensando los pesos.

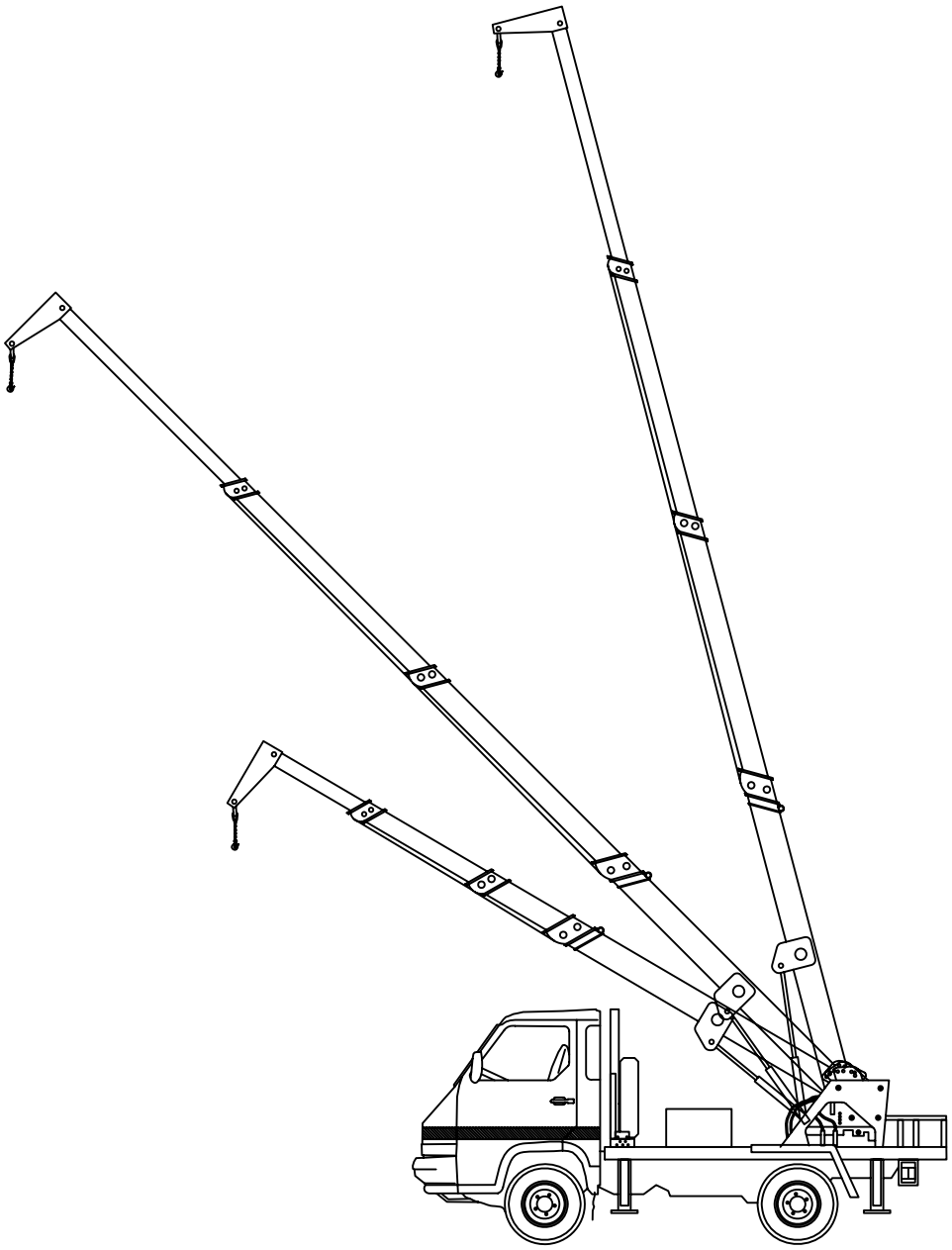
- El gancho de la grúa auxiliar estará dotado de pestillo de seguridad.

- El trabajador que deba cargar y descargar el camión deberá estar dotado de guantes de cuero.

-Se deben utilizar siempre las botas de seguridad.

- Las cargas en suspensión se deberán guiar mediante cabos de gobierno atados a ellas. Se debe evitar empujarlas directamente con las manos.

## CAMIÓN DE TRANSPORTE DE MATERIALES

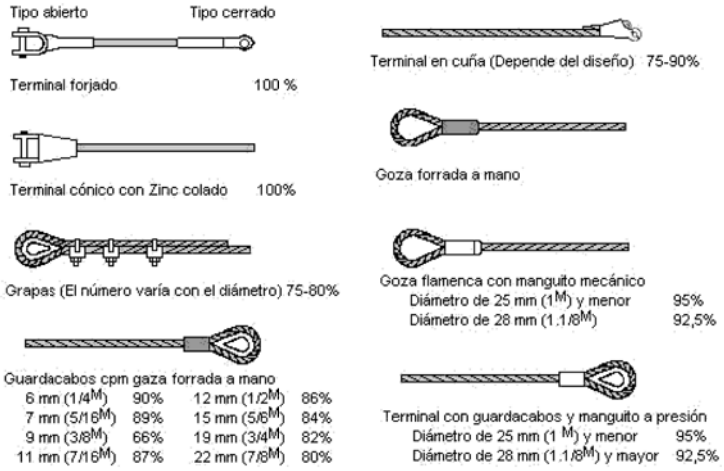


**NORMAS DE SEGURIDAD:**

- Antes de ubicar la grúa, se comprobará la resistencia del terreno, por el responsable en la obra.
- Antes de iniciar maniobras de descarga, se instalarán calzos inmovilizadores en las cuatro ruedas los gatos estabilizadores.
- Las maniobras de carga y descarga serán dirigidas por un especialista.
- Los ganchos de cuelgue estarán dotados de pestillos de seguridad.
- Se prohibe expresamente, sobrepasar la carga admisible de acuerdo con el diagrama de cargas que estará en sitio visible para el maquinista.
- El gruísta tendrá siempre a la vista la carga suspendida. Si no fuese posible, las maniobras estarán dirigidas por un señalista.
- Las rampas para acceso del camión grúa no superarán el 20%.
- Se prohibe arrastrar cargas.
- Se prohibe las maniobras combinadas (movimientos simultáneos del gancho y la pluma).
- Las cargas se guiarán con cabos de gobierno.
- Se prohibe la permanencia de personas en torno al camión grúa a distancias inferiores a 5 m. Y bajo cargas suspendidas, para los cual es conveniente balizar y señalizar la zona.
- La grúa, y en concreto las patas estabilizadoras y las ruedas no se aproximarán nunca a menos de 3 m. del borde de taludes.
- Se ascenderá y descenderá por los puntos diseñados (escaleras fijas o pátes).
- Para realizar las operaciones de mantenimiento la máquina permanecerá parada.
- La máquina dispondrá de señalización luminosa y acústica para la marcha atrás.
- La máquina dispondrá de extintor.
- En caso de presencia de líneas eléctricas aéreas se mantendrá la distancia de seguridad de 5 m., en caso de que haya riesgo de traspasar la zona de seguridad, se instalarán pórticos de balizamiento y protección.
- La elevación, giro o descenso de las cargas, deberá realizarse lentamente sin sacudidas bruscas.
- Durante la marcha de traslación del camión grúa, deberá permanecer colocado en freno de rotación.
- EN LAS MANIOBRAS, EL CONDUCTOR SERÁ AUXILIADO POR SEÑALISTAS.
- El maquinista no abandonará nunca su asiento sin haber dejado puesto el freno de tracción, el trinquete de seguridad del tambor de la pluma, sin desembragar el motor, y todas las palancas de movimiento en punto muerto.
- En caso de accidente por contacto con una línea eléctrica el gruista debe permanecer en la cabina, y esperar instrucciones, nunca debe intentar bajar.

**CAMIÓN GRÚA**

**LAS ESLINGAS Y ESTRIBOS PUEDEN SER UTILIZADOS EN VARIAS FORMAS, COMO PUEDE VERSE EN LAS FIGURAS.**

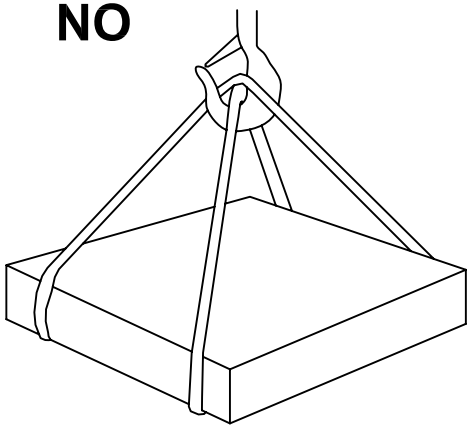




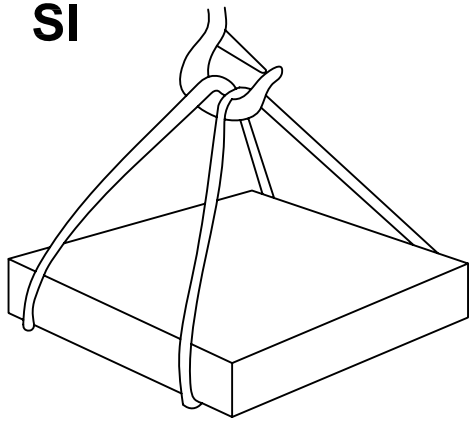


**NUNCA DEBEN CRUZARSE LAS ESLINGAS, ES DECIR, QUE NO SE DEBEN MONTAR UNAS SOBRE OTRAS, PORQUE PUEDE PRODUCIRSE LA ROTURA DE LA QUE QUEDA APRISIONADA.**

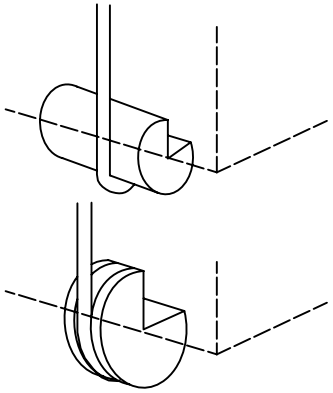
**NO**

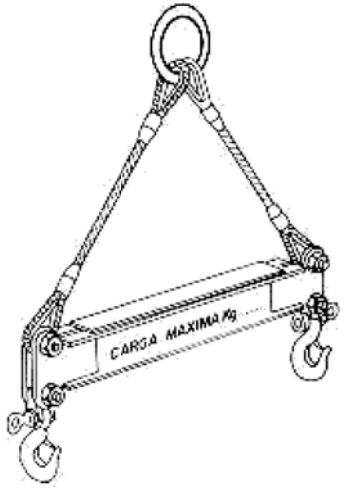


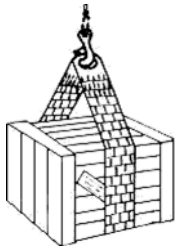
**SI**



**CANTONERAS DE PROTECCIÓN DE ARISTAS.**





**OBSERVACIONES:**

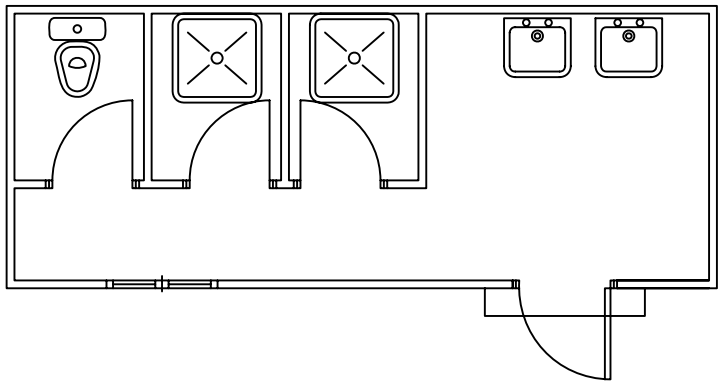
- La carga debe estar correctamente enganchada, para evitar su caída.
- Las eslingas y receptáculos deben ser adecuados.
- Los cables deben estar en buen estado para evitar su rotura durante la elevación.
- Al final del recorrido deben colocarse topes o dispositivos de parada automática, de forma que el recipiente o la carga no choque o caiga.
- También deben tenerse las prevenciones referidas a caídas de altura, atrapamientos o golpes por las partes mecánicas y descarga eléctrica.
- Quienes manejen las máquinas deben estar capacitados. Los trabajadores deben subir por un lugar diferente y no con el equipo.
- Cuando se recibe el material, es necesario estar enganchado a un punto fijo del edificio mediante el cinturón de seguridad (preferentemente grapas amuradas al hormigón), y deben utilizarse ganchos para atraer el tacho o estiba.

Esto evita asomarse mucho a lugares desde donde se puede caer, o que lo arrastre el tacho.

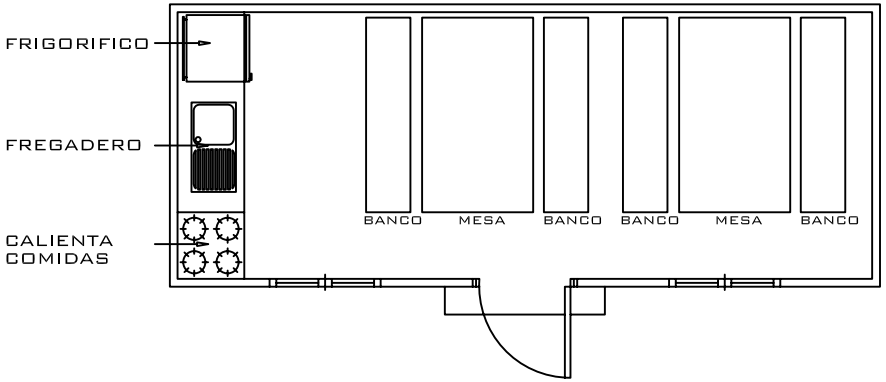
- Los lugares de carga y descarga estarán libres de material y escombros, y estarán bien iluminados; los lugares de descarga deben contar con barandas fijas (con travesaños a 70 cm. y 1,40 m.), dejando un espacio pequeño de barandas móviles que permitan entrar la carga.
- Las cargas no deben ser superiores a lo que el equipo especifica, y deben estar firmes y seguras.
- Los materiales sueltos, como los ladrillos u otros, deben moverse en recipientes de borde cerrados (tipo ***"parihuela"***), para evitar caídas.
- En caso de ramales inclinados, deberá verificarse la carga de cada ramal.
- Los ángulos entre ramales no sobrepasarán los 90 grados, se evitarán eslingas cortas .
- Los enganches no permitirán el deslizamiento de la carga, empleando distanciadores si es necesario. Los cables no formarán ángulos agudos, equipándose con guardacabos apropiados.
- Las eslingas no se apoyarán sobre aristas vivas, para lo cual deberán intercalarse cantoneras o escuadras de protección.
- Los ramales no deberán cruzarse, no montarán unos sobre otros.
- Antes de la elevación completa, deberá tensarse suavemente.
- La eslinga no deberá estar sometida a radiaciones térmicas importantes ni alcanzar una temperatura superior a 60º o a 80º si es de acero.

# SUSTENTACIÓN DE CARGAS

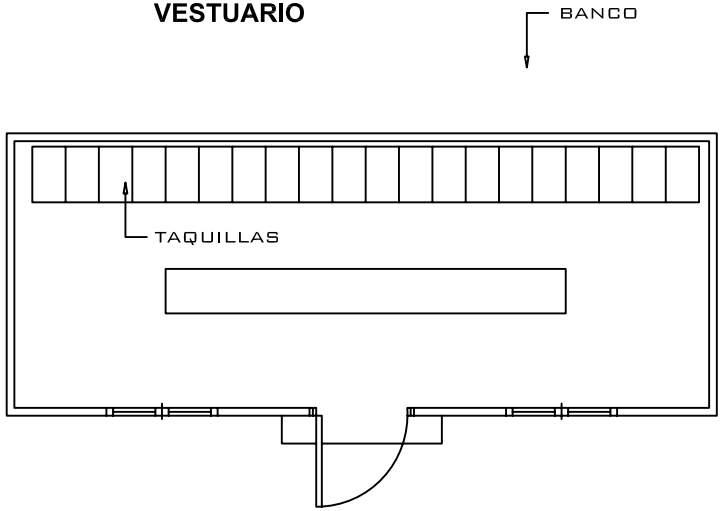
## MÓDULOS PREFABRICADOS
## ASEO HASTA 25 TRABAJADORES



## MÓDULOS PREFABRICADOS
## COMEDOR



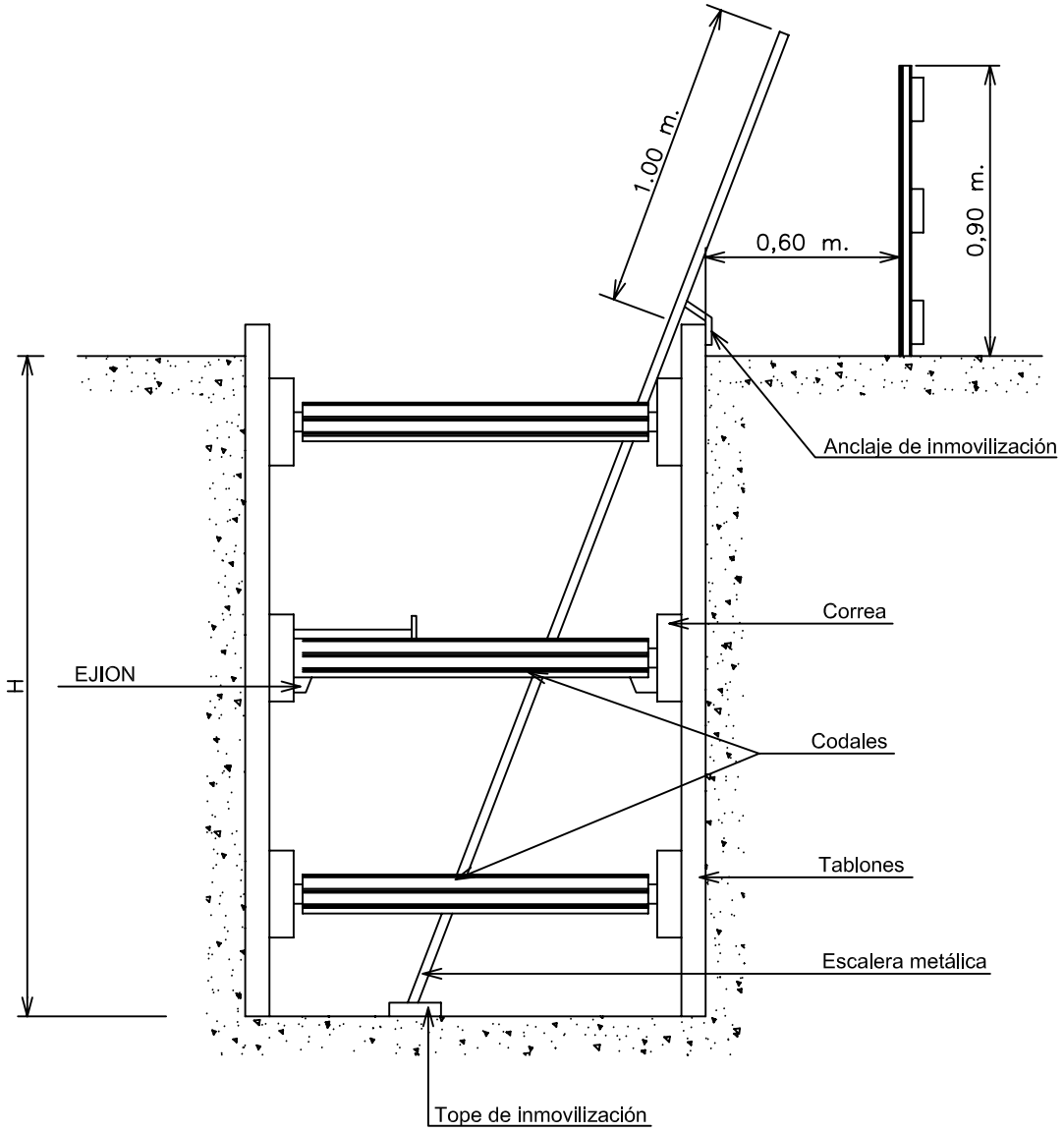

## MÓDULOS PREFABRICADOS
## VESTUARIO







La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación:
Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias nóvivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siendo orientativa la disposición de las señales en el plano.
La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.
Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.
Se recuerda la obligatoriedad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

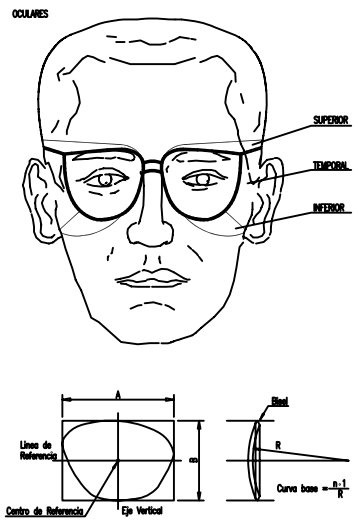



## OBRSERVACIONES:

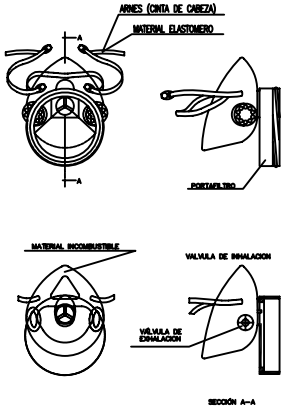
- La entibación se ejecutará a continuación de la excavación.
- Se acopiará material de entibación en cantidad suficiente para caso de emergencias. El acopio de materiales y las tierras extraídas en corte de profundidad mayor de 1,30 m., se dispondrán a distancia no menos de 2 m. del borde del corte y alejados de sótanos. Cuando las tierras extraídas estén contaminadas se desinfectarán así como las paredes de las excavaciones correspondientes.
- Se revisarán diariamente las entibaciones antes de comenzar la jornada de trabajo, tensando los codales cuando se hayan aflojado, así mismo se comprobarán que están expedidos los cauces de aguas superficiales.
- Se extremarán estar prevenciones después de interrupciones de trabajo de más de un día y/o de alteraciones atmosféricas como lluvias o heladas.
- Las zanjas de más de 1,30 m. de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente metálicas, que rebasen 1 m. sobre el nivel superior del corte. Disponiendo una escalera por cada 30 m. de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar libre de obstrucción y correctamente arriostrada transversalmente.
- Si hay conducciones de servicios que haya que sustentar no se hará de los codales.
- El acodalado horizontal de las entibaciones se realizará mediante codales normales a las caras de entibación.
- Si la entibación es parcial, debe llegar como mínimo hasta la mitad de la profundidad de la zanja y cubrir 1/3 de la altura de la misma.
- En zanjas o pozos de profundidad mayor de 1,30 m., siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno de retén en el exterior que podrá actuar como ayudante en el trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- No se trabajará simultáneamente en distintos niveles de la misma verticas ni sin casco de seguridad.
- Se acotarán las distancias mínimas de separación entre operarios, en función de las herramientas que emplean.
- En cortes de profundidad mayor de 1,30 m. las entibaciones deberán sobrepasar, com mínimo 20 cm. el nivel superficial del terreno y 75 cm. en el borde superior de laderas.
- Se evitará golpear la entibación durante operaciones de excavación, los cuadros o elementos de la misma no se utilizarán para el descenso o ascenso, ni se suspenderán de los codales cargas, como conducciones, debiendo suspenderse de elementos expresamente calculados y situados en la superficie.
- Al finalizar la jornada o en interrupciones largas, se protegerán las bocas de los pozos de profundidad mayor de 1,30 m. con un tablero resistente, red o elemento equivalente.
- En general las entibaciones o parte de estas se quitarán solo cuando dejen de ser necesarias y por franjas horizontales empezando por la parte inferior del corte.
- Se dispondrá en la obra, para proporcionar en cada tramo el equipo indispensable al operario, de una provisión de palancas, cuñas, barras, puntales, tablones, que no se utilizarán para la entibación y se reservarán para equipos de salvamento. Así como otros medios que puedan servir para eventualmente o socorrer a los operarios que puedan accidentarse.
- Se cumplirán además, todas las disposiciones generales que sean de aplicación de la ordenanza genera de seguridad e higiene en el trabajo y de las ordenanzas municipales.

# ENTIBACIÓN

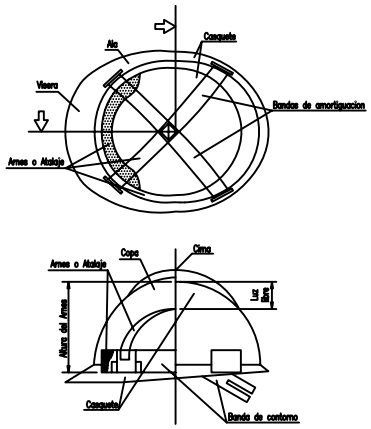
## PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD II)



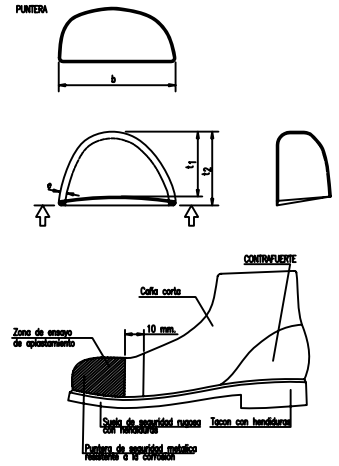

## MASCARILLA ANTIPOLVO



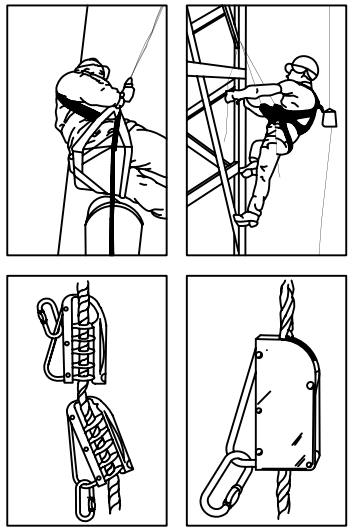

## PROTECCIONES INDIVIDUALES (CASCO DE SEGURIDAD)



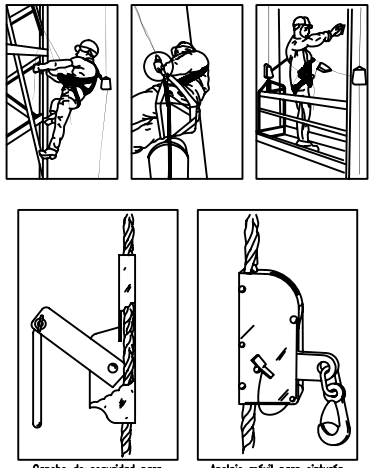

## PROTECCIONES INDIVIDUALES (BOTAS DE SEGURIDAD –REFUERZOS – )




## ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (Seguro automáticos anticaidas)



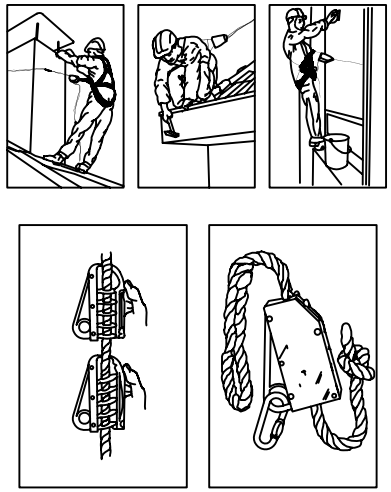
## CINTURON DE SEGURIDAD (Anclajes anticaidas)



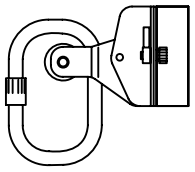
Gancho de seguridad para escaleras

Anclaje móvil para cinturón de seguridad

## ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (Seguro de anclaje móvil)



## MOSQUETON DE ENGANCHE A LINEA DE VIDA



## COLECTIVAS

1. Valla de cerramiento perimetral
2. Red de balizamiento
3. Red horizontal de protección
4. Se deberán proteger con setas todas las esperas.
5. Barandilla de protección
6. Red horca de protección
7. Linea de vida
8. Oclusión de huecos
9. Valla tipo ayuntamiento
10. Protección de huecos de ventana
11. Red de fachada, ona

## INSTALACIONES Y MEDIOS AUXILIARES

12. Instalaciones de higiene y bienestar
13. Acopios
14. Grúa torre
15. Andamio metálico tubular (cumpliendo con la normativa vigente)
16. Contenedor de escombros
17. Andamio de borriquetas
18. Trompa de vertido
19. Plataforma elevadora
20. Puntales
21. Pasazanjas
22. Camión grúa




La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación:

Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias nocivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.

Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siento orientativa la disposición de las señales en el plano.

La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.

Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.

Se recuerda la obligatoriedad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

## OBSERVACIONES:

- HAN DE APOYARSE EN SUPERFICIES PLANAS Y ESTABLES Y TENER ZAPATAS ANTIDESLIZANTES EN SU BASE.

- LA PARTE SUPERIOR SE SUJETARÁ AL PARÁMETRO SOBRE EL QUE SE APOYA.

- LAS ESCALERAS DE MANO FORMARÁN UN ÁNGULO APROXIMADO DE 75º CON LA HORIZONTAL.

- DEBEN SOBREPASAR UN METRO EL PUNTO SUPERIOR DE APOYO.

- LOS TRABAJOS EN ESCALERA A MÁS DE 3,5 m. DE ALTURA SE EFECTUARÁN CON CINTURÓN DE SEGURIDAD.

- LAS OPERACIONES DE SUBIDA Y BAJADA SE REALIZARÁN FRENTE A LA ESCALERA.

- NO SE SUBIRÁ NI BAJARÁ DE ESCALERAS CON MATERIALES PESADOS NI HERRAMIENTAS EN LAS MANOS, SINO UTILIZANDO CINTURÓN PORTAHERRAMIENTAS.

- LAS ESCALERAS HAN DE REVISARSE PERIÓDICAMENTE Y HAN DE TENER LA RESISTENCIA NECESARIA PARA QUE SU USO NO SUPONGA UN RIESGO DE CAÍDA POR ROTURA.

- LAS ESCALERAS DE MADERA NO DEBEN PINTARSE, YA QUE SE PUEDEN TAPAR DEFECTOR Y ROTURAS. SÓLO SE ADMITE BARNIZ TRANSPARENTE.

- LOS LARGUEROS SERÁN DE UNA SOLA PIEZA Y LOS PELDAÑOS ESTARÁN ENSAMBLADOS Y NO CLAVADOS.

- NUNCA UTILIZARÁN ESCALERAS SIN ALGÚN PELDAÑO O CON PELDAÑOS DETERIORADOS.

- LAS MESAS, SILLAS, ESTANTERÍAS, ETC., NO ESTÁN DISEÑADAS PARA GARANTIZAR LA ESTABILIDAD Y RESISTENCIA DE UNA PERSONA DE PIÉ SOBRE ELLAS, LUEGO NO SE UTILIZARÁN EN SUSTITUCIÓN DE ESCALERAS DE MANO.

- NUNCA SE URASÁR LA ESCALERA DE MANO CON ESCALONES DEFORMADOS O QUE FALTEN.

- NUNCA SE USARÁ LA ESCALERA DE MANO CON GRASA, ACEITE Y OTRA SUSTANCIA RESBALOSA EN ESCALONES O RIELES.

- LOS ESPACIOS ENTRE ESCALONES DEBEN SER IGUALES Y DE 30 cm. COMO MÁXIMO.

- LAS ESCALERAS DE MANO DEFECTUOSAS QUE NO PUEDAN REPARARSE EN EL LUGAR MISMO DEBEN SACARSE DE SERVICIO Y SE LES DEBE COLOCAR UNA ETIQUETA.

- SI LA ESCALERA DE MANO NO ES LO SUFICIENTEMENTE ALTA PARA EXTENDERSE 1 m. HACIA ARRIBA, ENTONCES DEBE ATARSE Y DEBE HABER UN LARGUERO SEGURO QUE SIRVA DE PASAMANO.

- PARA CADA METRO DE ALTURA DE EDIFICIO, LA BASE DE LA ESCALERA DEBE COLOCARSE A 0,25 m. DE DISTANCIA DEL EDIFICIO.

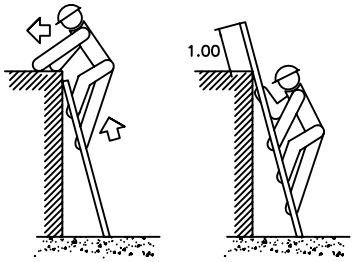
- LAS SUPERFICIES IDEALES SON EL ALISADO DE CEMENTO O LA TIERRA COMPACTA PARA FIJAR LA ESCALERA DE MANO.

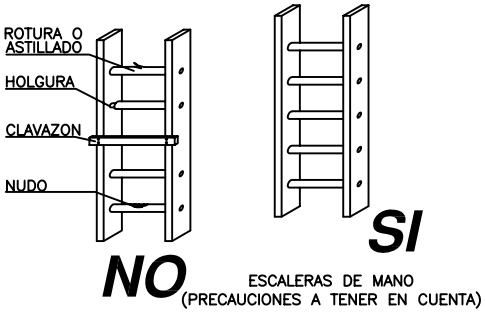
- AL FIJAR LA ESCALERA SE DEBEN EVITAR ROCAS INESTABLES, ARENA SUELTA, BARRO Y HIELO.

- MIRE HACIA LA ESCALERA AL SUBIR O BAJAR.

- MANTENER AL MENOS UNA MANO EN LA ESCALERA EN TODO MOMENTO, AL SUBIR O BAJAR.

- SI LA ESCALERA NO TIENE PIES RESISTENTES A RESBALAR, CAVE UNA PEQUEÑA ZANJA Y COLOQUE LA BASE DE LA ESCALERA EN LA ZANJA PARA QUE NO RESBALE.



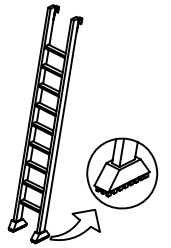




ESCALERAS DE MANO
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA)

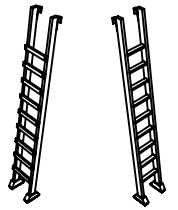
PRECAUCIONES EN EL USO DE ESCALERAS DE MANO



NO SE DEBE REALIZAR EL EMPALME IMPROVISADO DE DOS ESCALERAS.

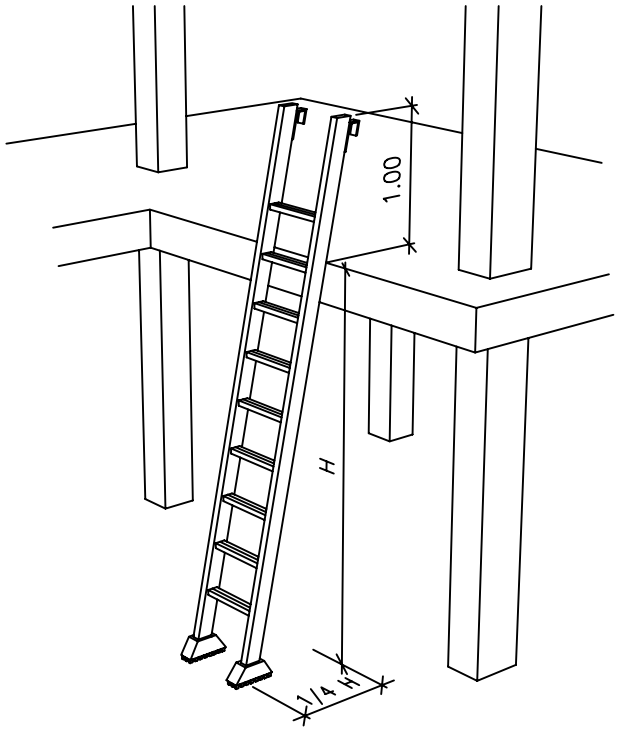


BASES ANTIRRESBALADIZAS PARA UNA MEJOR ESTABILIDAD

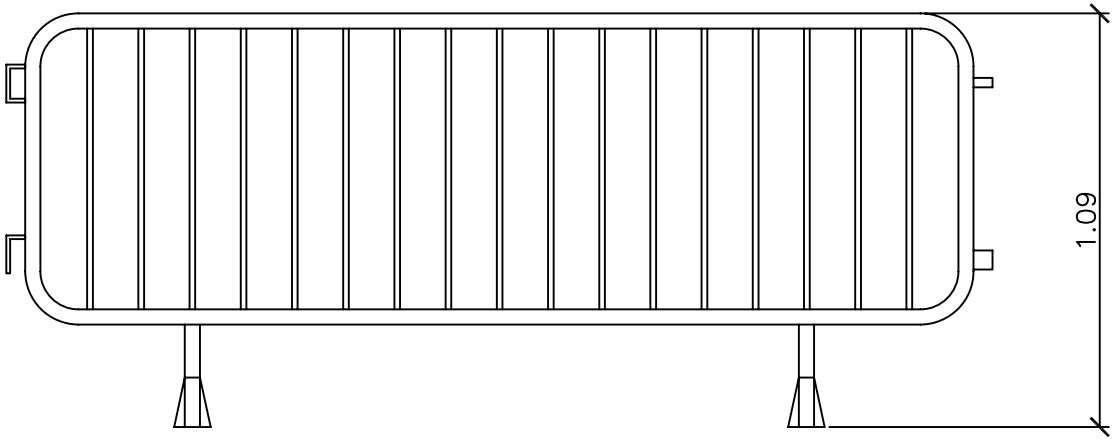


LOS LARGEROS SERAN DE UNA SOLA PIEZA Y LOS PELDANOS ESTARAN BIEN ENSAMBLADOS Y NO CLABADOS

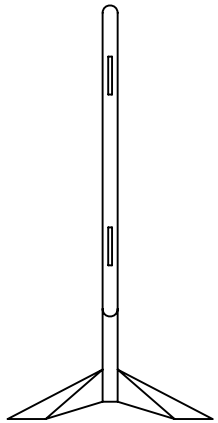
POSICION CORRECTA DE ESCALERAS DE MANO



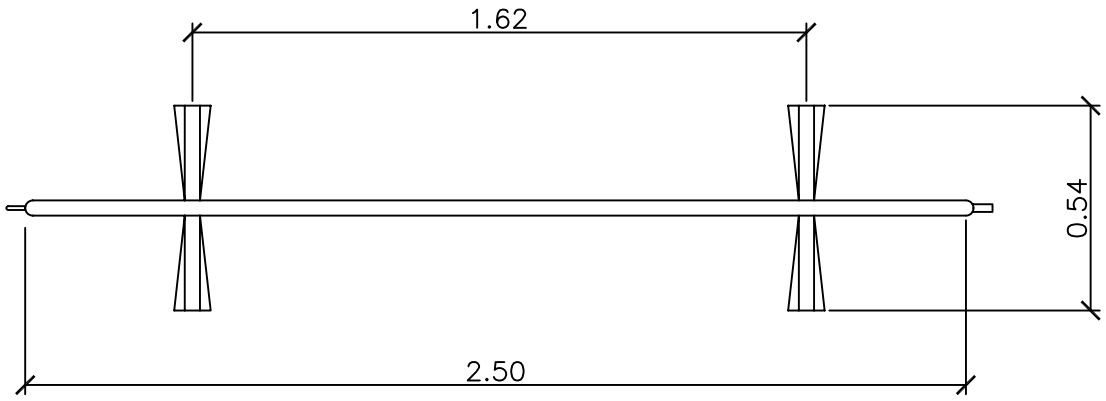

# ESCALERA DE MANO




**ALZADO**



**PERFIL**

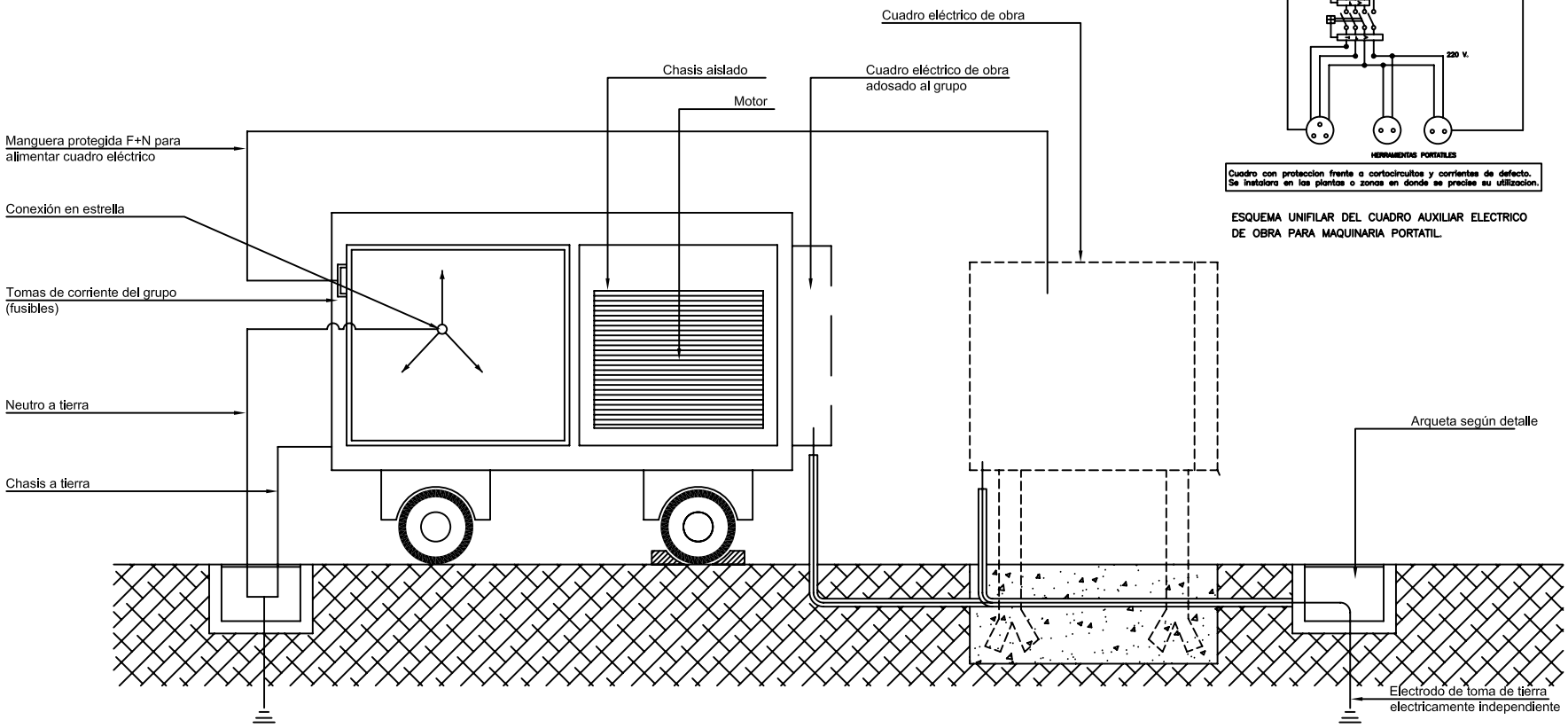


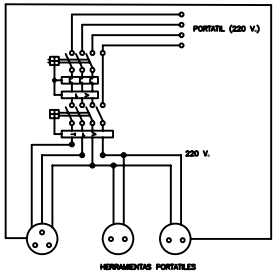

**PLANTA**

## VALLA MÓVIL DE PROTECCIÓN Y PROHIBICIÓN DE PASO

**ESCALA: 1/20**

# ESQUEMA PARA USO DE GRUPO ELECTRÓGENO PROVISIONAL Y DE EMERGENCIA POR CORTE ACCIDENTAL DEL FLUIDO ELÉCTRICO




Cuadro con proteccion frente a cortocircuitos y corrientes de defecto. Se instalara en las plantas o zonas en donde se precise su utilizacion.

ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO AUXILIAR ELECTRICO DE OBRA PARA MAQUINARIA PORTATIL.




La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación: Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias nocivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siento orientativa la disposición de las señales en el plano.

La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.

Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.

Se recuerda la obligatoriecad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

## NORMAS BÁSICAS DE SEGURIDAD Y PROTECCIONES COLECTIVAS :

- En el momento de la contratación del grupo electrógeno, se pedirá información de los sistemas de protección de que está dotado para contactos eléctricos indirectos.

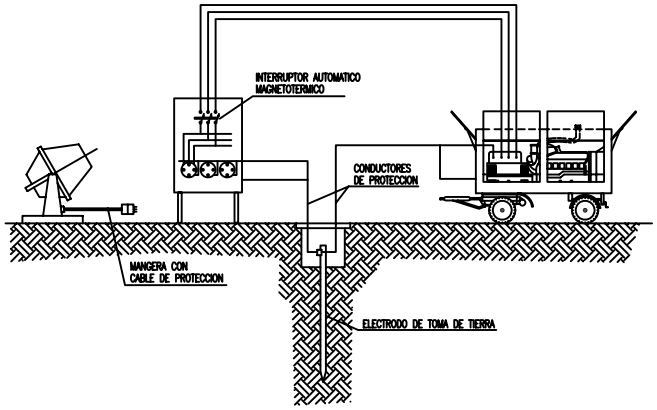
- Si el grupo no lleva incorporado ningún elemento de protección se conectará a un cuadro auxiliar de obra, dotado con un diferencial de 300 mA para el circuito de fuerza y otro de 30 mA para el circuito de alumbrado, poniendo a tierra, tanto al neutro del grupo como al cuadro.

- Tanto la puesta en obra del grupo, como sus conexiones a cuadros principales o auxiliares, deberá efectuarse con personal especializado.

- Otros riesgos adicionales son el ruido ambiental, la emanación de gases tóxicos por el escape del motor y atrapamientos en operaciones de mantenimiento.

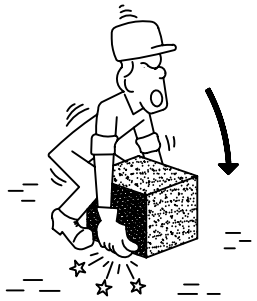
- El ruido se podrá reducir situando el grupo lo más alejado posible de las zonas de trabajo.

- Referente al riesgo de intoxicación su ubicación nunca debe ser en sótanos o compartimentos cerrados o mal ventilados.

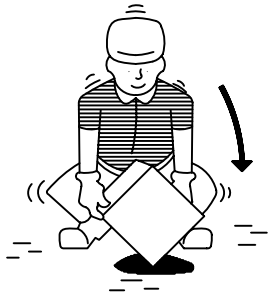



INSTALACION DE GRUPOS ELECTROGENOS

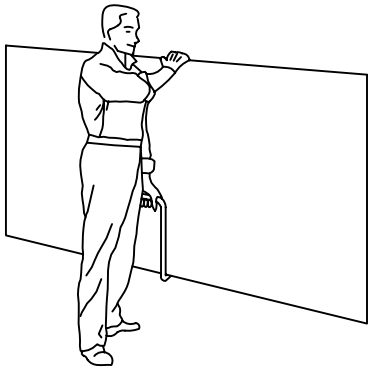
## FORMA DE CARGA MANUAL



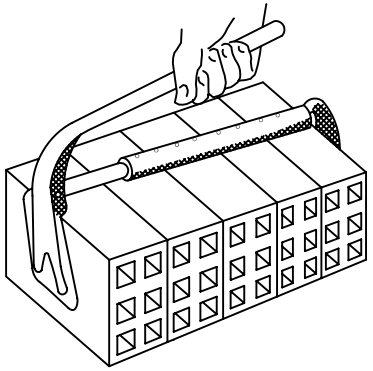
Incorrecto



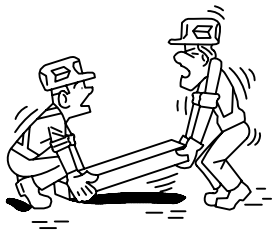
Correcto



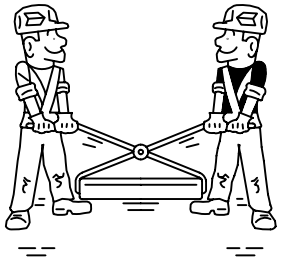
Transporte de placas



Pinza para ladrillos



Incorrecto



Correcto

## MANIPULACIÓN DE ELEMENTOS EN LA OBRA



Incorrecto



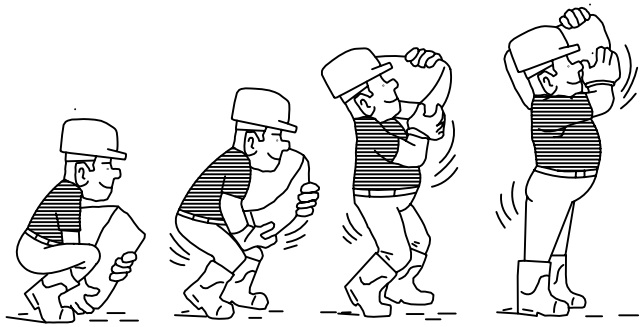
Correcto



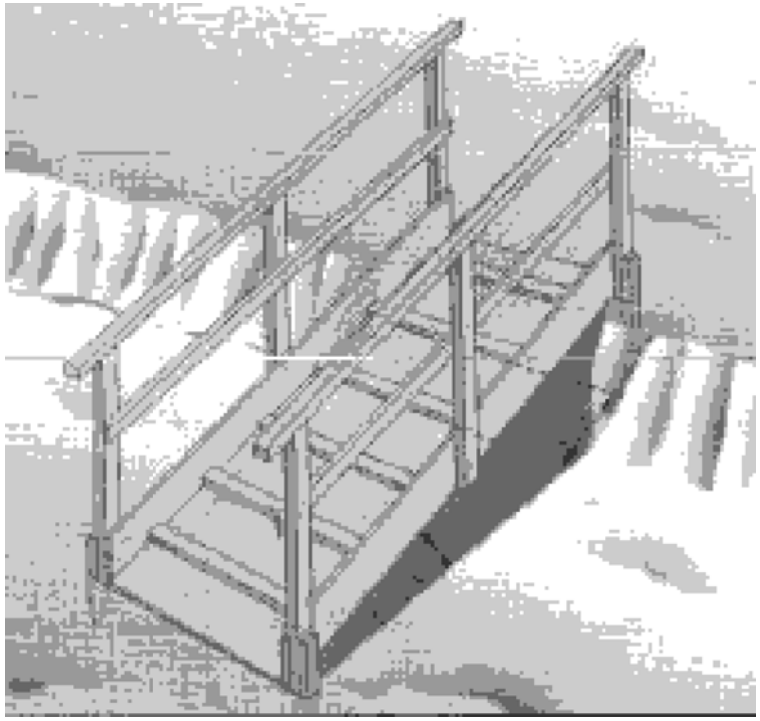
Incorrecto

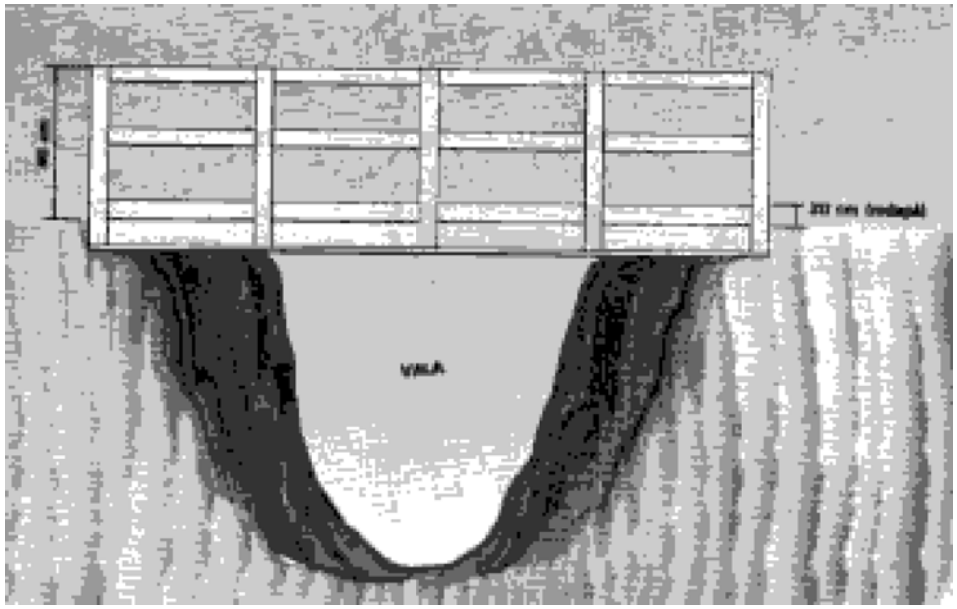


Correcto



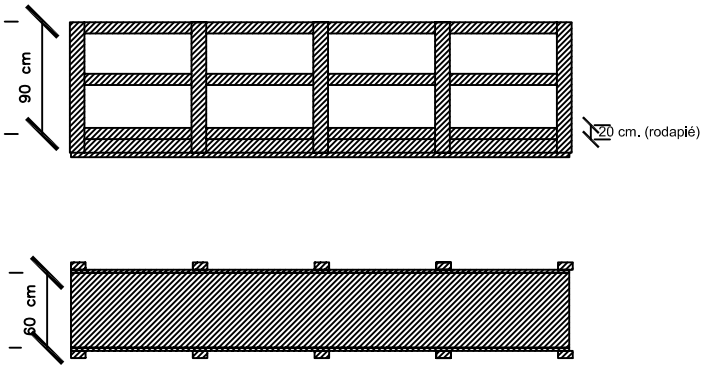
Izado correcto de cargas





## OBSERVACIONES:

- La pasarela debe tener un ancho de 60 cm. mínimo.
- Debe tener barandillas a ambos lados de la pasarela para impedir el riesgo de caídas a distinto nivel.
- La pasarela se fijará en ambos extremos para impedir desplazamientos y vuelcos.
- Las barandillas que protegen la pasarela deberan tener un rodapié de 20 cm.
- Se desecharán aquellas pasarelas que presenten deterioros y puedan suponer riesgos adicionales en su uso.
- Se revisará diariamente su situación y estado.
- Queda prohibido el acopio de materiales u otros elementos de obra sobre las plataformas, asi como sus inmediaciones.
- Se prohibe su uso para funciones distintas para las que estan diseñadas.
- Las barandillas tendrán una altura de 90 cm. y constarán de barandilla intermedia.
- La superficie de la plataforma será continua y sin ningún resalte, además será antideslizante.




# PASARELA

# SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD

## SEÑALES DE OBLIGACIÓN



PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES



VÍA OBLIGATORIA PARA PEATONES



Obligación general



Protección obligatoria de la vista



Protección obligatoria de la cara



Protección individual obligatoria contra caídas



Protección obligatoria de las manos



Protección obligatoria de la cabeza



Protección obligatoria del cuerpo



Protección obligatoria de las vías respiratorias



Protección obligatoria del oído

## SEÑALES DE BALIZAMIENTO



Peligro por obras



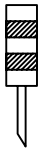
Peligro escalón lateral



Peligro badén



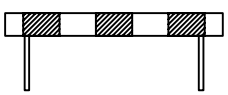
Cono de señalización



Baliza vertical reflectante




Parada obligatoria "STOP"



Baliza horizontal



Dirección prohibida

## SEÑALES DE LUCHA CONTRA INCENDIOS, SALVAMENTO Y SOCORRO



Extintor de incendios



Primeros auxilios

## SEÑALES DE PROHIBICIÓN



No tocar



Prohibido el paso a los peatones



Entrada prohibida a personas no autorizadas



Prohibido circular bajo cargas suspendidas



PROHIBIDO APARCAR



PROHIBIDO FUMAR.



PROHIBIDO ENCENDER FUEGO.

## SEÑALES DE PELIGRO



Peligro de cargas suspendidas



Peligro genérico



Peligro caídas al mismo nivel



Peligro paso de carretillas



Peligro eléctrico



Materia nocivas o irritantes



Materia inflamables



Peligro caídas a distinto nivel



Materias tóxicas



Materias corrosivas




La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación: Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias nóvivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siento orientativa la disposición de las señales en el plano.

## SEÑALES DE ADVERTENCIA (Hoja I)

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SIMBOLO | COLORES DEL SIMBOLO | COLORES DE SEGURIDAD | COLORES DE CONTRASTE | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES |  | NEGRO | AMARILLO | NEGRO |  |
| RIESGO DE INCENDIO MATERIAS EXPLOSIVAS |  | NEGRO | AMARILLO | NEGRO |  |
| RIESGO DE RADIACION MATERIAL RADIOACTIVO |  | NEGRO | AMARILLO | NEGRO |  |
| RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS |  | NEGRO | AMARILLO | NEGRO |  |
| RIESGO DE INTOXICACION SUSTANCIAS TOXICAS |  | NEGRO | AMARILLO | NEGRO |  |
| RIESGO DE CORROSION SUSTANCIAS CORROSIVAS |  | NEGRO | AMARILLO | NEGRO |  |

## SEÑALES DE PELIGRO (Hoja II)

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SIMBOLO | COLORES DEL SIMBOLO | COLORES DE SEGURIDAD | COLORES DE CONTRASTE | ELEMENTO DE SEÑALIZACION |
|---|---|---|---|---|---|
| SEMAFOROS |  | NEGRO | AMARILLO | ROJO |  |
| CURVA PELIGROSA A DERECHA |  | NEGRO | AMARILLO | ROJO |  |
| CURVA PELIGROSA A IZQUIERDA |  | NEGRO | AMARILLO | ROJO |  |
| CURVAS PELIGROSAS A DERECHAS |  | NEGRO | AMARILLO | ROJO |  |
| CURVAS PELIGROSAS A IZQUIERDAS |  | NEGRO | AMARILLO | ROJO |  |
| PERFIL IRREGULAR |  | NEGRO | AMARILLO | ROJO |  |
| RESALTO |  | NEGRO | AMARILLO | ROJO |  |
| BADEN |  | NEGRO | AMARILLO | ROJO |  |
| ESTRECHAMIENTO DE CALZADA |  | NEGRO | AMARILLO | ROJO |  |

## SEÑALES DE REGLAMENTACION Y PRIORIDAD (Hoja II)

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SIMBOLO | COLORES DEL SIMBOLO | COLORES DE SEGURIDAD | COLORES DE CONTRASTE | ELEMENTO DE SEÑALIZACION |
|---|---|---|---|---|---|
| VELOCIDAD MAXIMA | 40 | NEGRO | AMARILLO | ROJO |  |
| GIRO A LA DERECHA PROHIBIDO |  | NEGRO | AMARILLO | BLANCO |  |
| GIRO A LA IZQUIERDA PROHIBIDO |  | NEGRO | AMARILLO | ROJO |  |
| ADELANTAMIENTO PROHIBIDO |  | NEGRO | AMARILLO | ROJO |  |
| ADELANTAMIENTO PROHIBIDO A CAMIONES |  | NEGRO | AMARILLO | ROJO |  |
| ESTACIONAMIENTO PROHIBIDO |  | ROJO | AZUL | ROJO |  |
| SENTIDO OBLIGATORIO |  | BLANCO | AZUL | BLANCO |  |

## SEÑALES DE SEGURIDAD (UNE 81.501)

| SIGNIFICADO DE LA SEÑAL | SIMBOLO | COLORES DEL SIMBOLO | COLORES DE SEGURIDAD | COLORES DE CONTRASTE | SEÑAL DE SEGURIDAD |
|---|---|---|---|---|---|
| PROHIBIDO FUMAR |  | NEGRO | ROJO | BLANCO |  |
| PROHIBIDO APAGAR CON AGUA |  | NEGRO | ROJO | BLANCO |  |
| PROHIBIDO FUMAR Y LLAMAS DESNUDAS |  | NEGRO | ROJO | BLANCO |  |
| AGUA NO POTABLE |  | NEGRO | ROJO | BLANCO |  |
| PROHIBIDO PASARN A LOS PEATONES |  | NEGRO | ROJO | BLANCO |  |

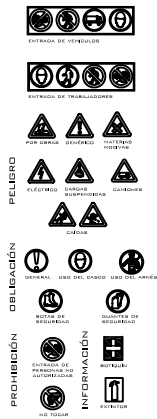
Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{l^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal.

COLECTIVAS

1. Valla de cerramiento perimetral
2. Red de balizamiento
3. Red horizontal de protección
4. Se deberán proteger con setas todas las esperas.
5. Barandilla de protección
6. Red horca de protección
7. Linea de vida
8. Oclusión de huecos
9. Valla tipo ayuntamiento
10. Protección de huecos de ventana
11. Red de fachada, ona




INSTALACIONES Y MEDIOS AUXILIARES

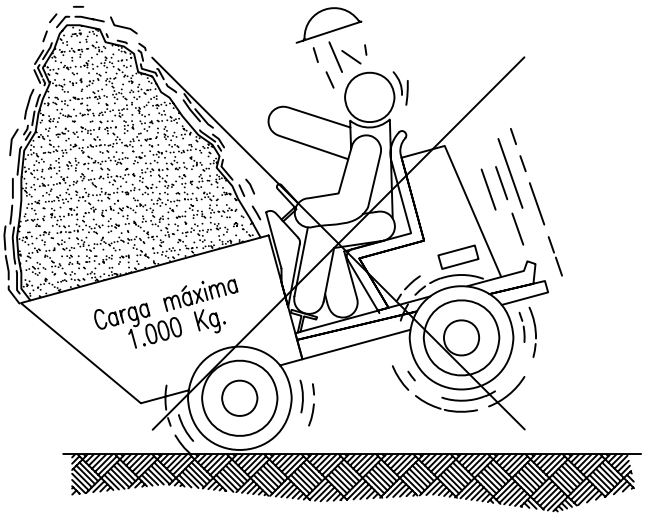
12. Instalaciones de higiene y bienestar
13. Acopios
14. Grúa torre
15. Andamio metálico tubular (cumpliendo con la normativa vigente)
16. Contenedor de escombros
17. Andamio de borriquetas
18. Trompa de vertido
19. Plataforma elevadora
20. Puntales
21. Pasazanjas
22. Camión grúa

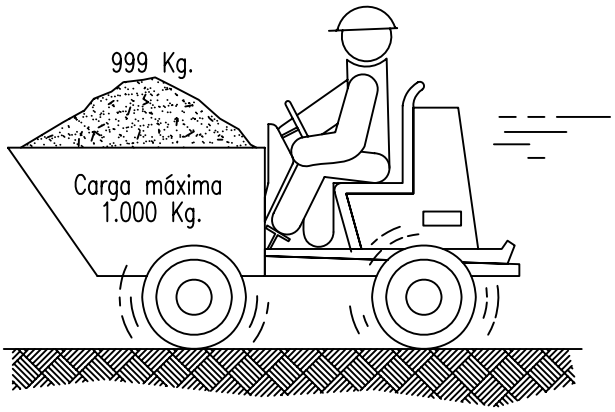
La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación: Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias novivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siento orientativa la disposición de las señales en el plano.

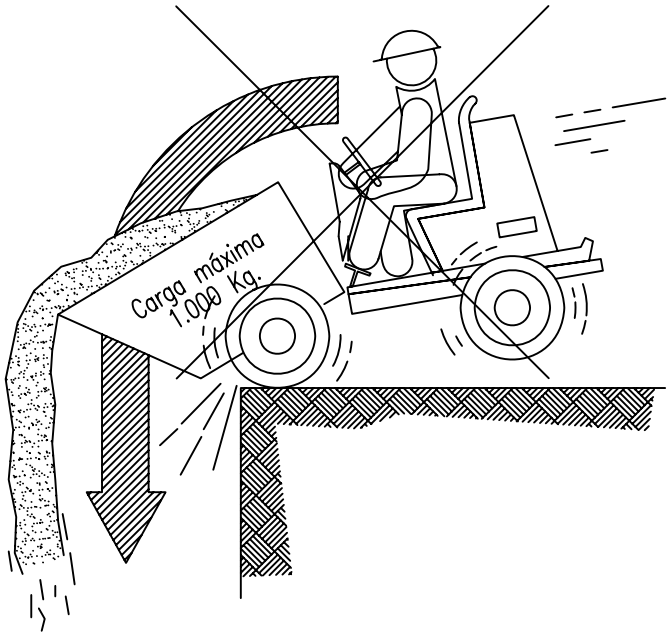
La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.

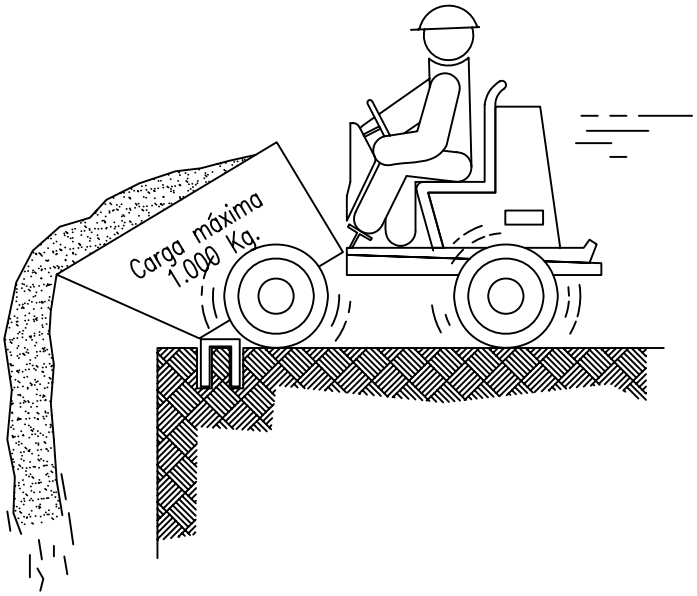
Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.

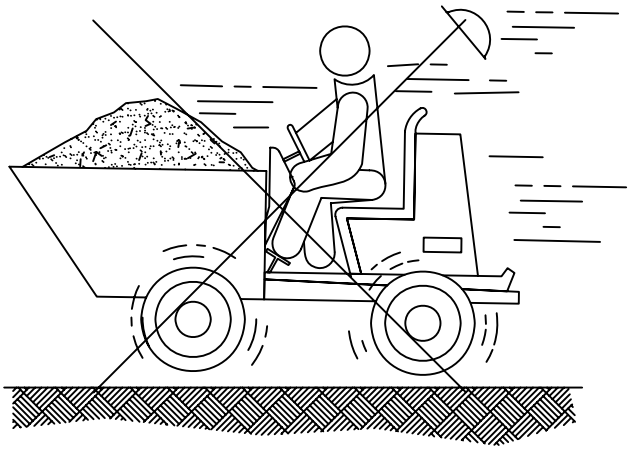
Se recuerda la obligatoriedad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

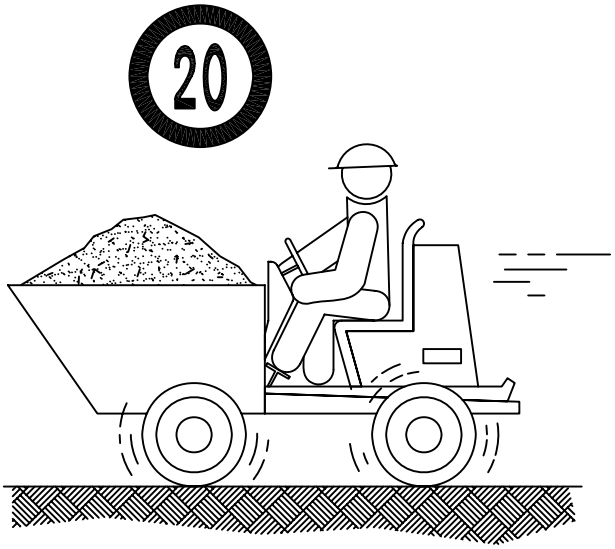


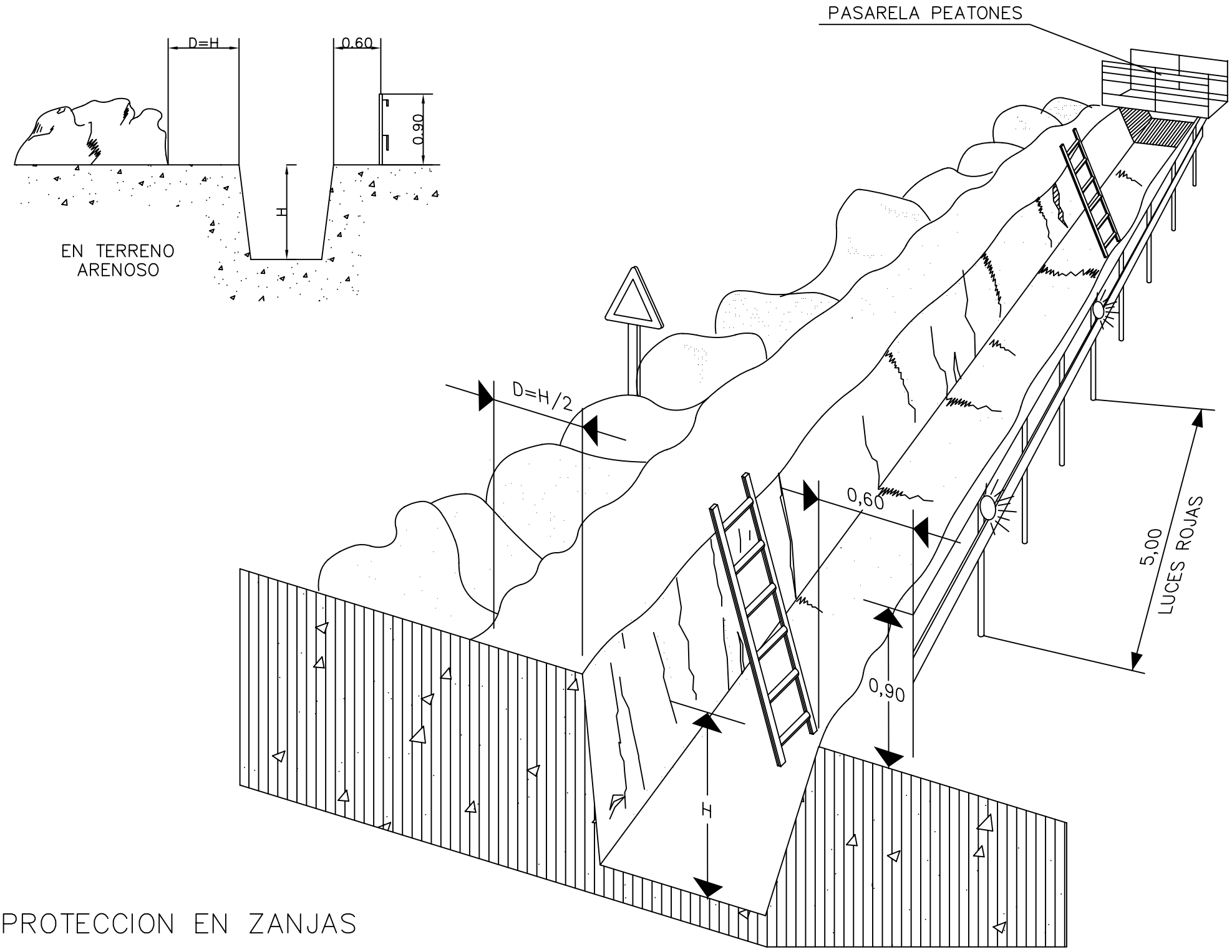






**NO**

**SI**

**PRECAUCIONES MAQUINARIA**




# PROTECCION EN ZANJAS



**COMIENZO.**
**ATENCIÓN.**
**TOMA DE MANDO.**

Los brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia delante.



**ALTO.**
**INTERRUPCIÓN.**
**FIN DEL MOVIMIENTO.**

El brazo derecho extendido hacia arriba la palma de la mano derecha hacia delante.



**FIN DE LAS OPERACIONES.**

Las manos juntas a la altura del pecho



**DISTANCIA HORIZONTAL.**

Las manos indican la distancia.



**BAJAR.**

Brazo derecho extendido hacia abajo, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un circulo.



**IZAR.**

Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un circulo.



**HACIA LA DERECHA:**
**CON RESPECTO AL ENCARGADO DE SEÑALES.**

El brazo derecho extendido más o menos horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.



**HACIA LA IZQUIERDA:**
**CON RESPECTO AL ENCARGADO DE SEÑALES.**

El brazo izquierdo extendido más o menos horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.



**DISTANCIA VERTICAL.**

Las manos indican la distancia.



**AVANZAR.**

Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.



**RETROCEDER.**

Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente, alijándose del cuerpo.



**PELIGRO.**
**ALTO O PARADA DE EMERGENCIA.**

Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante.

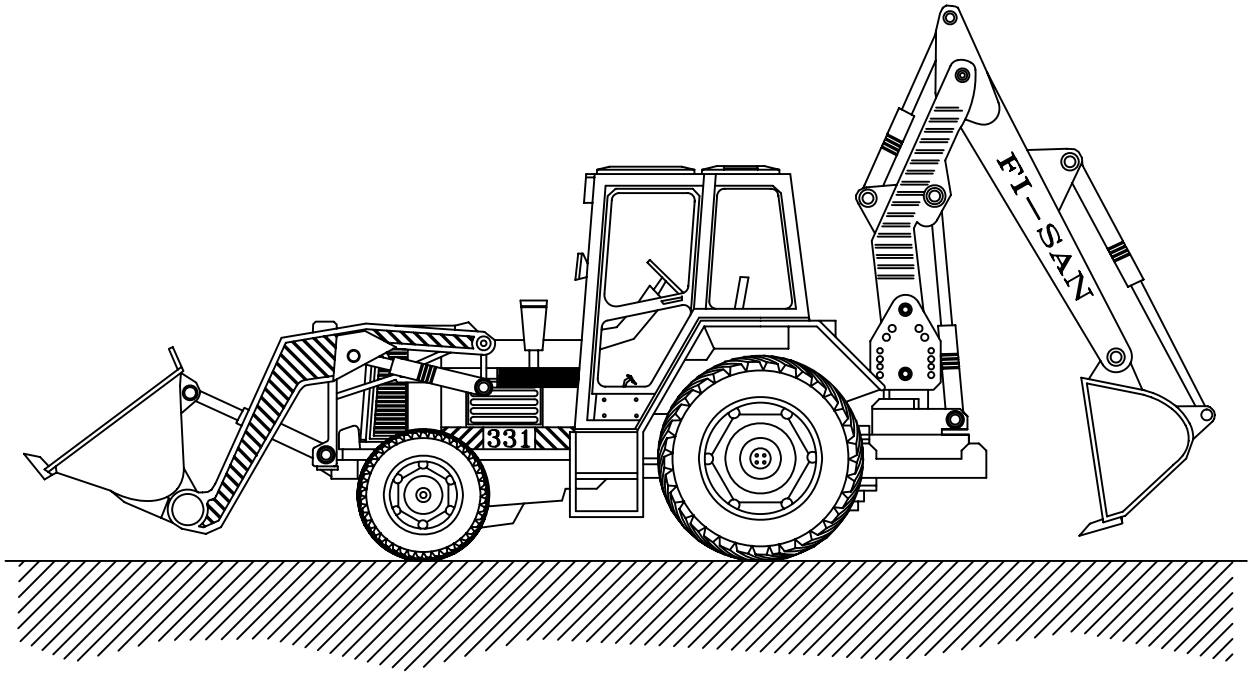



La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación: Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias novivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguiridad.
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siento orientativa la disposición de las señales en el plano.

La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.

Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.

Se recuerda la obligatoriedad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

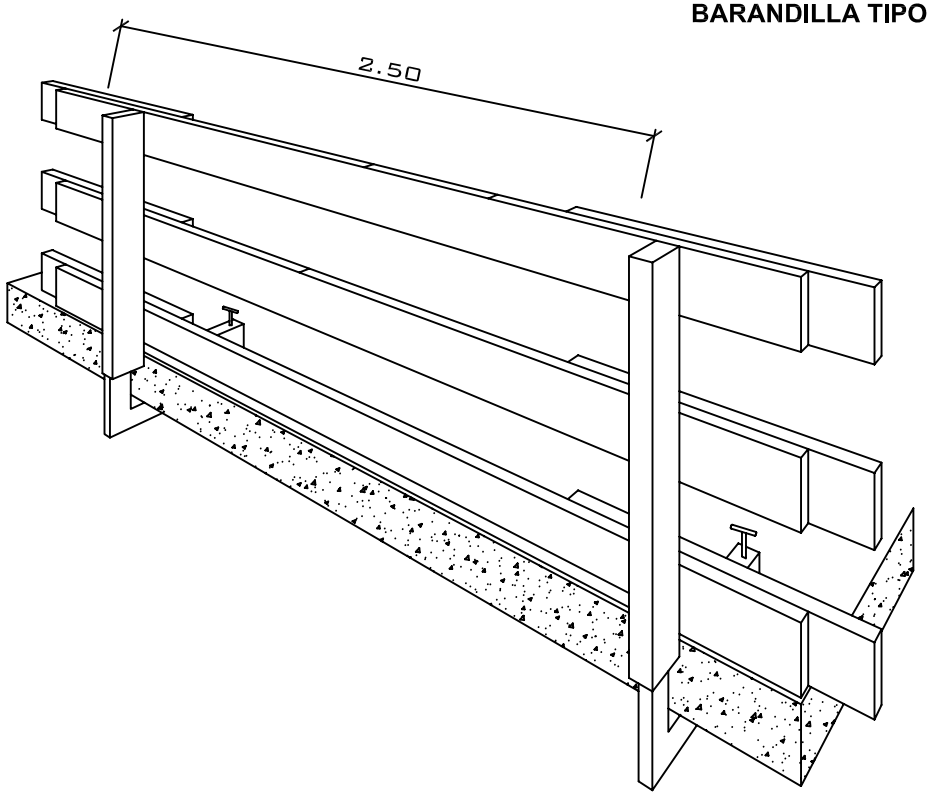


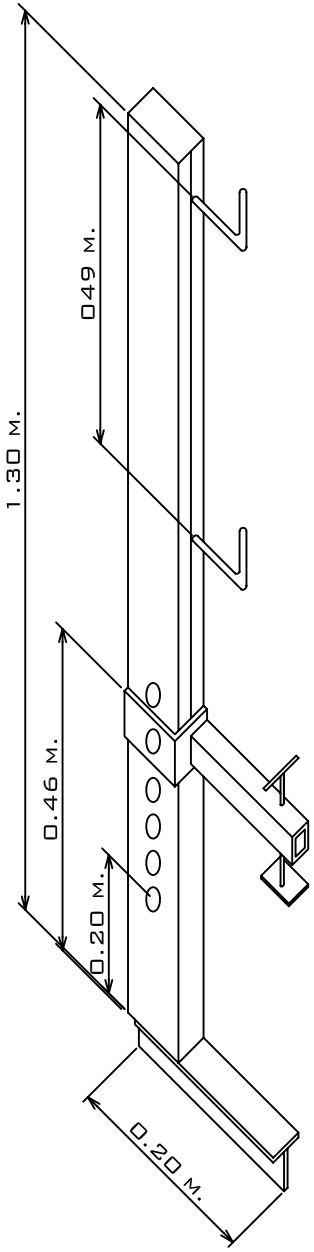

## MEDIDAS PREVENTIVAS:

- Nunca se debe saltar de la máquina. Se deben utilizar los medios instalados para bajar y emplear ambas manos para sujetarse.
- Mantenga su máquina limpia de grasa y aceite y en especial los accesos a la misma.
- Ajustese el cinturón de seguridad y el asiento.
- En los trabajos de mantenimiento y reparación aparcar la máquina en suelo firme, colocar todas las palancas en posición neutral y parar el motor quitando la llave de contacto.
- Evite siempre que sea posible manipular con el motor caliente cuando alcanza su temperatura, cualquier contacto puede ocasionar quemaduras graves.
- Mirar continuamente en la dirección de la marcha para evitar atropellos durante la marcha atrás.
- No trate de realizar ajustes si se puede evitar, con el motor de la máquina en marcha.
- Antes de cada intervención en el circuito hidráulico hay que accionar todos los mandos auxiliares en ambas direcciones con la llave en posición de contacto para eliminar presiones dinámicas.
- El sistema de enfriamiento contiene álcali, evite su contacto con la piel y los ojos.
- No suelde o corte con soplete, tuberías que contengan líquido inflamables.
- No intente subir o bajar de la máquina si va cargado con suministros o herramientas.
- No realice modificaciones, ampliaciones o montajes de equipos adicionales en la máquina. Que perjudiquen la seguridad.
- Utilice gafas de protección cuando golpee objetos, como pasadores, bulones, etc...
- En previsión de vuelcos, la cabina ha de estar en todo momento libre de objetos pesados.
- Permanezca separado de todas las partes giratorias o móviles.
- Controlar la existencia de fugas en mangueras, racores, ... si existen, eliminelas inmediatamente.
- No utilice nunca ayuda de arranque en frío a base de éter cerca de fuentes de calor.
- Durante el giro del motor tenga cuidado que no se introduzcan objetos en el ventilador.
- Deberán llevar una carcasa de protección y resguardo que impidan los atrapamientos por los órganos móviles.
- No se debe permitir el acceso a la máquina a personas no autorizadas.
- En las labores de mantenimiento debe apoyarse la cuchara, parar el motor y poner el freno de mano y bloqueo de la máquina.
- No se debe guardar combustible ni trapos grasientos o algodones en la máquina con el fin de evitar incendios.
- Utilizar guantes y gafas de seguridad para efectuar trabajos en la batería.
- No se debe manipular el sistema eléctrico hay que desconectar la máquina extrayendo primero la llave de contacto.
- No debe liberarse los frenos de la máquina en posición de parada si antes no se ha instalado tacos de inmovilización de las ruedas.
- Está prohibido utilizar el brazo articulado de la máquina para izar personas y acceder a trabajos puntuales.
- En los trabajos en zanjas, en los que resulte imposible ver directamente la zona de trabajo, solo se operará bajo las ordenes de un señalista.
- Estacione la máquina en una superficie nivelada.
- Cierre bien la máquina, quite todas las llaves y asegure la máquina contra la utilización de personal no autorizado y vandalismo.

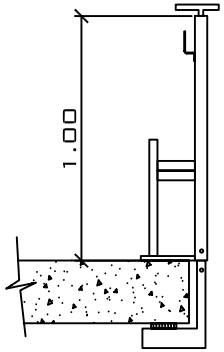
# RETRO-PALA

# BARANDILLA TIPO SARGENTO

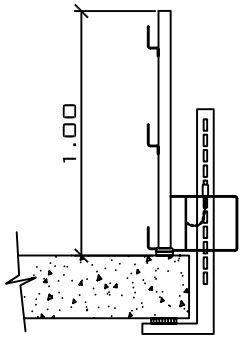


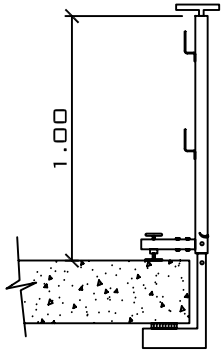

SOPORTE TIPO 1




SOPORTE TIPO 2




SOPORTE TIPO 3

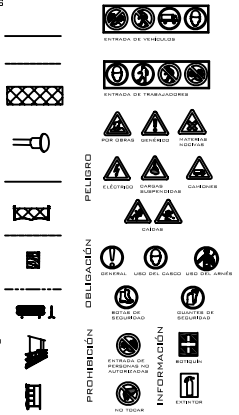



COLECTIVAS

1. Valla de cerramiento perimetral
2. Red de balizamiento
3. Red horizontal de protección
4. Se deberán proteger con setas todas las esperas.
5. Barandilla de protección
6. Red horca de protección
7. Línea de vida
8. Oclusión de huecos
9. Valla tipo ayuntamiento
10. Protección de huecos de ventana
11. Red de fachada, ona

INSTALACIONES Y MEDIOS AUXILIARES

12. Instalaciones de higiene y bienestar
13. Acopios
14. Grúa torre
15. Andamio metálico tubular (cumpliendo con la normativa vigente)
16. Contenedor de escombros
17. Andamio de borriquetas
18. Trompa de vertido
19. Plataforma elevadora
20. Puntales
21. Pasazanjas
22. Camión grúa



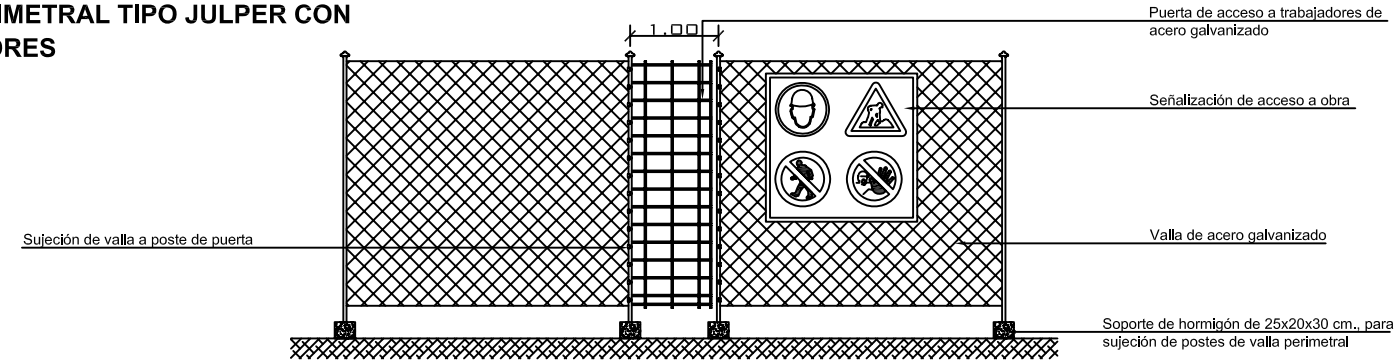

La señalización siguiente es de aplicación a todas las zonas de actuación: Peligro de caídas al mismo nivel, peligro genérico, peligro de materias novivas o irritantes y uso obligatorio de casco de seguridad.
Su ubicación irá sujeta a los riesgos específicos que entraña cada trabajo realizado en las diferentes zonas de actuación, siento orientativa la disposición de las señales en el plano.

La zona de actuación deberá estar en perfecto estado de orden y limpieza.

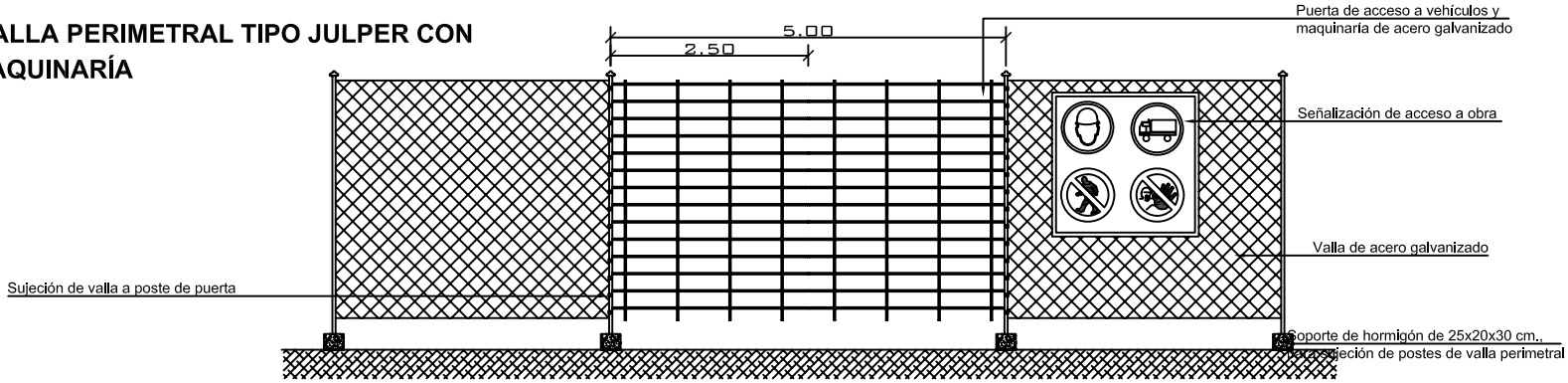
Peligro eléctrico. Se colocarán en los cuadros eléctricos que serán manipulados por personal especializado exclusivamente.

Se recuerda la obligatoriedad del uso de chaleco reflectante y casco para toda persona que entre en la obra.

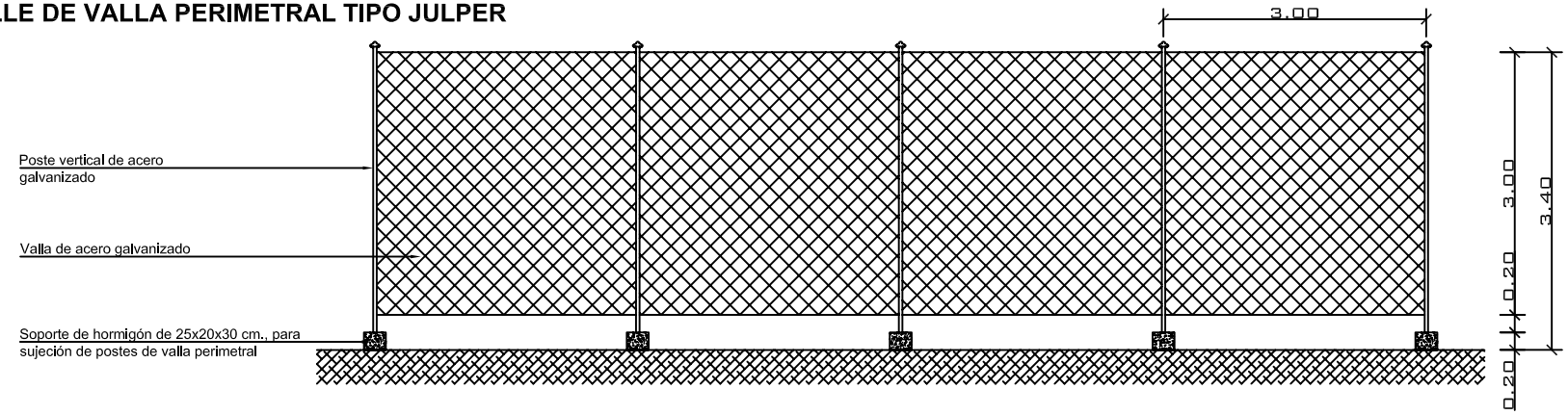
## DETALLE DE VALLA PERIMETRAL TIPO JULPER CON ACCESO DE TRABAJADORES




## DETALLE DE VALLA PERIMETRAL TIPO JULPER CON ACCESO DE MAQUINARÍA




## DETALLE DE VALLA PERIMETRAL TIPO JULPER







LA SEÑALIZACIÓN SIGUIENTE ES DE APLICACIÓN A TODAS LAS ZONAS DE ACTUACIÓN: PELIGRO DE CAÍDAS AL MISMO NIVEL, PELIGRO GENÉRICO, PELIGRO DE MATERIAS NOVIVAS O IRRITANTES Y USO OBLIGATORIO DE CASCO DE SEGUIRIDAD.

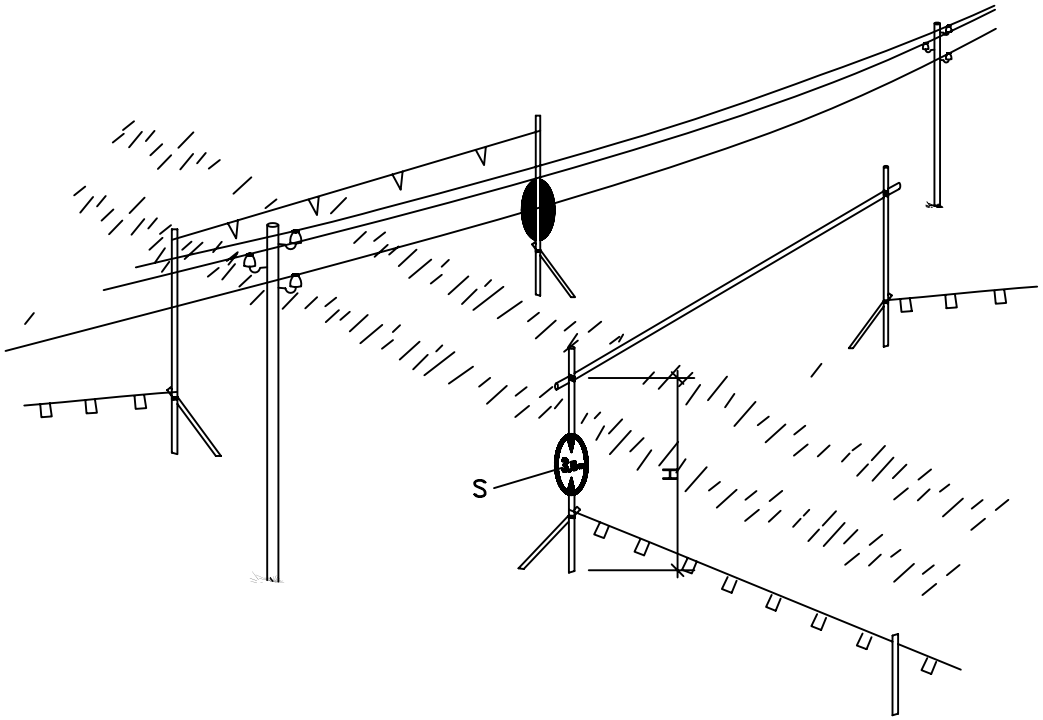
SU UBICACIÓN IRÁ SUJETA A LOS RIESGOS ESPECÍFICOS QUE ENTRAÑA CADA TRABAJO REALIZADO EN LAS DIFERENTES ZONAS DE ACTUACIÓN; SIENTO ORIENTATIVA LA DISPOSICIÓN DE LAS SEÑALES EN EL PLANO.

LA ZONA DE ACTUACIÓN DEBERÁ ESTAR EN PERFECTO ESTADO DE ORDEN Y LIMPIEZA.

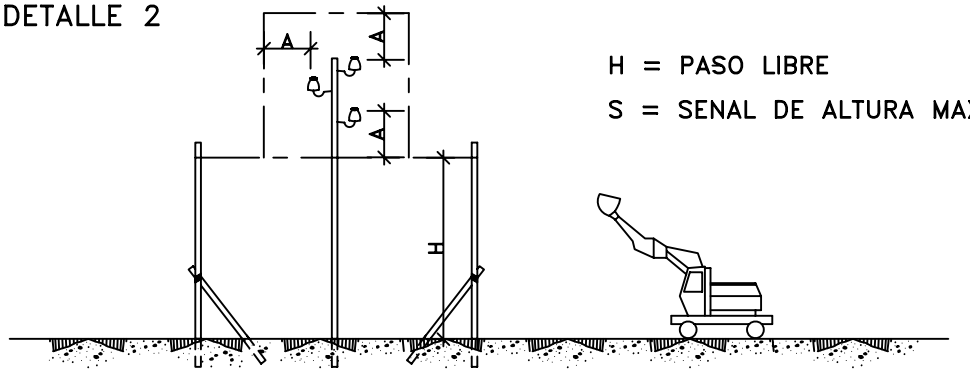
PELIGRO ELÉCTRICO. SE COLOCARÁN EN LOS CUADROS ELÉCTRICOS QUE SERÁN MANIPULADOS POR PERSONAL ESPECIALIZADO EXCLUSIVAMENTE.

SE RECUERDA LA OBLIGATORIEDAD DEL USO DE CHALECO REFLECTANTE Y CASCO PARA TODA PERSONA QUE ENTRE EN LA OBRA.

# PORTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELECTRICAS AEREAS



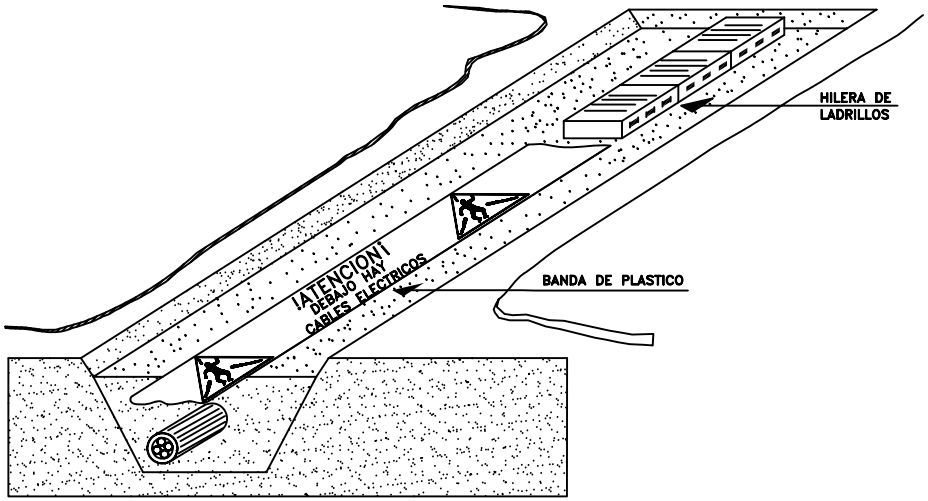

DETALLE 2



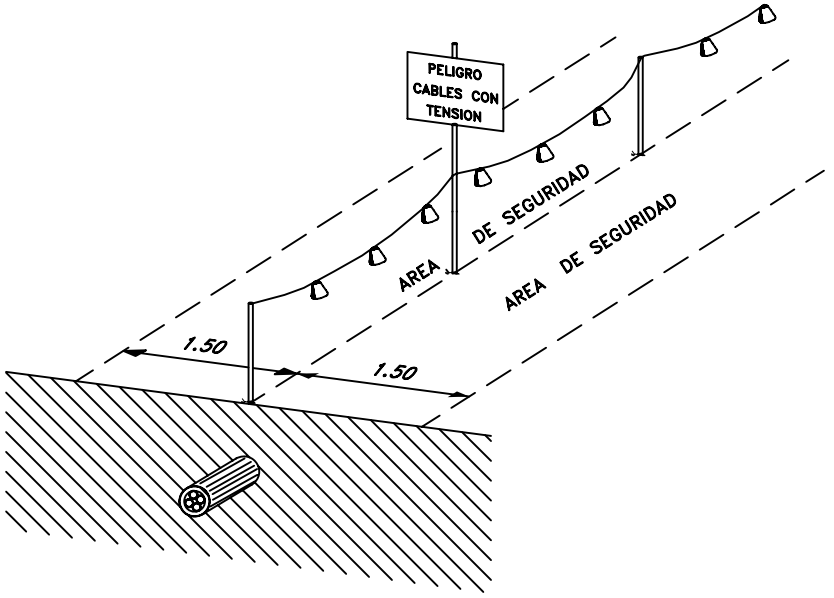

H = PASO LIBRE

S = SENAL DE ALTURA MAXIMA

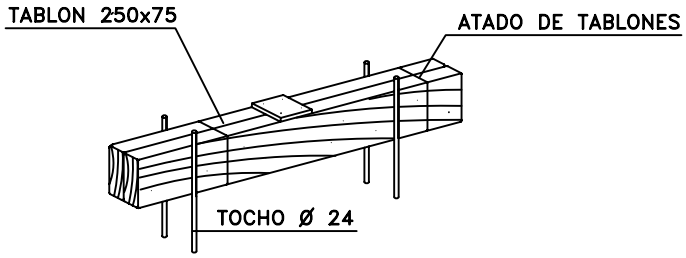
## FORMAS MAS USUALES DE SEÑALIZACION INTERIOR Y PROTECCION EMPLEADAS EN CONDUCCIONES ELECTRICAS



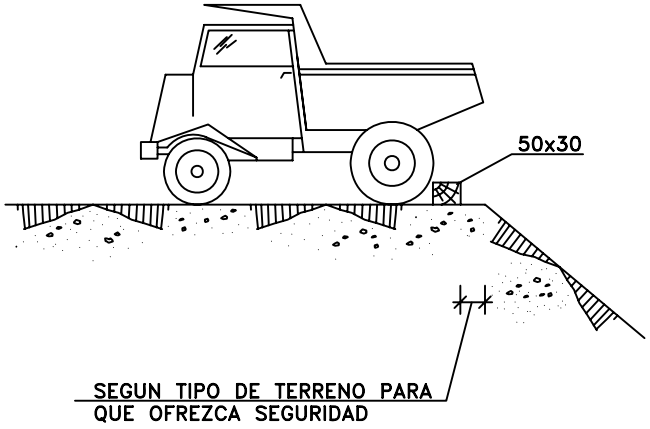

## SEÑALIZACION EXTERIOR DE CONDUCCIONES DE ELECTRICIDAD Y DISTANCIAS PARA AREAS DE SEGURIDAD

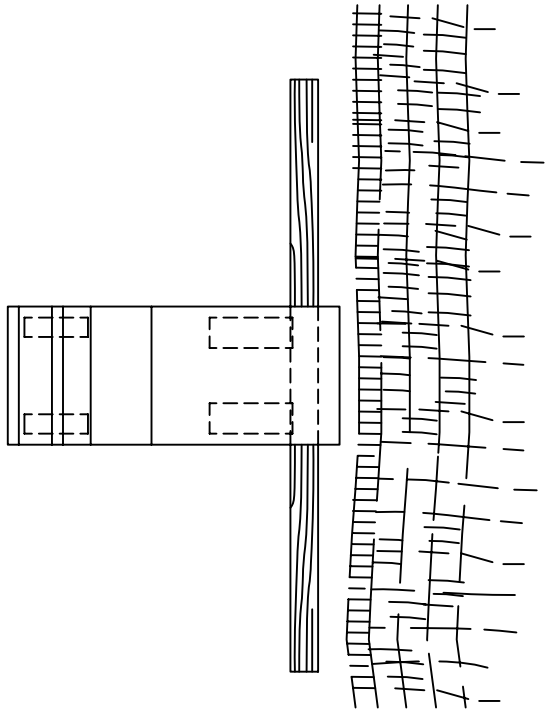


# TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS

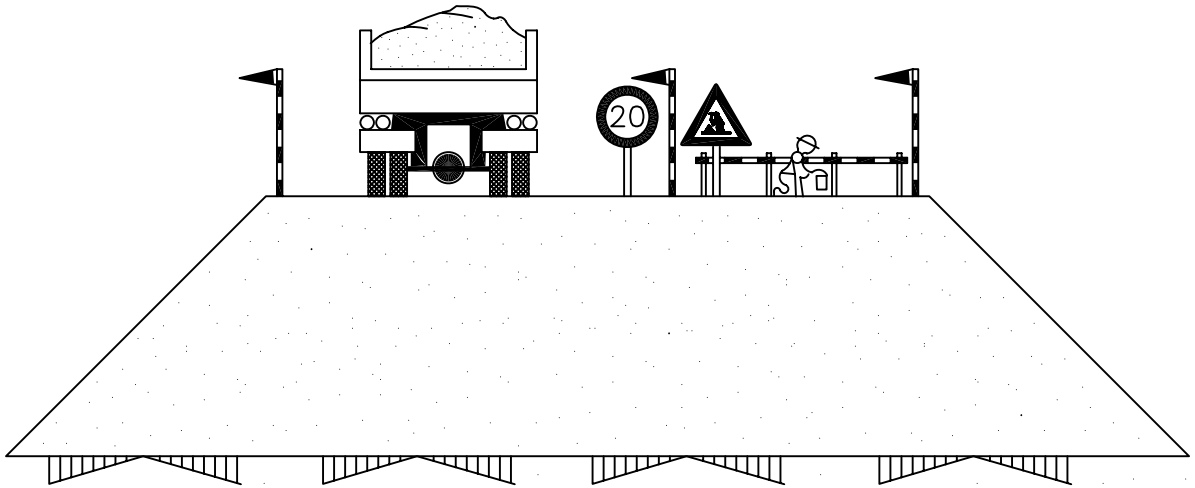



DETALLE DE CALZO



# EJECUCION DE TERRAPLENES Y DE AFIRMADOS



# ANEXO II
# ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

# ÍNDICE

1 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE ..... 3
2 DEFINICIONES ..... 4
3 FASES DEL PROYECTO ..... 8
4 FICHA TÉCNICA DE LA OBRA ..... 9
5 RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA ..... 10
6 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS ..... 11
7 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN ..... 14
8 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS ..... 16
9 ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR ..... 18
10 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO ..... 23
11 PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS ..... 29

# 1 JUSTIFICACIÓN Y ALCANCE

El presente Estudio de Gestión de Residuos se realiza en cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero (B.O.E N.º 38 del 13 de febrero de 2008), por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición. Conforme a su Disposición transitoria única, dicho Real Decreto es de aplicación a aquellos proyectos de obras de titularidad pública cuya aprobación se produzca pasado un año desde la fecha de su entrada en vigor (14 de febrero de 2008).

El citado Real Decreto establece como obligación del productor de residuos la inclusión, en el proyecto de ejecución de las obras, de un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición con el siguiente contenido:

- Estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Ley 7/2022, de 8 de abril, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Medidas para la prevención de residuos en la obra objeto del proyecto.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- Las medidas para la separación de los residuos en obra. considerando básicamente las fracciones:
    - Hormigón.
    - Ladrillos, tejas, cerámicos.
    - Metal
    - Madera
    - Vidrio
    - Plástico
    - Papel y cartón
- Croquis de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Las prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

## 2 DEFINICIONES

- Residuo: cualquier sustancia u objeto que su poseedor deseche o tenga la intención o la obligación de desechar.
- Residuos domésticos: residuos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas. Se consideran también residuos domésticos los similares a los anteriores generados en servicios e industrias.
- Se incluyen también en esta categoría los residuos que se generan en los hogares de aparatos eléctricos y electrónicos, ropa, pilas, acumuladores, muebles y enseres, así como los residuos y escombros procedentes de obras menores de construcción y reparación domiciliaria.
- Tendrán la consideración de residuos domésticos los residuos procedentes de limpieza de vías públicas, zonas verdes, áreas recreativas y playas, los animales domésticos muertos y los vehículos abandonados.
- Residuos comerciales: residuos generados por la actividad propia del comercio, al por mayor y al por menor, de los servicios de restauración y bares, de las oficinas y de los mercados, así como del resto del sector servicios.
- Residuos industriales: residuos resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial, excluidas las emisiones a la atmósfera reguladas en la Ley 34/2007, de 15 de noviembre.
- Residuo peligroso: residuo que presenta una o varias de las características peligrosas enumeradas en el anexo III, y aquél que pueda aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en los convenios internacionales de los que España sea parte, así como los recipientes y envases que los hayan contenido.
- Aceites usados: todos los aceites minerales o sintéticos, industriales o de lubricación, que hayan dejado de ser aptos para el uso originalmente previsto, como los aceites usados de motores de combustión y los aceites de cajas de cambios, los aceites lubricantes, los aceites para turbinas y los aceites hidráulicos.
- Biorresiduo: residuo biodegradable de jardines y parques, residuos alimenticios y de cocina procedentes de hogares, restaurantes, servicios de restauración colectiva y establecimientos de venta al por menor; así como, residuos comparables procedentes de plantas de procesado de alimentos.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular.
- Residuo inerte: aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a

contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas.

- Obra de construcción o demolición: la actividad consistente en:
- 1.º La construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil.
- 2.º La realización de trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos, con exclusión de aquellas actividades a las que sea de aplicación la Directiva 2006/21/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de marzo, sobre la gestión de los residuos de industrias extractivas.
- Se considerará parte integrante de la obra toda instalación que dé servicio exclusivo a la misma, y en la medida en que su montaje y desmontaje tenga lugar durante la ejecución de la obra o al final de la misma, tales como:
    - Plantas de machaqueo,
    - plantas de fabricación de hormigón, grava-cemento o suelo-cemento,
    - plantas de prefabricados de hormigón,
    - plantas de fabricación de mezclas bituminosas,
    - talleres de fabricación de encofrados,
    - talleres de elaboración de ferralla,
    - almacenes de materiales y almacenes de residuos de la propia obra y
    - plantas de tratamiento de los residuos de construcción y demolición de la obra.
- Obra menor de construcción o reparación domiciliaria: obra de construcción o demolición en un domicilio particular, comercio, oficina o inmueble del sector servicios, de sencilla técnica y escasa entidad constructiva y económica, que no suponga alteración del volumen, del uso, de las instalaciones de uso común o del número de viviendas y locales, y que no precisa de proyecto firmado por profesionales titulados.
- Residuos urbanos o municipales: los generados en los domicilios particulares, comercios, oficinas y servicios, así como todos aquellos que no tengan la calificación de peligrosos y que por su naturaleza o composición puedan asimilarse a los producidos en los anteriores lugares o actividades.
- Residuos peligrosos: aquéllos que figuren en la lista de residuos peligrosos, aprobada en el Real Decreto 952/1997, así como los recipientes y envases que los hayan contenido. Los que hayan sido calificados como peligrosos por la normativa comunitaria y los que pueda

aprobar el Gobierno de conformidad con lo establecido en la normativa europea o en convenios internacionales de los que España sea parte.

- Prevención: el conjunto de medidas destinadas a evitar la generación de residuos o a conseguir su reducción, o la de la cantidad de sustancias peligrosas o contaminantes presentes en ellos.
- Productor de residuos de construcción y demolición:
- La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
- La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.
- El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.
- Poseedor de residuos de construcción y demolición: la persona física o jurídica que tenga en su poder los residuos de construcción y demolición y que no ostente la condición de gestor de residuos. En todo caso, tendrá la consideración de poseedor la persona física o jurídica que ejecute la obra de construcción o demolición, tales como el constructor, los subcontratistas o los trabajadores autónomos. En todo caso, no tendrán la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición los trabajadores por cuenta ajena.
- Gestor: la persona o entidad, pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la gestión de los residuos, sea o no el productor de los mismos.
- Gestión: la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas actividades, así como la vigilancia de los lugares de depósito o vertido después de su cierre.
- Reutilización: el empleo de un producto usado para el mismo fin para el que fue diseñado originariamente.
- Reciclado: la transformación de los residuos, dentro de un proceso de producción, para su fin inicial o para otros fines.
- Valorización: todo procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los residuos sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- Tratamiento previo: proceso físico, térmico, químico o biológico, incluida la clasificación, que cambia las características de los residuos de construcción y demolición reduciendo su volumen o su peligrosidad, facilitando su manipulación, incrementando su potencial de valorización o mejorando su comportamiento en el vertedero.

- Eliminación: todo procedimiento dirigido, bien al vertido de los residuos o bien a su destrucción, total o parcial, realizado sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar métodos que puedan causar perjuicios al medio ambiente.
- Recogida: toda operación consistente en recoger, clasificar, agrupar o preparar residuos para su transporte.
- Recogida selectiva: el sistema de recogida diferenciada de materiales orgánicos fermentables y de materiales reciclables, así como cualquier otro sistema de recogida diferenciada que permita la separación de los materiales valorizables contenidos en los residuos.
- Almacenamiento: el depósito temporal de residuos, con carácter previo a su valorización o eliminación, por tiempo inferior a dos años o a seis meses si se trata de residuos peligrosos, a menos que reglamentariamente se establezcan plazos inferiores.
- Vertedero: instalación de eliminación que se destine al depósito de residuos en la superficie o bajo tierra.
- Suelo contaminado: todo aquél cuyas características físicas, químicas o biológicas han sido alteradas negativamente por la presencia de componentes de carácter peligroso de origen humano, en concentración tal que comporte un riesgo para la salud humana o el medio ambiente, de acuerdo con los criterios y estándares que se establecen en el Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados.

# 3 FASES DEL PROYECTO

Fase 1: Obra Civil, comprendiendo:

- Preparación de los terrenos.
- Preparación de las instalaciones temporales de obra en la que se ubiquen las casetas y almacenes de las empresas que participarán en la construcción.
- Construcción de los accesos y viales internos.
- Excavaciones de zanjas para cables.
- Cimentación de los centros de transformación.
- Hincado de los paneles fotovoltaicos.
- Vallado perimetral de la instalación.

Fase 2: Montaje:

Una vez finalizada la obra civil se procederá al montaje de los diversos equipos. La secuencia será: montaje mecánico, eléctrico y de instrumentos.

Fase 3: Pruebas y Puesta en Marcha.

Pruebas necesarias para la correcta ejecución de la planta.

Hay que destacar las siguientes consideraciones para la minimización de generación de residuos:

- Se procurará realizar los menores movimientos de tierras posibles para la correcta implantación de la planta fotovoltaica, minimizando la gestión de las mismas.
- El sistema de hincado de perfiles metálicos para sustentar las estructuras de los paneles fotovoltaicos no precisarán en principio de cimentaciones de hormigón.
- Con el mismo criterio de eficiencia y minimización de impactos sobre el medio, el hormigón necesario para la obra civil se obtendrá de plantas de hormigón cercanas debidamente autorizadas.

# 4 FICHA TÉCNICA DE LA OBRA

Las características generales de la obra para el proyecto Solaria Zierbena Solar 17 de 49,895 MW. son los siguientes:

- Localización: Término Municipal Armiñón, provincia de Álava.
- Tipo de obra: Se trata de la ejecución de una planta solar fotovoltaica.
- Existencia o no de demolición: No hay demolición.
- Superficie de la obra: La superficie de actuación vallada es de aproximadamente 52,78 Ha.

# 5 RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar una obra de estas características:

**Tierras y pétreos:**

- 17.05.04. Tierras limpias y materiales pétreos. Procedentes del movimiento de tierras necesario para realizar las zanjas, las cimentaciones, nivelaciones de terreno, etc.

**RCD:**

RCD de naturaleza pétrea:

- 17.01.01. Hormigón.
- 17.01.02. Ladrillos.
- 17.01.03 Tejas y materiales cerámicos.
- 17.09.04. Residuos mezclados de construcción que no contengan sustancias peligrosas.

RCD de naturaleza no pétrea:

- 17.02.01 Madera. Incluye los restos de corte, de encofrado, etc.
- 17.02.03 Plásticos
- 17.04.05. Hierro y acero. Incluye las armaduras de acero o restos de estructuras metálicas, Restos de paneles de encofrado, etc.
- 17.04.11. Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas.

**Otros residuos:**

- Residuos peligrosos:
  - 15.02.02 Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados.
  - 15.01.11 Aerosoles
  - 15.01.10. Envases vacíos de metal o plástico contaminados.
- 20.01.01. Papel y cartón. Incluye restos de embalajes, etc.
- 20.01.39. Plásticos. Material plástico procedente de envases y embalajes de equipos.
- 20.03.01. Residuos sólidos urbanos (RSU) o asimilables a urbanos. Principalmente son los generados por la actividad en vestuarios, casetas de obra, etc.

# 6 MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS

Las medidas de prevención de residuos en la obra están basadas en fomentar, en ese orden, su prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

1) Medidas de minimización en la adquisición de materiales.

- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan al máximo la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.
- Se primará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones, pero de difícil o imposible reciclado.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
- Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

2) Medidas de minimización en el comienzo de las obras.

- Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.
- Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.
- El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

3) Medidas de minimización en la puesta en obra

- En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.

- En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
- Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétrea (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
- Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.
- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes. Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

4) Medidas de minimización del almacenamiento en obra

- Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
- Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
- Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo de la calidad de la obra.

# 7 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN

A continuación, se describe cuál va a ser la gestión de los residuos que se pueden generar en este tipo de obra, se muestra una tabla con los destinos y tratamiento de cada uno de ellos.
Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.

Tabla 1. *Destino residuos generados*

| Código LER | Residuo | Tratamiento | Destino |
|---|---|---|---|
| 17 01 01 | Hormigón | Reciclado / vertedero | Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD |
| 17 01 02 | Ladrillos | Reciclado / vertedero | Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD |
| 17 01 03 | Tejas | Reciclado / vertedero | Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD |
| 17 05 04 | Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03 | Sin tratamiento específico | Restauración / vertedero |
| 17 04 05 | Metales: hierro y acero | Valorización | Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos |
| 17 09 04 | Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas | Reciclado / vertedero | Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD |
| 17 02 01 | Madera | Reciclado/Valorización | Planta de reciclaje/ Planta de valorización energética |
| 17 02 03 | Plástico | Reciclado/Valorización | Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD |
| 17 04 11 | Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla u otras sustancias peligrosas. | Valorización | Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos |
| 20 01 39 | Envases de plástico | Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG) | Planta de reciclaje |
| 20 01 01 | Envases de papel y cartón | Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG) | Planta de reciclaje |
| 20 03 01 | Mezcla de residuos municipales | Valorización/eliminación | Planta de tratamiento/ vertedero |
| 15 02 02 | Absorbentes contaminados. Principalmente serán | Según gestor autorizado | Gestor autorizado |

| Código LER | Residuo | Tratamiento | Destino |
|---|---|---|---|
| | trapos de limpieza contaminados. | | |
| 15 01 11 | Aerosoles | Según gestor autorizado | Gestor autorizado |
| 15 01 10 | Envases vacíos de metal o plástico contaminados. | Según gestor autorizado | Gestor autorizado |

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.
También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.
Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.
El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.
Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.
Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.
Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.
Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

# 8 MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.
Las medidas de prevención y minimización de residuos consideradas en este proyecto son las siguientes:

- Todas las tierras sobrantes no contaminadas serán entregadas a gestor autorizado situado próximo a la localización de la obra.
- Se deberá requerir a los suministradores de materiales que retiren de las obras todos aquellos elementos de transporte o embalaje de sus materiales que sean reutilizables (pallets, contenedores de plantaciones, cajas de madera, etc.).

El Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al "gestor de residuos" correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

Los residuos de la misma naturaleza o similares deberán ser almacenados en los mismos contenedores para facilitar su gestión. Conforme al artículo 5 del R.D 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán separarse en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y cerámicos: 40 t
- Metal: 2 t
- Madera:1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Considerando la generación de residuos estimada, se realizará una segregación exhaustiva de los materiales, separándose según su naturaleza en las siguientes categorías, como mínimo se contemplará lo siguiente:

- Los hormigones y las tierras y piedras se cargarán directamente sobre camión para su envío a gestor autorizado, no precisándose contenedores fijos en las obras para dichos residuos.

- Para el resto de los materiales de obra se dispondrán diferentes contenedores dependiendo su tipología y capacidad del material que vayan a almacenar.

- Los residuos sólidos urbanos se segregarán en las fracciones establecidas en la recogida municipal de dichos residuos, contándose en todo caso con un contenedor para envases, 1 contenedor para fracción resto y un contenedor de papel y cartón.

Todos los contenedores estarán debidamente señalizados indicándose el tipo de residuo para el cual está destinado. El área destinada a la ubicación de los contenedores deberá ser señalizada y delimitada mediante vallado flexible temporal. Los bidones de residuos peligrosos permanecerán cerrados y fuera de las zonas de movimiento habitual de maquinaria para evitar derrames o pérdidas por evaporación, deberán además situarse en zonas protegidas de temperaturas excesivas y del fuego. Los residuos peligrosos no podrán permanecer más de 6 meses en las obras sin proceder a su retirada por gestor autorizado.

# 9 ESTIMACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Los trabajos de construcción de una obra dan lugar a una amplia variedad de residuos.
Previamente al inicio de los trabajos es necesario estimar el volumen de residuos que se producirán, organizar las áreas y los contenedores de segregación y recogida de los residuos, e ir adaptando dicha logística a medida que avanza la ejecución de los trabajos.
Antes de que se produzcan los residuos, hay que estudiar su posible reducción, reutilización y reciclado. Atendiendo a las características del proyecto de la Planta Solar Fotovoltaica, así como del emplazamiento.

Se ha realizado la siguiente agrupación de residuos según la siguiente tipología:

- Tipo 0. Residuos procedentes de la demolición de la edificación existente.
- Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno.
- Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación.
- Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación).
- Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra.
- Tipo V. Residuos potencialmente peligrosos y otros.

Esta tipología se ha establecido para este proyecto concreto, pudiendo variar para otros proyectos y emplazamientos.

A continuación, se describen las diferentes tipologías de residuos que se han establecido.

**Tipo 0. Residuos procedentes de la demolición de la edificación existente.**
Escombros procedentes de la demolición de la edificación existente ubicada en medio de la planta fotovoltaica.

**Tipo I. Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno**
Desbroce de los terrenos en las áreas de actuación. La vegetación afectada, corresponde en su totalidad a un porte herbáceo. Es posible, bien sea porque no pueda ser valorizado en su totalidad, o bien, la época no sea la adecuada para su reincorporación al terreno por riesgo de incendio, que deba ser retirada a vertedero. Esta partida está incluida en el acondicionamiento del terreno.

**Tipo II. Tierras y pétreos de la excavación**
Son residuos generados en el transcurso de las obras, siendo resultado de los excedentes de excavación de los movimientos de tierra generados en las mismas. Así, se trata de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.
En el proyecto del que es objeto el presente estudio se ha considerado la reutilización de parte de las tierras procedentes de la excavación de las zanjas y de los centros de transformación. Se aprovecharán al máximo estas tierras de excavación en la creación de terraplenes y de caminos cuando sea requerido.
Lo que no sea posible reutilizar se enviará a graveras de la zona o a vertederos.

**Tipo III. Residuos inertes de naturaleza pétrea resultantes de la ejecución de la obra (ni tierras, ni pétreos de la excavación)**

Dentro de este tipo se han incluido los residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción relativos a la obra civil, tales como gravas, arenas, restos de hormigones y bloques de hormigón, ladrillos, y mezclas de los mismos, entre otros.

La solución seleccionada para la instalación de los postes que sustentarán tanto la estructura como los paneles fotovoltaicos es el hincado directo. De esta forma, se generará una menor cantidad de residuo de hormigón.

Este tipo de residuos se almacenan separados del resto y se gestionan como residuo no peligroso por gestor autorizado, siempre y cuando no puedan ser retirados por el contratista y reutilizados en otra obra.

**Tipo IV. Residuos de naturaleza no pétrea resultantes de la ejecución de la obra**

Dentro de esta tipología se han incluido muchos residuos que son reciclables, tales como son la madera, metales, vidrio, papel, etc., si bien se incluyen también otros que son enviados a vertedero o planta de tratamiento, pero inertes.

En función de la cantidad generada, se podrá optar por la reutilización (maderas para encofrado, etc.) o reciclado (metales, vidrio, etc.), siendo el resto gestionados como residuo no peligroso.

**Tipo V. Residuos Potencialmente peligrosos y otros**

Se han agrupado en este tipo los residuos asimilables a urbanos y los potencialmente peligrosos.

A continuación, se incluye una estimación aproximada de la cantidad de residuos que se podrían generar:

**Residuos vegetales procedentes del desbroce y/o acondicionamiento del terreno**

02 01 07 Residuos de la silvicultura

Correspondiente al desbroce de la vegetación presente en la zona de actuación. Esta partida está incluida en el apartado de obra civil del proyecto.

**Tierras y pétreos procedentes de demolición.**

Naturaleza pétrea 17 01 02 Ladrillos y 17 01 03 Tejas

No existen edificaciones a demoler en las parcelas.

**Tierras y pétreos procedentes de excavación.**

17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos

Corresponde a las tierras sobrantes de las excavaciones necesarias.

Cimentaciones:

Tabla 2. *Estimación residuos procedente excavación de cimentaciones*

| Cimentaciones | M3 |
|---|---|
| CT tipo 5,87 MVA | 186,06 |
| CT tipo 2,93 MVA | 86,08 |
| Cámaras de seguridad | 5,56 |
| Anemómetros | 1,64 |
| Poste vallado | 105,12 |

Zanjas existentes en la implantación:

Tabla 3. *Estimación residuos procedente excavación de zanjas*

| Zanjas | M3 |
|---|---|
| BT | 1221,97 |
| MT | 1126,16 |
| Puesta a Tierra | 67,35 |

Cunetas de drenaje:

Tabla 4. *Estimación residuos procedente excavación de cuentas*

| Cunetas Interior y Perimetral | M3 |
|---|---|
| Cuneta drenaje Vial | 428,94 |

Residuos resultantes del movimiento de tierras:

Tabla 5. *Estimación residuos procedente movimiento de tierras*

| DESMONTE (m3) | TERRAPLEN (m3) | TIERRAS A VERTEDERO (m3) |
|---|---|---|
| 153,89 | 192,21 | -38 |

Considerando un esponjamiento de 1,25 y que el 10% va al vertedero (90% será reutilizado en obra), se gestionarán aproximadamente las siguientes cantidades, considerando una densidad de 1700 kg/m3:

Tabla 6. *Estimación residuos procedente excavación*

| | M3 | Tn |
|---|---|---|
| 17 05 04 Tierras limpias y materiales pétreos | 200 | 341 |

**RCD resultantes de la ejecución de la obra.**

RCD de naturaleza pétrea

17 01 01 Hormigón

El hormigón que se genera como residuo será el sobrante del hormigonado de las cimentaciones:

Tabla 7. *Estimación residuos hormigón cimentaciones*

| Cimentaciones | M3 |
|---|---|
| CT tipo 5,87MVA | 37,22 |
| CT tipo 2,93 MVA | 17,00 |
| Cámaras de seguridad | 1,03 |
| Anemómetros | 0,33 |
| Poste vallado | 11,19 |

Siendo el esponjamiento del hormigón de 1,50 veces el volumen y la densidad de 2400 kg/m³. Considerando que se produce un residuo del 1%:

Tabla 8. *Estimación residuos hormigón cimentaciones total*

| | M3 | Tn |
|---|---|---|
| 17 01 01 Hormigón | 1 | 2,40 |

17 01 02 Ladrillos

En esta obra no se generará residuos de ladrillos.

RCD de naturaleza no pétrea

17 02 01 Madera

Puede generarse por su presencia en pallets de entrega de equipos, si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 02 02 Vidrio

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 02 03 Plásticos. Tubos de PVC

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 04 05 Hierro y acero

En el caso de generarse este material metálico será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

17 04 11 Cables sin sustancias peligrosas

Puede generarse si bien será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

**Otros residuos:**

20 01 01 Papel y cartón

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior reciclaje, por lo cual no genera ningún residuo.

20 01 39 Plásticos

Pueden generarse este tipo de residuos, ya que serán necesarios embalajes de materiales y equipos. En este caso será retirado por gestor autorizado para su posterior revalorización, por lo cual no genera ningún residuo.

En esta obra se estima también que podrán generarse residuos peligrosos, por ello se va a considerar una partida para la posible gestión de los mismos, entre ellos:

- Absorbentes contaminados
- Aerosoles vacíos
- Envases vacíos de metal o Plástico contaminado
- Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.
- Otros.

En resumen, la estimación de los residuos generados en la planta, son los siguientes:

Tabla 9. *Estimación residuos totales*

| Residuos vegetales procedentes del desbroce del terreno | | | |
|---|---|---|---|
| | | m3 | Tn |
| 02 01 07 | Residuos de la silvicultura | Partida Obra Civil | Partida Obra Civil |

| Tierras y pétreos procedentes de excavación. | | | |
|---|---|---|---|
| | | m3 | Tn |
| 17 05 04 | Tierras de excavación | 200 | 341 |

| Resultantes de la ejecución de la obra | | | |
|---|---|---|---|
| | | m3 | Tn |
| 17 01 01 | Hormigón | 1 | 2,40 |

# 10 PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS DEL PROYECTO

**Respecto a las condiciones del poseedor de los residuos**

- Además de las obligaciones previstas en la normativa aplicable, la persona física o jurídica que ejecute la obra estará obligada a presentar a la propiedad de esta un **Plan de Gestión de Residuos**. Este Plan reflejará cómo se va a llevar a cabo las obligaciones que le apliquen en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.
- El poseedor de los residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos.
- Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente y por este orden, a operación de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización y en última instancia a depósito en vertedero.
- Según exige el Real Decreto 105/2008, que regula la producción y gestión de los residuos de construcción y de demolición, el poseedor de los residuos estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión de los residuos.
- El poseedor de los residuos (contratista) facilitará al productor de los mismos (promotor) toda la **documentación acreditativa** de que los residuos de construcción y demolición producidos en la obra han sido gestionados en la misma o entregados a instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos regulados en la normativa y especialmente, en el plan o sus modificaciones. Es decir, acreditación fehaciente y documental que deje constancia del destino final de los residuos reutilizados.
- El poseedor de residuos dispondrá de **documentos de aceptación** por parte de un gestor autorizado para cada tipo de residuo que se vaya a generar en la obra.
- El gestor de residuos deberá emitir un **certificado acreditativo** de la gestión de los residuos generados, especificando la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia, la cantidad y tipo de residuo gestionado codificado con el código LER.
- Cuando dicho gestor únicamente realice operaciones de recogida, almacenamiento, trasferencia o transporte, en el **documento de entrega** al poseedor (contratista) deberá también figurar el gestor de valorización o eliminación posterior al que se destinan los residuos.
- Para el transporte de los residuos peligrosos se completará el **Documento de Control y Seguimiento**.
- Para el traslado de residuos peligrosos se deberá remitir **notificación** al órgano competente de la comunidad autónoma en materia medioambiental con al menos diez días de antelación a la fecha del traslado. Si el traslado de los residuos afecta a más de una comunidad autónoma, dicha notificación se realizará al Ministerio de Medio Ambiente.

**Respecto a la segregación de los residuos:**

La segregación de los residuos es obligatoria en ciertos casos.

- En el caso de Residuos Peligrosos (RP). siempre es obligatorio la separación en origen. No mezclar ni diluir residuos peligrosos con otras categorías de residuos peligrosos ni con otros residuos, sustancias o materiales.
- En el caso de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), y según el RD 105/2008, de 1 de febrero, la segregación ha de realizarse siempre que las siguientes fracciones, de forma individualizada para cada fracción, supere las siguientes cantidades:
  - Hormigón: 80 t
  - Ladrillos, tejas, cerámico: 40 t
  - Metal: 2 t
  - Madera: 1 t
  - Vidrio: 1 t
  - Plástico: 0,5 t
  - Papel y cartón: 0,5 t
- Cuando por falta de espacio físico en la obra, no sea posible realizar la segregación en origen, se podrá realizar por un gestor autorizado en una instalación externa a la obra, siempre que el gestor obtenga la Documentación Acreditativa de haber cumplido en nombre del productor con su obligación de segregación.
- Los residuos valorizables siempre se van a segregar, y se realizará en contenedores o en acopios que estarán correctamente señalizados para que se puedan almacenar de un modo adecuado.
- El responsable de la obra adoptará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos a la propia obra, igualmente deberá impedir la mezcla de residuos valorizables con aquellos que no lo son.
- Los contenedores o los sacos industriales para almacenamiento de residuos han de estar en buenas condiciones. En los mismos deberá figurar, de forma visible y legible, la razón social, CIF, teléfono y número de inscripción en el registro de transportistas de residuos.
- Los residuos generados en las casetas de obra producidos en tareas de oficina, vestuarios, comedores, etc. tendrán la consideración de Residuos Sólidos Urbanos y se gestionarán como tal según estipule la normativa reguladora de dichos residuos en el área de obra.

**En cuanto a la gestión concreta de los residuos no peligrosos:**

- Según requiere la normativa, se prohíbe el depósito en vertedero de residuos de construcción y demolición que no hayan sido sometidos a alguna operación de tratamiento previo.
- El poseedor de los residuos estará obligado, mientras se encuentre en su poder, a mantenerlos en las condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

- Se debe asegurar que los transportistas o gestores autorizados que se contraten estén autorizados correctamente dentro de la/s comunidad/es autónoma/s de actuación. Se realizará un estricto control documental de modo que los transportistas y los gestores deberán aportar la documentación de cada retirada y entrega en destino final. Toda esta documentación será recopilada por el poseedor del residuo (contratista) y entregada al productor (promotor) al final de la obra.
- Las tierras que puedan tener un uso posterior para jardinería o recuperación de suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, en condiciones de altura no superior a 2 metros.
- El depósito temporal de residuos se realizará en contenedores, sacos o bidones adecuados a la naturaleza y al riesgo de los residuos generados.
- La duración del almacenamiento de los residuos no peligrosos en el lugar de producción será inferior a 2 años cuando se destinen a valorización y a 1 año cuando se destinen a eliminación.

**Respecto a la correcta gestión de los residuos peligrosos:**

- Cualquier persona física o jurídica cuya industria o actividad produzca residuos peligrosos ha de presentar una Comunicación previa al inicio de la actividad según el art 35 de la Ley 7/2022, de 8 de abril. Si la comunicación reúne los requisitos establecidos, la comunidad autónoma procederá a su inscripción en el registro, no emitiendo resolución alguna. Se les asignará un NIMA (Número de Identificación Medioambiental).
- Los residuos peligrosos siempre separar en origen.
- Los residuos peligrosos se almacenarán temporalmente siguiendo las siguientes condiciones: (Ley 7/2022 y Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos (Real Decreto 656/2017):
  - Definir una zona específica.
  - No superar los 6 meses de almacenamiento (En supuestos excepcionales, el órgano competente de las Comunidades Autónomas donde se lleve a cabo dicho almacenamiento, por causas debidamente justificadas y siempre que se garantice la protección de la salud humana y el medio ambiente, podrá modificar este plazo).
- ¿Dónde situarlo?
  - En el exterior bajo cubierta,
  - Dentro de la nave,
  - en intemperie en envases herméticamente cerrados
- Condicionantes de la zona de almacenamiento temporal:
  - Suelo impermeabilizado: cemento u hormigón.
  - Cubierto (que evite la entrada de agua de la lluvia)
  - Sobre un cubeto o bordillo en caso de residuos líquidos o fluidos.
  - Alejado de la red de saneamiento
- Traslado de RP para almacenarlos en otro lugar: Está prohibido transportar los RP fuera de la obra para almacenarlos en otra instalación, aunque sea propia.

- Los residuos peligrosos se envasarán con las siguientes condiciones:
- 1 recipiente/cada tipo de residuo
- Cada recipiente identificado con etiquetas y adecuado para cada residuo.
- Recomendación en caso de duda: utilizar recipiente proporcionados por el gestor de cada tipo de residuo.

- En las etiquetas identificativas de los residuos peligrosos aparecerá la siguiente información
  - Nombre, dirección y teléfono de productor o poseedor de los residuos
  - Fechas de envasado.
  - La naturaleza de los riesgos que presentan los residuos se indicara mediante los pictogramas descritos en el Reglamento (CE) No 1272/2008 del Parlamento y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas, y por el que se modifican y derogan las Directivas 67/548/CEE y 1999/45/CE y se modifica el Reglamento (CE) no 1907/2006/.
  - Cuando se asigne a un residuo envasado más de un indicador de un pictograma se tendrán en cuenta los criterios establecidos en el artículo 26 del Reglamento (CE) nº1272/2008.
  - La etiqueta debe ser firmemente fijada sobre el envase, debiendo ser anuladas, si fuera necesario, indicaciones o etiquetas anteriores de forma que no induzcan a error o desconocimiento del origen y contenido del envase en ninguna operación posterior del residuo. El tamaño de la etiqueta debe tener como mínimo las dimensiones de 10×10 cm.
  - No será necesaria una etiqueta cuando sobre el envase aparezcan marcadas de forma clara las inscripciones indicadas, siempre y cuando estén conformes con los requisitos exigidos.
  - Se rellenará la fecha de inicio del almacenamiento en la etiqueta.
- Se dispondrán de un archivo físico o telemático donde se recoja por orden cronológico la cantidad, naturaleza, origen, destino y método de tratamiento de los residuos; cuando proceda se inscribirá también, el medio de transporte y la frecuencia de recogida. En el Archivo cronológico se incorporará la información contenida en la acreditación documental de las operaciones de producción y gestión de residuos. Se guardará la información archivada durante, al menos, tres años. (Artículo 64; Ley 7/2022 de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular).
- Requisitos generales de traslado (Real Decreto 553/2020, de 2 de junio):
  - Disponer con carácter previo al inicio de un traslado de un contrato de tratamiento. Este, deberá establecer al menos las especificaciones de los residuos, las condiciones del traslado y las obligaciones de las partes cuando se presenten incidencias. El contrato de tratamiento contendrá, al menos, los siguientes aspectos:
    - Cantidad estimada de residuos que se va a trasladar.
    - Identificación de los residuos mediante su codificación LER.
    - Periodicidad estimada de los traslados.

- Cualquier otra información que sea relevante para el adecuado tratamiento de los residuos.
- Tratamiento al que se van a someter los residuos, de conformidad con los anexos II y III de la Ley 7/2022, de 8 de abril.
- Obligaciones de las partes en relación con la posibilidad de rechazo de los residuos por parte del destinatario.

- Los residuos deberán ir acompañados del documento de identificación desde el origen hasta su recepción en la instalación de destino. El documento de identificación deberá incluir el contenido establecido en el ANEXO I del Real Decreto 553/2020, de 2 de junio.
  - Número de documento de identificación.
  - Número de notificación previa.
  - Fecha de inicio del traslado.
  - Información relativa al operador del traslado.
  - Información relativa al origen del traslado.
  - Información relativa al destino del traslado.
  - Características del residuo que se traslada.
  - Información relativa a los transportistas que intervienen en el traslado.
  - Otras informaciones.
- Además de ello, se establecen los siguientes condicionantes:

  1. Antes de iniciar un traslado de residuos el operador cumplimentará el documento de identificación, con el contenido del anexo I, que entregará al transportista.
  2. Una vez efectuado el traslado, el transportista entregará el documento de identificación al destinatario de los residuos. Tanto el transportista como el destinatario incorporarán la información a su archivo cronológico y conservarán una copia del documento de identificación firmada por el destinatario en el que conste la entrega de los residuos.
  3. El destinatario dispondrá de un plazo de treinta días desde la recepción de los residuos para efectuar las comprobaciones necesarias y para remitir al operador el documento de identificación, indicando la aceptación o rechazo de los residuos, de conformidad con lo previsto en el contrato de tratamiento.
  4. En el caso de residuos sometidos a notificación previa, el destinatario del traslado de residuos remitirá, en el plazo de treinta días desde la entrega de los residuos, el documento de identificación al órgano competente de la comunidad autónoma de origen y de destino,
  5. En el caso de traslados de residuos no sometidos al procedimiento de notificación previa podrá hacer la función de documento de identificación un albarán, una factura u otra documentación prevista en la legislación aplicable.

- Notificación de traslado. Además de los requisitos generales de traslado, quedan sometidos al requisito de Notificación Previa los traslados de residuos destinados a eliminación, residuos destinados a instalaciones de incineración clasificadas como valorización cuando superen los 20kg y los residuos destinados a valorización identificados con el código LER 20 03 01.

- Antes de realizar un envío se deberá notificar con 10 días de antelación a las Autoridades Competentes (Consejería si el transporte se realiza dentro del territorio de esta Comunidad, y también al Ministerio de Medio Ambiente si el transporte afecta a más de una Comunidad Autónoma).

- Documentación que se generará en la gestión de residuos peligrosos:

| FASE | Documentación |
|---|---|
| **Inicio de obra** | Plan de Gestión de Residuos |
| | Comunicación previa al inicio de la actividad (NIMA) |
| **Fase de obra** | Datos Gestor de Residuos Peligrosos |
| | Datos transportista de Residuos Peligrosos |
| | Registro de control interno de la gestión y almacenamiento de residuos peligrosos |
| | Documentos de Aceptación* |
| | Documentos de Control y Seguimiento* |
| | Comunicación traslado de RP de una comunidad a otra |
| | Hoja de control de Pequeñas cantidad de residuos (solo en la Comunidad de Madrid) |

*Se deben guardar durante cinco años.

## 11 PRESUPUESTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

A continuación, se muestra el presupuesto de gestión de los residuos, para ello se ha calculado un coste unitario de:

Tabla 10. *Destino residuos generados*

| GESTIÓN DE RESIDUOS | | | TOTAL | 12.848,80 € |
|---|---|---|---|---|
| Residuos de tierras procedentes de excavación | Tn | 340,59 | 18,00 € | 6.130,54 € |
| Residuos de hormigón de cimentaciones | Tn | 2,40 | 18,00 € | 43,26 € |
| Contenedor de alta capacidad (más de 12 m3) | unidad | 10,00 | 350,00 € | 3.500,00 € |
| Contenedor de 4,5 m3 de hormigón | unidad | 5,00 | 135,00 € | 675,00 € |
| Residuos peligrosos | unidad | 1,00 | 2.500,00 € | 2.500,00 € |

El presupuesto de la gestión de residuos del proyecto de la Planta Fotovoltaica asciende a la cantidad de **DOCE MIL OCHOCIENTOS CUARENTA Y OCHO EUROS CON OCHENTA CÉNTIMOS DE EUROS.**