**PROYECTO:**

# PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF

**TÍTULO**

**PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF**

**Nº DE DOCUMENTO**

**GOZU-SOL-LE-PE-PRY-0001**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº REVISIÓN:** | 02 | **DOCUMENTO EMITIDO PARA:** | LEGALIZACIÓN |
| **FECHA EMISIÓN:** | 20/10/2025 | | |

| | | |
|---|---|---|
| OCT | 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 | 26/06/2024 | Documento nuevo |
| 01 | 29/01/2025 | Proyecto |
| 02 | 20/10/2025 | Modificación de Proyecto |

## ÍNDICE DE DOCUMENTOS

| TÍTULO | CÓDIGO | REV |
|---|---|---|
| MEMORIA | GOZU-SOL-LE-PE-MEM-0001 | 02 |
| MEMORIA CÁLCULOS ELÉCTRICOS | GOZU-SOL-LE-PE-MCE-0001 | 02 |
| MEMORIA CÁLCULOS MECÁNICOS | GOZU-SOL-LE-PE-MCM-0001 | 02 |
| PLANOS | GOZU-SOL-LE-PE DRW-0001 | 02 |
| PRESUPUESTO | GOZU -SOL-LE-PE-PRS-0001 | 02 |
| PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS | GOZU -SOL-LE-PE-PCT-0001 | 02 |
| ESTUDIOS DE SEGURIDAD Y SALUD | GOZU -SOL-LE-PE-ESS-0001 | 02 |
| ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS | GOZU -SOL-LE-PE-EGR-0001 | 02 |

**PROYECTO:**

# PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF

**TÍTULO**

## MEMORIA

**Nº DE DOCUMENTO**

**GOZU-SOL-LE-PE-MEM-0001**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº REVISIÓN:** | 02 | **DOCUMENTO EMITIDO PARA:** | LEGALIZACIÓN |
| **FECHA EMISIÓN:** | 20/10/2025 | | |

| | | |
|---|---|---|
| OCT | 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 | 26/06/2023 | Documento nuevo |
| 01 | 29/01/2025 | Proyecto |
| 02 | 20/10/2025 | Modificación de proyecto |

# Índice

1 ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN ..... 5
2 OBJETO ..... 15
3 PETICIONARIO ..... 16
4 NORMATIVA DE APLICACIÓN ..... 17
5 EMPLAZAMIENTO ..... 30
5.1 Tramos ..... 30
5.2 Puntos notables del trazado ..... 34
5.3 Parcelas afectadas ..... 35
6 DESCRIPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN ..... 38
6.1 Materiales de los tramos de línea aérea ..... 38
6.1.1 Conductores ..... 38
6.1.2 Cable de tierra y comunicaciones ..... 39
6.1.3 Aislamiento ..... 40
6.1.4 Herrajes y accesorios ..... 41
6.1.5 Apoyos ..... 44
6.1.6 Cimentaciones ..... 44
6.1.7 Puesta a tierra ..... 45
6.2 Materiales de los tramos de línea subterránea ..... 47
6.2.1 Cable aislado de potencia ..... 47
6.2.2 Cable de comunicaciones ..... 50
6.2.3 Terminales ..... 51
6.2.4 Autoválvulas ..... 53
6.2.5 Cajas de conexión ..... 53
6.2.6 Cables de conexión de pantallas ..... 55
6.2.7 Descargadores ..... 55
6.3 Canalización ..... 55

6.4 Puesta a tierra ..... 58
6.4.1 Elementos a conectar a tierra ..... 58
6.4.2 Conexiones de la pantalla de los cables ..... 58
6.4.3 Disposición de la puesta a tierra ..... 59
6.5 Ensayos eléctricos después de la instalación ..... 60
7 RELACION DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS ..... 61
7.1 Cruzamientos ..... 61
7.2 Paralelismos ..... 63
7.3 Paso por Montes de Utilidad Pública ..... 64
8 AYUNTAMIENTOS Y ORGANISMOS AFECTADOS ..... 66
8.1 Relación de términos municipales afectados ..... 66
8.2 Relación de organismos con bienes afectados ..... 66
9 EMISIONES DE ENERGÍA. ..... 67
9.1 Campos electromagnéticos. ..... 67
9.2 Efecto corona ..... 67
10 SERVIDUMBRES PERMANENTES Y CAMINOS DE ACCESO ..... 68
10.1 Ocupación permanente de apoyos ..... 68
10.2 Ocupación permanente de zanjas ..... 68
10.3 Ocupación temporal ..... 68
10.4 Caminos de acceso ..... 68
11 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO ..... 69
12 CONCLUSIONES ..... 70

# 1 ANTECEDENTES Y FINALIDAD DE LA INSTALACIÓN

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 16,9% de total, con diferencias tan acusadas como la que hay entre Suecia, donde alcanza el 54,2%, y Reino Unido, donde solo llega al 8,9%, en España representa el 17,4%.

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 2021 se instalaron en España 3,5 GW de nueva potencia fotovoltaica.

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 CO2 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 degeneración 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).

En este contexto, SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. (en adelante SOLARIA), está en proceso de tramitación administrativa de varios proyectos fotovoltaicos que se pretenden conectar con la Subestación de Zierbena de Red Eléctrica en su parque de 400kV, que son:

| Instalación Fotovoltaica | Promotor | Potencia (MWac) |
|---|---|---|
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 1 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 2 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 3 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 4 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 5 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 6 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 7 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 8 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |

| Instalación Fotovoltaica | Promotor | Potencia (MWac) |
|---|---|---|
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 9 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 10 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 11 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 12 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 13 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 14 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 15 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 16 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 17 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 18 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 19 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 20 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 21 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 22 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 23 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 24 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 25 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 26 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 32,5 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 27 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 33,4 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 28 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 50 |
| SOLARIA ZIERBENA SOLAR 29 | SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L. | 37 |

**SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L.** con **N.I.F. B-72752959** y domicilio a efectos de notificación Calle Albert Einstein, número 46, Edificio E7-Rosalind Franklin, Oficina E7110, CP 01510 Vitoria-Gasteiz (Araba), está promoviendo los proyectos de las plantas fotovoltaicas "Solaria Zierbena Solar 1 a 29" y sus infraestructuras de evacuación hasta la subestación de REE en el término municipal de Zierbena en la provincia de Bizkaia.

La evacuación de la energía generada desde cada parque **FV Solaria Zierbena Solar** se realizará mediante diferentes línea eléctricas a 30, 220 y 400 kV objeto de varios Proyectos tramitados paralela e independientemente.

| Nº DE PROYECTO | CÓDIGO DEL PROYECTO | TÍTULO DEL PROYECTO | REVISIÓN |
|---|---|---|---|
| 1 | LUZI | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 400 kV E/S EN SE LUZUERO DE LOS CIRCUITOS CTCC BBE(TG1)-ZIERBENA, CTCC BBE(TG2)-ZIERBENA Y CTCC BBE(STV)-ZIERBENA | 01 |
| 2 | ZIER | PROYECTO DE LÍNEAS DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEAS SE RIBERA-SE SOMILLO 220 kV/SE SOMILLO-SE ARGANZÓN 220 kV/SE ARGANZÓN-SE SANTUSTE 220 kV Y SE SANTUSTE/SE LUZUERO 400 kV. TRAMOS SE RIBERA-SE LUZUERO Y SE SOMILLO-ENTRONQUE A | 02 |
| 3 | GOZU (OBJETO DE ESTE PROYECTO) | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF | 02 |
| 4 | MAZU | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA DC 220 kV SE MARTIODA-SE ZUIA. TRAMO SE MARTIODA-ENTRONQUE MARTIODA | 01 |
| 5 | Z20G | ANTEPROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA 30 kV CS ZB20-SE GAUBEA | 00 |
| 6 | GABE | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREA 220 kV SE GAUBEA -SE BEROZADA. TRAMO SE GAUBEA-ENTRONQUE MAG1 | 01 |
| 7 | Z12B | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 30 kV CS ZB12-SE BEROZADA | 01 |
| 8 | BELA | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREA 220 kV SE BEROZADA-SE LANTARÓN. TRAMO SE BEROZADA-ENTRONQUE MAG3 | 01 |
| 9 | Z26P | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN CS ZB26-SE PINAVERA | 01 |
| 10 | Z27P | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN CS ZB27-SE PINAVERA | 01 |
| 11 | PILA | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN 220 kV SC SE PINAVERA-SE LANTARON. TRAMO SE PINAVERA-BIFURCACIÓN ZB. | 01 |

| Nº DE PROYECTO | CÓDIGO DEL PROYECTO | TÍTULO DEL PROYECTO | REVISIÓN |
|---|---|---|---|
| 11BIS | PILB | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN 220 kV SC SE PINAVERA-SE LANTARON. TRAMO BIFURCACIÓN ZB-ENTRONQUE MAG2 | 01 |
| 12 | Z13L | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 30 kV CS ZB13-SE LANTARON | 01 |
| 13 | Z10L | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 30 kV CS ZB10-SE LANTARON | 01 |
| 14 | LARI | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREA 400 kV SE LANTARON-SE LUZUERO. TRAMO AÉREO SE LANTARON-ENTRONQUE T-B | 01 |
| 18 | Z21E | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 30 kV CS ZB21-SE BERANTEVILLA | 01 |
| 20 | ERRI | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREA 220 kV SE BERANTEVILLA -SE RIBERA. TRAMO SE BERANTEVILLA-ENTRONQUE T-A | 01 |
| 21 | Z6SA | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 30 kV CS ZB06 -SE SANTUSTE | 01 |
| 22 | SAER | PROYECTO DE LÍNEAS AÉREAS 220 kV SE ARGANZÓN-SE SANTUSTE Y 400 kV SE SANTUSTE-SE LUZUERO. TRAMOS ENTRONQUE C-SE SANTUSTE Y SE SANTUSTE-ENTRONQUE D | 01 |
| 23 | Z14I | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA 30 kV CS ZB14-SE IRUÑA | 01 |
| 24 | Z05I | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 30 kV CS ZB05-SE IRUÑA | 01 |
| 25 | IRER | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA 220 kV SE IRUÑA -SE MARTIODA. TRAMO SE IRUÑA-BIFURCACIÓN B-1 | 01 |
| 29 | Z22Z | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 30 kV CS ZB22-SE ZIRIANO | 01 |
| 30 | ZIGO | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREA 220 kV SE ZIRIANO -SE GOPEGI. TRAMO SE ZIRIANO-ENTRONQUE GOP. | 01 |
| 31 | ARAV | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREA DOBLE CIRCUTO SE SOMILLO-SE ARGANZÓN 220 kV /SE ARGANZÓN-SE SANTUSTE 220 kV . TRAMO SE ARGANZÓN-ENTRONQUE B | 01 |

| Nº DE PROYECTO | CÓDIGO DEL PROYECTO | TÍTULO DEL PROYECTO | REVISIÓN |
|---|---|---|---|
| 32 | URAR | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA 220 kV SE URIZAHAR-SE BERANTEVILLA. TRAMO SE URIZAHAR-ENTRONQUE I | 01 |
| 33 | Z23Z | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 30 kV CS ZB23-SE ZIRIANO | 01 |
| 34 | Z01Z | PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN SUBTERRÁNEA 30 kV CS ZB01-SE ZIRIANO | 01 |

**Ninguna de las plantas fotovoltaicas ni subestaciones mencionadas es Objeto de este Proyecto.**

Con fecha 2 de mayo de 2024, se publicó en el BOPV el "ANUNCIO de 22 de abril de 2024, del Director de Proyectos Estratégicos y Administración Industrial, por el que se someten a información pública las solicitudes de autorización administrativa previa y declaración de impacto ambiental para las plantas solares fotovoltaicas «Solaria Zierbena Solar 2», «Solaria Zierbena Solar 3», «Solaria Zierbena Solar 4», y sus infraestructuras de evacuación asociadas, en los Territorios Históricos de Álava y Bizkaia".

Con fecha 7 de mayo de 2024, se publicó en el BOB el "Anuncio de 22 de abril de 2024, del director de Proyectos Estratégicos y Administración Industrial, por el que se someten a información pública las solicitudes de autorización administrativa previa y declaración de impacto ambiental para las plantas solares fotovoltaicas «Solaria Zierbena Solar 2», «Solaria Zierbena Solar 3», «Solaria Zierbena Solar 4», y sus infraestructuras de evacuación asociadas, en los Territorios Históricos de Álava y Bizkaia".

Con fecha 8 de mayo de 2024, se publicó en el BOTHA anuncio "Información pública las solicitudes de autorización administrativa previa y declaración de impacto ambiental para la planta solar fotovoltaica Solaria Zierbena Solar 3 y sus infraestructuras de evacuación asociadas, en el Territorio Histórico de Álava".

El plazo de la Información Pública y consultas a las Administraciones finalizó con fecha 10 de julio de 2024.

Con fecha 25 de junio de 2025, se publicó en el BOPV el "Anuncio de 4 marzo de 2025, del director de Descarbonización, por el que se someten a información pública las solicitudes de autorización administrativa previa y declaración de impacto ambiental para las plantas solares

fotovoltaicas «Solaria Zierbena Solar 2», «Solaria Zierbena Solar 3», «Solaria Zierbena Solar 4» y las infraestructuras comunes de evacuación, en los Territorios Históricos de Álava y Bizkaia".

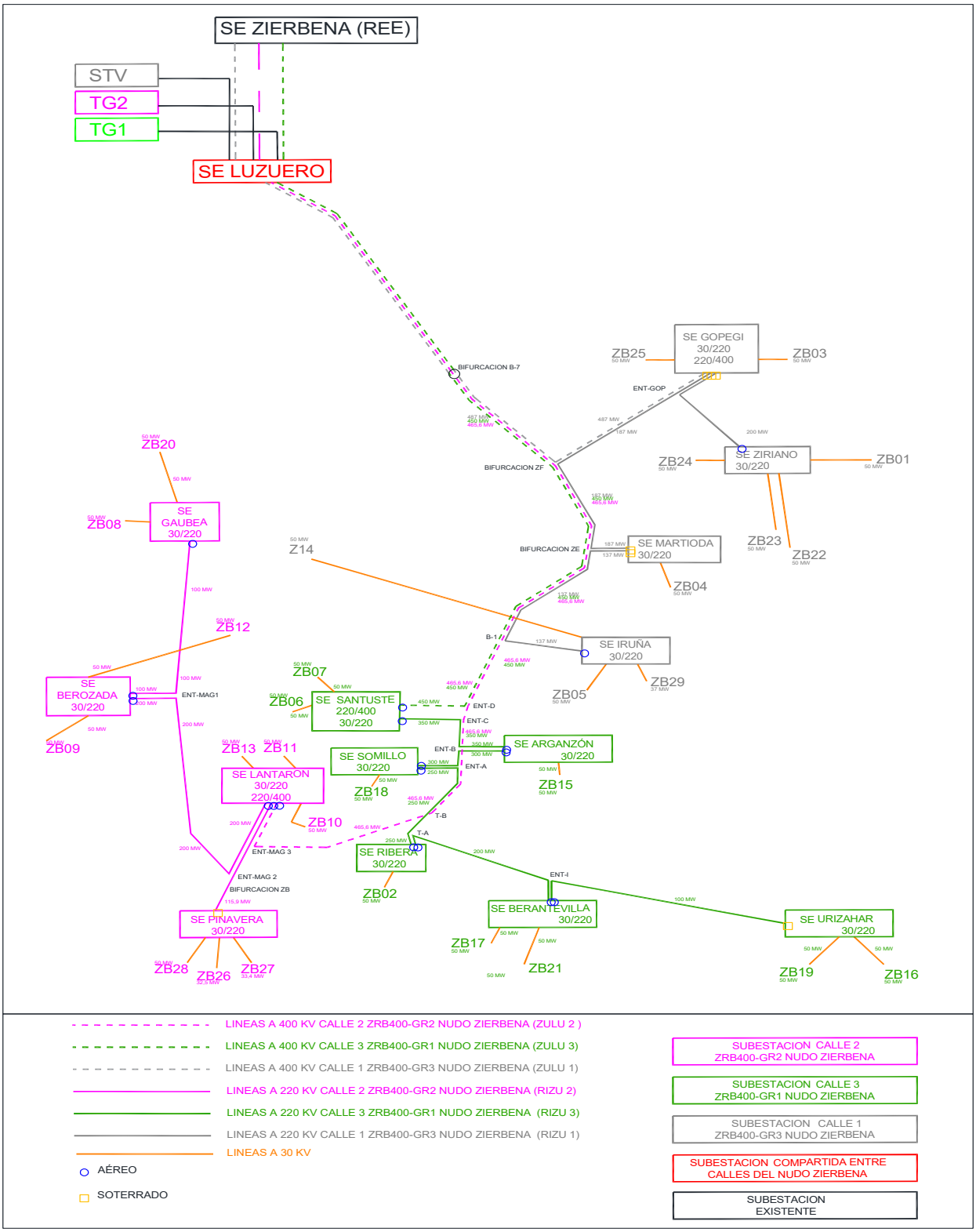
Con fecha 17 de junio de 2025, se publicó en el BOPV el "Anuncio de 4 marzo de 2025, del director de Descarbonización, por el que se someten a información pública las solicitudes de autorización administrativa previa y declaración de impacto ambiental para las plantas solares fotovoltaicas «Solaria Zierbena Solar 2», «Solaria Zierbena Solar 3», «Solaria Zierbena Solar 4» y las infraestructuras comunes de evacuación, en los Territorios Históricos de Álava y Bizkaia".

Con fecha 2 de julio de 2025, se publicó en el BOPV el anuncio "Información pública las solicitudes de autorización administrativa previa y declaración de impacto ambiental para las plantas solares fotovoltaicas «Solaria Zierbena Solar 2», «Solaria Zierbena Solar 3», «Solaria Zierbena Solar 4» y las infraestructuras comunes de evacuación, en los Territorios Históricos de Álava y Bizkaia".

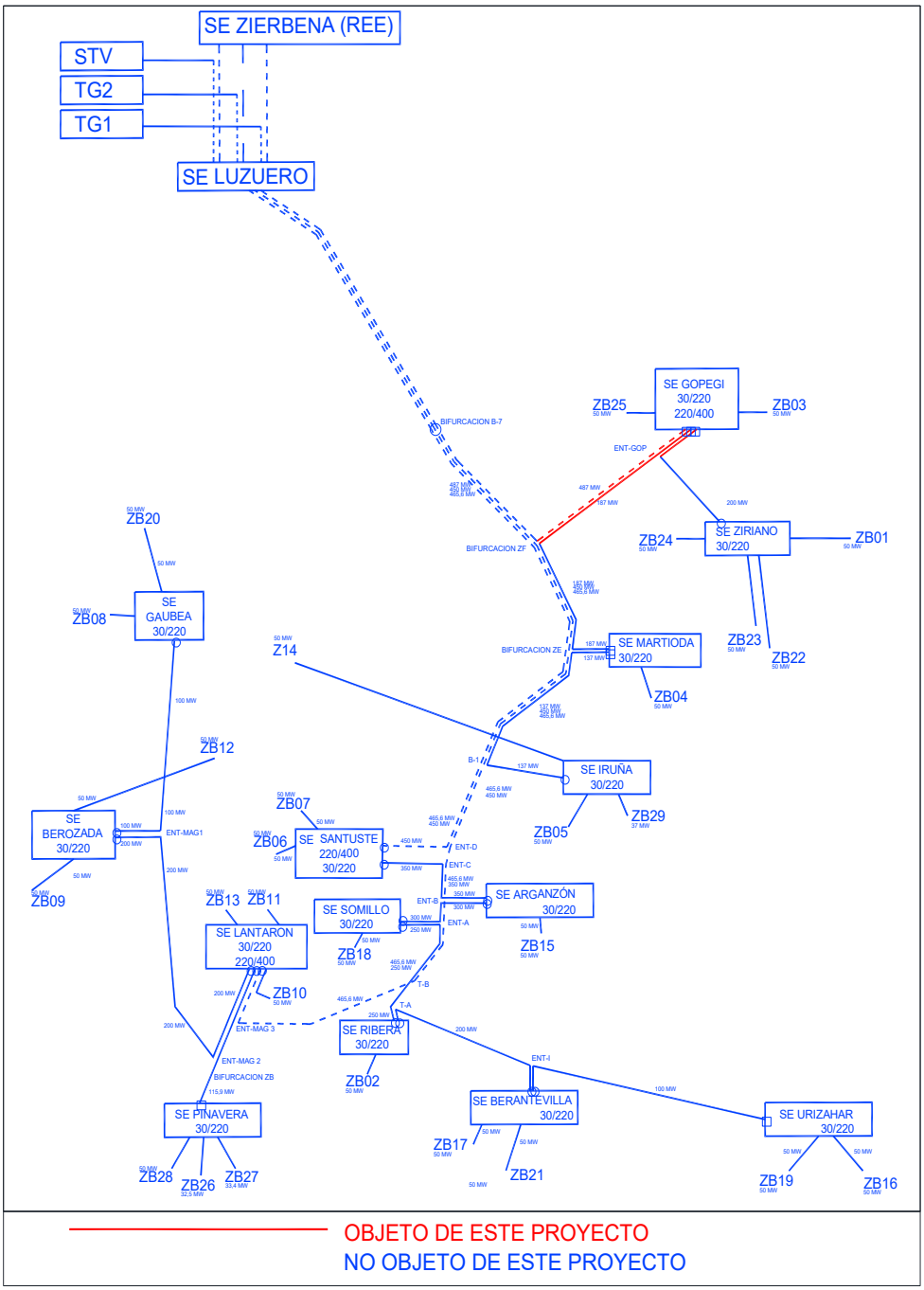
El plazo de la segunda Información Pública y consultas a las Administraciones finalizó con fecha 14 de agosto de 2025.

Así, se han realizado modificaciones que son fruto de la adaptación del proyecto a los diversos informes y alegaciones recibidas en esta fase de información pública y consulta a las Administraciones.

En la página siguiente se muestra el esquema eléctrico global de las instalaciones descritas:


SE ZIERBENA (REE)
STV
TG2
TG1
SE LUZUERO
BIFURCACION B-7
SE GOPEGI 30/220 220/400
ZB25
ZB03
ENT-GOP
SE ZIRIANO 30/220
ZB24
ZB01
BIFURCACION ZF
ZB20
SE GAUBEA 30/220
ZB08
Z14
BIFURCACION ZE
SE MARTIODA 30/220
ZB23
ZB22
ZB04
ZB12
B-1
SE IRUÑA 30/220
ZB29
ZB05
SE BEROZADA 30/220
ENT-MAG1
ZB09
ZB07
ZB06
SE SANTUSTE 220/400 30/220
ENT-D
ENT-C
ZB13
ZB11
SE SOMILLO 30/220
ENT-B
SE ARGANZÓN 30/220
ENT-A
ZB15
SE LANTARON 30/220 220/400
ZB18
ZB10
T-B
T-A
SE RIBERA 30/220
ENT-MAG 3
ENT-MAG 2
BIFURCACION ZB
ZB02
ENT-I
SE BERANTEVILLA 30/220
SE URIZAHAR 30/220
SE PINAVERA 30/220
ZB17
ZB21
ZB19
ZB16
ZB28
ZB26
ZB27
LINEAS A 400 KV CALLE 2 ZRB400-GR2 NUDO ZIERBENA (ZULU 2 )
LINEAS A 400 KV CALLE 3 ZRB400-GR1 NUDO ZIERBENA (ZULU 3)
LINEAS A 400 KV CALLE 1 ZRB400-GR3 NUDO ZIERBENA (ZULU 1)
LINEAS A 220 KV CALLE 2 ZRB400-GR2 NUDO ZIERBENA (RIZU 2)
LINEAS A 220 KV CALLE 3 ZRB400-GR1 NUDO ZIERBENA (RIZU 3)
LINEAS A 220 KV CALLE 1 ZRB400-GR3 NUDO ZIERBENA (RIZU 1)
LINEAS A 30 KV
AÉREO
SOTERRADO
SUBESTACION CALLE 2 ZRB400-GR2 NUDO ZIERBENA
SUBESTACION CALLE 3 ZRB400-GR1 NUDO ZIERBENA
SUBESTACION CALLE 1 ZRB400-GR3 NUDO ZIERBENA
SUBESTACION COMPARTIDA ENTRE CALLES DEL NUDO ZIERBENA
SUBESTACION EXISTENTE

A continuación, se muestra el esquema eléctrico global de las instalaciones descritas y se indica el tramo Objeto de este Proyecto (en color rojo):



# 2 OBJETO

El presente **"PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF"** tiene por objeto el estudio y descripción de los circuitos eléctricos de alta tensión indicados en la siguiente tabla y en los tramos que en ella se definen:

| TRAMO Nº | TIPO | ORIGEN | FINAL | Nº CIRCUIT | CIRCUITO 1 | CIRCUITO 2 | CIRCUITO 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | SUB | SE GOZU 400 | PAS-GOP 1 | 1 | MARTIODA-GOPEGI 220 kV | | ZIRIANO-GOPEGI 220 kV |
| 2 | SUB | SE GOZU 220 | PAS-GOP 1 | 2 | MARTIODA-GOPEGI 220 kV | GOPEGI-LUZUERO 400 kV | ZIRIANO-GOPEGI 220 kV |
| 3 | AEREO | PAS-GOP 1 | ENT-GOP | 3 | MARTIODA-GOPEGI 220 kV | GOPEGI-LUZUERO 400 kV | |
| 4 | AEREO | ENT-GOP | PAS-GOP 2 | 2 | MARTIODA-GOPEGI 220 kV | GOPEGI-LUZUERO 400 kV | |
| 5 | SUB | PAS-GOP 2 | BIFURCACION ZF | 2 | MARTIODA-GOPEGI 220 kV | | ZIRIANO-GOPEGI 220 kV |

En el orden técnico su finalidad es la de informar de las características de la instalación proyectada, así como mostrar su adaptación a lo establecido en el Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Líneas de Alta Tensión, aprobado por Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero, y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

En el orden administrativo el objeto del presente **"PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF"** es solicitar para:

- **la Autorización Administrativa Previa**
- **la Declaración de Impacto Ambiental**

# 3 PETICIONARIO

El peticionario del Proyecto es:

- Sociedad SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA, S.L.
- N.I.F. B-72752959
- Calle Albert Einstein, número 46, Edificio E7-Rosalind Franklin, Oficina E7110, CP 01510 Vitoria-Gasteiz (Araba)

# 4 NORMATIVA DE APLICACIÓN

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**

- 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).
- 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. (BOPV núm. 78, de 24/04/2020).
- 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.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. (BOE, núm. 340, de 30/12/2020).
- Real Decreto 337/2014 Reglamento sobre centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación.
- Real Decreto 842/2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión (BOE nº 224, de 18/09/2002).
- 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).

- Pliego de condiciones técnicas para instalaciones conectadas a la red PCT-C, IDAE 2002.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (BOE nº 224, de 18 de septiembre de 2007).
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica (BOE 95, 21-04-1999).
- 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 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la Protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (BOE nº 222, 13/09/2008).
- 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.
- 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).
- Corrección de errores del 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 560/2.010, de 7 de mayo, por el que se modifican diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial para adecuarlas a la Ley 17/2.009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2.009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio (BOE 22.05.10).

- Modificaciones posteriores al Real Decreto 1.955/2.000 (RD 2351/2.004).
- Normativa Europea EN.
- Normativa CENELEC.
- Normativa CEI.
- Normativa UNE establecidas como Obligado Cumplimiento en la Reglamentación Vigente y sus actualizaciones.
- Normas NLT del CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas).
- Otras normas y recomendaciones (IEEE, MF, ACI, CIGRE, ANSI, AISC, etc.).
- 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.
- Real Decreto 1.215/1.997, 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.
- Real Decreto 486/1.997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y modificaciones posteriores.
- Real Decreto 487/1.997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- 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 2.267/2.004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, corrección de errores y modificaciones posteriores.

- Recomendaciones UNESA.
- Real Decreto 1.627/1.997 de 24 de octubre de 1.997 sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados y Ordenanzas Municipales.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo.
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.
- Normas particulares y de normalización de la Cía. Suministradora de Energía Eléctrica.
- UNE 20432-3/1994: Ensayo de cables eléctricos.
- UNE 20460-4-41/1998: Instalaciones eléctricas en edificios.
- UNE 21081/1999: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión.
- UNE 21127/1991: Tensiones normales.
- UNE 21587/1996: Transformadores de medida.
- UNE EN 60909-0/2002: Corrientes de cortocircuito.
- UNE EN 61330/1997: Centros de transformación prefabricados.
- Instrucción de Servicio 2-CT/2003 sobre el mantenimiento obligatorio para los Centros de Transformación.
- Instrucción de Servicio 1-AT/2004 de la Dirección General de Industria y Energía sobre modelos de Certificados de inspección de instalaciones de alta tensión.
- Pliego de Condiciones Técnicas para instalaciones conectadas a red (IDAE).

- Directiva 2014/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 26 de febrero de 2014, sobre la armonización de las legislaciones de los Estados miembros en materia de compatibilidad electromagnética (refundición).
- Demás condiciones impuestas por los Organismos públicos afectados y ordenanzas Municipales.
- 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.
- 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.
- 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.

**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 extrusión.
- 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.

**NORMATIVA MEDIOAMBIENTAL**

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la Protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión (BOE nº 222, 13/09/2008).
- 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.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación Ambiental.
- Ley 10/2021, de 9 de diciembre, de Administración Ambiental de Euskadi.

- Catálogo de paisajes singulares y sobresalientes del territorio histórico de Araba (Mayo 2005)
- Catálogo del paisaje área funcional de Araba Central (Diciembre 2020)
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Ley 6/2019, de 9 de mayo, de Patrimonio Cultural Vasco.

**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.
- Real Decreto 1.215/1.997, 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.
- 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 486/1.997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo y modificaciones posteriores.

- Real Decreto 487/1.997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- 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 2.267/2.004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales, corrección de errores y modificaciones posteriores.
- 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.
- Prescripciones de seguridad para trabajos y maniobras en Instalaciones Eléctricas, de la Comisión Técnica Permanente de la Asociación de Medicina y Seguridad en el Trabajo de UNESA.
- 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 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- 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 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.
- 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.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, por el que se establecen las disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 809/2021, de 21 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento de equipos a presión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- 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.
- Real Decreto 513/2017, de 22 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a trabajos con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- 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.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de equipos de trabajo.
- Real Decreto 374/2001, de 6 de abril, sobre protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.

- Orden del Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales, de 25 de marzo de 1998, de adaptación y modificación del Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 1124/2000, de 6 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.

**NORMATIVA URBANÍSTICA**

- Condiciones técnicas que deberán incluirse en los proyectos que se presenten en cumplimiento del reglamento de actividades y calificados como molestas por producción de ruidos y vibraciones.
- 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.
- DECRETO 449/2013, de 19 de noviembre, por el que se aprueba definitivamente la Modificación del Plan Territorial Sectorial de Ordenación de los Ríos y Arroyos de la CAPV.
- Decreto 177/2014, de 16 de septiembre, por el que se aprueba definitivamente el Plan Territorial Sectorial Agroforestal de la Comunidad Autónoma del País Vasco.
- Norma Foral 20/1990, de 25 de junio, de Carreteras del Territorio Histórico de Araba.
- Norma Foral 6/1995, de 13 de febrero, para el uso, conservación y vigilancia de caminos rurales del territorio histórico de Araba.
- Real Decreto 1031/2020, de 17 de noviembre, por el que se modifican las servidumbres aeronáuticas del Aeropuerto de Vitoria.
- Directrices de Ordenación Territorial de la Comunidad Autónoma del País Vasco – DOT (2019)
- Ordenanzas Municipales de los Ayuntamientos afectados.

- 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 1.346/1.976, de 9 de abril, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre el Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
- 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.
- Real Decreto 2.187/1.978, de 23 de junio, por el que se aprueba el Reglamento de Disciplina Urbanística para el desarrollo de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
- Decreto 1.006/1.966, de 7 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Reparcelaciones de suelo afectado por Planes de Ordenación Urbana.
- Real Decreto 1.169/1.978, de 2 de mayo, sobre creación de Sociedades Urbanísticas por el Estado, los organismos autónomos y las Corporaciones Locales de acuerdo con el artículo 115 de la Ley del Suelo.

**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.

# 5 EMPLAZAMIENTO

El emplazamiento de la línea se muestra en el Documento de Planos ZIER-SOL-LE-AP-DRW-0001.

La línea discurre íntegramente en la Comunidad Autónoma del País Vasco, entre las provincias de Araba y Bizkaia recorriendo los siguientes términos municipales:

| TÉRMINO MUNICIPAL | PROVINCIA |
|---|---|
| ZIGOITIA | ARABA |
| ZUIA | ARABA |

## 5.1 Tramos

En la siguiente tabla se muestran los distintos tramos que componen el conjunto de la evacuación objeto de este Proyecto:

| TRAMO Nº | TIPO | Nº CIRCUIT | ORIGEN | ORIGEN X ETRS89 HUSO 30 | ORIGEN Y ETRS89 HUSO 30 | TÉRMINO MUNICIPAL | PROVINCIA | FINAL | FINAL X ETRS89 HUSO 30 | FINAL Y ETRS89 HUSO 30 | TÉRMINO MUNICIPAL | PROVINCIA | LONG (m) | CIRCUITO 1 | CIRCUITO 2 | CIRCUITO 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | SUB | 1 | SE GOZU 400 | 521392,1568 | 4756684,742 | ZIGOITIA | ÁLAVA | PAS-GOP 1 | 521356,1668 | 4756607,29 | ZIGOITIA | ÁLAVA | 192,87 | | GOPEGI-LUZUERO 400 kV | |
| 2 | SUB | 2 | SE GOZU 220 | 521464,828 | 4756683,03 | ZIGOITIA | ÁLAVA | PAS-GOP 1 | 521356,1668 | 4756607,29 | ZIGOITIA | ÁLAVA | 262,41 | MARTIODA-GOPEGI 220 kV | | ZIRIANO-GOPEGI 220 kV |
| 3 | AER | 3 | PAS-GOP 1 | 521356,1668 | 4756607,29 | ZIGOITIA | ÁLAVA | ENT-GOP | 520876,4658 | 4756262,155 | ZIGOITIA | ÁLAVA | 603,04 | MARTIODA-GOPEGI 220 kV | GOPEGI-LUZUERO 400 kV | ZIRIANO-GOPEGI 220 kV |
| 4 | AER | 2 | ENT-GOP | 520876,4658 | 4756262,155 | ZIGOITIA | ÁLAVA | PAS-GOP 2 | 517208,0379 | 4753852,39 | ZUIA | ÁLAVA | 4579,45 | MARTIODA-GOPEGI 220 kV | GOPEGI-LUZUERO 400 kV | |
| 5 | SUB | 2 | PAS-GOP 2 | 517208,0379 | 4753852,39 | ZUIA | ÁLAVA | BIFURCACION ZF | 495496,3499 | 4776064,56 | ZUIA | ÁLAVA | 2747,71 | MARTIODA-GOPEGI 220 kV | GOPEGI-LUZUERO 400 kV | |

*Tramos del conjunto de líneas de evacuación*

La distribución de longitudes de eje por términos municipales es la siguiente:

| TRAMO Nº | TIPO | Nº CIRCUITOS | LONGITUD DEL TRAMO (m) | LONGITUD EN EL TTMM DE ZIGOITIA (Álava) | LONGITUD EN EL TTMM DE ZUIA / ZUYA (Álava) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | SUB | 1 | 192,87 | 192,87 | 0 |
| 2 | SUB | 2 | 262,41 | 262,41 | 0 |
| 3 | AEREO | 3 | 603,04 | 603,04 | 0 |
| 4 | AEREO | 2 | 4579,45 | 4463,26 | 116,19 |
| 5 | SUB | 2 | 2747,71 | 0 | 2747,71 |
| | | **TOTAL SUBT (m)** | **3202,99** | **455,28** | **2747,71** |
| | | **TOTAL AEREO (m)** | **5182,49** | **5066,3** | **116,19** |
| | | **TOTAL (m)** | **8385,48** | **5521,58** | **2863,9** |

*Tramos de la línea por término municipal*

En cada tramo se muestran a continuación el tipo de conductor, desnudo o aislado, así como la capacidad máxima de transporte de cada uno de los circuitos:

| TRAMO Nº | TIPO | ORIGEN | FINAL | LONG (m) | NUM CIR | CIRCUITO 1 | CIRCUITO 2 | CIRCUITO 3 | CONDUCTOR CIRCUITO 1 | CONDUCTOR CIRCUITO 2 | CONDUCTOR CIRCUITO 3 | Potencia máxima de transporte por circuito a Imax- Imax Verano- Imax Invierno (MVA) CIRCUITO 1 | Potencia máxima de transporte por circuito a Imax- Imax Verano- Imax Invierno (MVA) CIRCUITO 2 | Potencia máxima de transporte por circuito a Imax- Imax Verano- Imax Invierno (MVA) CIRCUITO 3 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | SUB | SE GOZU 400 | PAS-GOP 1 | 192,87 | 1 | | GOPEGI-LUZUERO 400 kV | | | RHZ1-RA+2OL 230/400 kV 1x2500 MAl + T450 A | | | 1117-1005-1241 | |
| 2 | SUB | SE GOZU 220 | PAS-GOP 1 | 262,41 | 2 | MARTIODA-GOPEGI 220 kV | | ZIRIANO-GOPEGI 220 kV | RHE-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 MAl+T375Al | | RHE-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 MAl+T375Al | 505-480-576 | | 505-480-576 |
| 3 | AER | PAS-GOP 1 | ENT-GOP | 603,04 | 3 | MARTIODA-GOPEGI 220 kV | GOPEGI-LUZUERO 400 kV | ZIRIANO-GOPEGI 220 kV | 242-AL1 / 39-ST1A (LA 280 HAWK) | 483-AL1/33-ST1A (LA-510) | 242-AL1 / 39-ST1A (LA 280 HAWK) | 664-822-931 | 1849-2208-2450 | 664-822-931 |
| 4 | AER | ENT-GOP | PAS-GOP 2 | 4579,45 | 2 | MARTIODA-GOPEGI 220 kV | GOPEGI-LUZUERO 400 kV | | 242-AL1 / 39-ST1A (LA 280 HAWK) | 483-AL1/33-ST1A (LA-510) | | 664-822-931 | 1849-2208-2450 | |
| 5 | SUB | PAS-GOP 2 | BIFURCACION ZF | 2747,71 | 2 | MARTIODA-GOPEGI 220 kV | GOPEGI-LUZUERO 400 kV | | RHE-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 MAl+T375Al | RHZ1-RA+2OL 230/400 kV 1x2500 MAl + T450 Al | | 505-454-561 | 960-864-1067 | |

*Conductor y capacidad máxima de transporte por tramos y circuitos*

## 5.2 Puntos notables del trazado

Las coordenadas en el (HUSO 30, SISTEMA ETRS89) de los puntos de interés que definen la traza son los siguientes:

| PUNTO | DESCRIPCIÓN | ORIGEN X ETRS89 HUSO 30 | ORIGEN Y ETRS89 HUSO 30 | TÉRMINO MUNICIPAL | PROVINCIA |
|---|---|---|---|---|---|
| SE GOZU 400 | Terminales 400 kV subestación Gopegi | 521.392,16 | 4.756.684,74 | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| SE GOZU 220 | Terminales 220 kV subestación Gopegi | 521.464,83 | 4.756.683,03 | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| PAS-GOP 1 | Apoyo PAS | 521.356,17 | 4.756.607,29 | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| ENT-GOP | Apoyo de entronque | 520.876,47 | 4.756.262,15 | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| PAS-GOP 2 | Apoyo PAS | 517.208,04 | 4.753.852,39 | ZUIA | ÁLAVA |
| BIFURCACION ZF | Bifurcación subterránea | 495.496,35 | 4.776.064,56 | ZUIA | ÁLAVA |

*Puntos notables*

## 5.3 Parcelas afectadas

En la siguiente tabla se muestran las parcelas afectadas por la instalación de la línea:

| Nº PARCELA | DATOS CATASTRALES | | TÉRMINO MUNICIPAL | PROVINCIA |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | PGNO. | PARC. | | |
| 366 | 16311123 | 1 | 1123 | Zuia/Zuya |
| 367 | 1182411 | 2 | 411 | Zigoitia |
| 368 | 1182412 | 2 | 412 | Zigoitia |
| 369 | 1182418 | 2 | 418 | Zigoitia |
| 370 | 1182417 | 2 | 417 | Zigoitia |
| 371 | 1182416 | 2 | 416 | Zigoitia |
| 372 | 1182391 | 2 | 391 | Zigoitia |
| 373 | 1182392 | 2 | 392 | Zigoitia |
| 374 | 1182393 | 2 | 393 | Zigoitia |
| 375 | 1182394 | 2 | 394 | Zigoitia |
| 376 | 1182395 | 2 | 395 | Zigoitia |
| 377 | 1182396 | 2 | 396 | Zigoitia |
| 378 | 1182397 | 2 | 397 | Zigoitia |
| 379 | 1182366 | 2 | 366 | Zigoitia |
| 379A | 1182367 | 2 | 367 | Zigoitia |
| 380 | 1182626 | 2 | 626 | Zigoitia |
| 381 | 1182625 | 2 | 625 | Zigoitia |
| 382 | 1182361 | 2 | 361 | Zigoitia |
| 383 | 1182320 | 2 | 320 | Zigoitia |
| 384 | 1182497 | 2 | 497 | Zigoitia |
| 385 | 1182321 | 2 | 321 | Zigoitia |
| 386 | 11890096225 | 900 | 96225 | Zigoitia |
| 387 | 1182498 | 2 | 498 | Zigoitia |
| 388 | 11822067 | 2 | 2067 | Zigoitia |
| 389 | 1182434 | 2 | 434 | Zigoitia |
| 390 | 11822066 | 2 | 2066 | Zigoitia |
| 391 | 1182494 | 2 | 494 | Zigoitia |
| 392 | 1182432 | 2 | 432 | Zigoitia |
| 393 | 1182433 | 2 | 433 | Zigoitia |
| 394 | 1182796 | 2 | 796 | Zigoitia |
| 395 | 11890095373 | 900 | 95373 | Zigoitia |
| 396 | 1182466 | 2 | 466 | Zigoitia |
| 397 | 1182500 | 2 | 500 | Zigoitia |
| 398 | 1182465 | 2 | 465 | Zigoitia |
| 399 | 1182506 | 2 | 506 | Zigoitia |
| 400 | 118257 | 2 | 57 | Zigoitia |
| 401 | 118258 | 2 | 58 | Zigoitia |
| 402 | 1182148 | 2 | 148 | Zigoitia |
| 403 | 118246 | 2 | 46 | Zigoitia |
| 404 | 118248 | 2 | 48 | Zigoitia |

| Nº PARCELA | DATOS CATASTRALES | | TÉRMINO MUNICIPAL | PROVINCIA |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | PGNO. | PARC. | | |
| 405 | 118247 | 2 | 47 | Zigoitia |
| 406 | 118241 | 2 | 41 | Zigoitia |
| 407 | 118290240 | 2 | 90240 | Zigoitia |
| 408 | 1182152 | 2 | 152 | Zigoitia |
| 409 | 1182153 | 2 | 153 | Zigoitia |
| 410 | 1182150 | 2 | 150 | Zigoitia |
| 411 | 1182154 | 2 | 154 | Zigoitia |
| 412 | 118290235 | 2 | 90235 | Zigoitia |
| 413 | 11890095375 | 900 | 95375 | Zigoitia |
| 414 | 11821541 | 2 | 1541 | Zigoitia |
| 415 | 11821563 | 2 | 1563 | Zigoitia |
| 416 | 118277 | 2 | 77 | Zigoitia |
| 417 | 118278 | 2 | 78 | Zigoitia |
| 418 | 118290000 | 2 | 90000 | Zigoitia |
| 419 | 118190000 | 1 | 90000 | Zigoitia |
| 420 | 1181542 | 1 | 542 | Zigoitia |
| 421 | 1181534 | 1 | 534 | Zigoitia |
| 422 | 1181143 | 1 | 143 | Zigoitia |
| 423 | 1181254 | 1 | 254 | Zigoitia |
| 424 | 1181544 | 1 | 544 | Zigoitia |
| 425 | 1181252 | 1 | 252 | Zigoitia |
| 426 | 1181239 | 1 | 239 | Zigoitia |
| 427 | 11890095371 | 900 | 95371 | Zigoitia |
| 428 | 1181536 | 1 | 536 | Zigoitia |
| 429 | 16311643 | 1 | 1643 | Zuia/Zuya |
| 430 | 16390095740 | 900 | 95740 | Zuia/Zuya |
| 431 | 16311751 | 1 | 1751 | Zuia/Zuya |
| 432 | 16311753 | 1 | 1753 | Zuia/Zuya |
| 433 | 1631414 | 1 | 414 | Zuia/Zuya |
| 434 | 1631415 | 1 | 415 | Zuia/Zuya |
| 435 | 1631459 | 1 | 459 | Zuia/Zuya |
| 436 | 1631460 | 1 | 460 | Zuia/Zuya |
| 437 | 1631461 | 1 | 461 | Zuia/Zuya |
| 438 | 1631463 | 1 | 463 | Zuia/Zuya |
| 439 | 1631443 | 1 | 443 | Zuia/Zuya |
| 440 | 1631467 | 1 | 467 | Zuia/Zuya |
| 441 | 1631466 | 1 | 466 | Zuia/Zuya |
| 442 | 1631464 | 1 | 464 | Zuia/Zuya |
| 443 | 1631474 | 1 | 474 | Zuia/Zuya |
| 444 | 1631469 | 1 | 469 | Zuia/Zuya |
| 445 | 1631470 | 1 | 470 | Zuia/Zuya |
| 446 | 1631471 | 1 | 471 | Zuia/Zuya |
| 447 | 16311756 | 1 | 1756 | Zuia/Zuya |
| 448 | 16390095741 | 900 | 95741 | Zuia/Zuya |
| 449 | 1631517 | 1 | 517 | Zuia/Zuya |

| Nº PARCELA | DATOS CATASTRALES | | TÉRMINO MUNICIPAL | PROVINCIA |
|---|---|---|---|---|
| PROYECTO | PGNO. | PARC. | | |
| 450 | 1631519 | 1 | 519 | Zuia/Zuya |
| 451 | 1631520 | 1 | 520 | Zuia/Zuya |
| 452 | 1631550 | 1 | 550 | Zuia/Zuya |
| 453 | 1631551 | 1 | 551 | Zuia/Zuya |
| 454 | 1631546 | 1 | 546 | Zuia/Zuya |
| 455 | 16311432 | 1 | 1432 | Zuia/Zuya |
| 456 | 16390095739 | 900 | 95739 | Zuia/Zuya |
| 457 | 16311433 | 1 | 1433 | Zuia/Zuya |
| 458 | 16311434 | 1 | 1434 | Zuia/Zuya |
| 459 | 16311403 | 1 | 1403 | Zuia/Zuya |
| 460 | 16311402 | 1 | 1402 | Zuia/Zuya |
| 533 | 163190158 | 1 | 90158 | Zuia/Zuya |

*Parcelas afectadas*

# 6 DESCRIPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS DE EVACUACIÓN

## 6.1 Materiales de los tramos de línea aérea

Serán de aplicación las características y los requisitos eléctricos y mecánicos establecidos en el apartado 2 de la IT-LAT-07 del RD223/08.

### 6.1.1 Conductores

Según establece la IT-LAT-07, deben cumplir la norma UNE-EN 50182. En función de la potencia a transportar, el emplazamiento de la línea, y el nivel de polución salina e industrial previsto, se instalarán tres conductores por fase de:

- aluminio reforzado con acero del tipo 242-AL1/39-ST1A (LA-280) para los circuitos 220 kV
- aluminio reforzado con acero del tipo 483-AL1/33-ST1A (LA-510) para el circuito 400 kV

Las principales características de los conductores son las siguientes:

| CONDUCTOR | 242-AL1 / 39-ST1A (LA 280 HAWK) |
|---|---|
| Material | Aluminio – Acero |
| Sección total ($mm^2$) | 281,1 |
| Composición (Nº alambres) | 26+7 |
| Diámetro total (mm) | 21,80 |
| Masa por unidad de longitud (kg/km) | 976 |
| Carga de rotura (daN) | 8.489 |
| Módulo de elasticidad ($daN/mm^2$) | 7500 |
| Resistencia en c.c. (Ω/km) | 0,1195 |
| Coeficiente de dilatación lineal (ºC-1) | $18,9x10^{-6}$ |

| CONDUCTOR | 483-AL1/33-ST1A (LA-510) |
|---|---|
| Material | Aluminio – Acero |
| Sección total ($mm^2$) | 516,8 |
| Composición (Nº alambres) | 45+7 |
| Diámetro total (mm) | 29,59 |
| Masa por unidad de longitud (kg/km) | 1.600 |
| Carga de rotura (daN) | 11.580 |
| Módulo de elasticidad ($daN/mm^2$) | 6.600 |
| Resistencia en c.c. (Ω/km) | 0,0599 |
| Coeficiente de dilatación lineal (ºC-1) | $20,9x10^{-6}$ |

### 6.1.2 Cable de tierra y comunicaciones

En función de las características eléctricas de la instalación, el emplazamiento de la línea, y el nivel de polución salina e industrial previsto, se instalarán.

- Dos cables de tierra y comunicaciones del tipo OPGW- Tipo 2 25 kA – 18 mm 144 FO

Los conductores de acero galvanizado cumplirán con las normas UNE-EN 50182 y UNE-EN 50189, según establece IT-LAT-07.

Los conductores de acero recubiertos de aluminio cumplirán con la norma UNE-EN 50182. y UNE-EN 61232, para los hilos de acero recubiertos de aluminio, según establece IT-LAT-07.

El cable de tierra y comunicaciones del tipo OPGW debe cumplir la norma UNE-EN 60794-4 según establece IT-LAT-07 y el resto de las normas que en ella se definen.

Las características de los cables de tierra son las siguientes:

| CABLE DE TIERRA | OPGW TIPO 2 25kA - 18 mm |
|---|---|
| Número de Fibras | 144 |
| Sección total ($mm^2$) | 168,86 |
| Diámetro total (mm) | 18 |
| Peso (kg/m) | 0,893 |
| Carga de Rotura (daN) | 14.154 |
| Módulo de elasticidad ($daN/mm^2$) | 12.547 |
| Coeficiente de dilatación lineal ($ºC^{-1}$) | $14,8 \times 10^{-6}$ |

### 6.1.3 Aislamiento

Los detalles del aislamiento se muestran en el Documento “Planos”.

En función de la tensión de la línea, de su emplazamiento, y del nivel de polución salina e industrial previsto, se instalará aislamiento de:

- Bastones de aislamiento compuesto de goma de silicona CS 210 SB 1050/6125 en los circuitos aislados a 220 kV
- Bastones de aislamiento compuesto de goma de silicona CS 320 SB 1425/13020 en los circuitos aislados a 400 kV

El aislamiento cumplirá lo establecido en los apartados 2.3, 3.4 y 4.4 de la IT-LAT-07. Los requisitos dimensionales se establecen en las normas:

- UNE-EN 61466-1 y UNE-EN 61466-2, para aisladores de aislamiento compuesto de goma de silicona

El coeficiente de seguridad mecánica no será inferior a 3, que podría reducirse a 2,5 si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción.

Las características del aislamiento son las siguientes:

| AISLAMIENTO | CS 210 SB 1050/6125 |
|---|---|
| Conductor | 3 x LA280 |
| Tensión (kV) | 220 |
| Tensión más elevada (kV) | 245 |
| Material | Polimérico |
| Línea de fuga de la cadena (mm) | 6.125 |
| Nivel de aislamiento (mm/kV) | 25 |
| Carga de rotura CME (KN) | 210 |
| Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV) | 1050 |
| Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV) | 460 |
| Distancia de arco mínima (mm) | 1.970 |
| Diámetro máximo zona aislante (mm) | 200 |
| Rotula y alojamiento de rótula (CEI 120) | 20 |

| AISLAMIENTO | CS 320 SB 1425/13020 |
|---|---|
| Conductor | 3 x LA510 |
| Tensión (kV) | 400 |
| Tensión más elevada (kV) | 420 |
| Material | Polimérico |
| Línea de fuga de la cadena (mm) | 13.020 |
| Nivel de aislamiento (mm/kV) | 31 |
| Carga de rotura CME (KN) | 320 |
| Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV) | 1425 |
| Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV) | 1050 |
| Rotula y alojamiento de rótula (CEI 120 ) | 20 |
| Longitud del aislador (mm) | ~4200 |

Las líneas sobre apoyos comunes se considerarán como de tensión igual a la de la más elevada, a los efectos de explotación, conservación y seguridad en relación con personas y bienes. El aislamiento de la línea de menor tensión no será inferior al correspondiente de puesta a tierra de la línea de tensión más elevada

### 6.1.4 Herrajes y accesorios

Los detalles de los herrajes y accesorios para los distintos conductores y cables de tierra se muestran en el Documento “Planos”.

Los herrajes y accesorios de las líneas aéreas deben cumplir los requisitos de las normas UNE-EN 61284, UNE-EN 61854 o UNE-EN 61897, según lo establecido en los apartados 2.2 y 3.3 de la IT-LAT-07.

Además, los herrajes de las cadenas de aisladores deben cumplir con los requisitos de resistencia mecánica dados en las normas UNE-EN 60305 y UNE-EN 60433 o UNE-EN 61466-1.

Las dimensiones de acoplamiento de los herrajes a los aisladores deberán cumplir con la Norma UNE 21009 o la Norma UNE 21128.

Los dispositivos de cierre y bloqueo utilizados en el montaje de herrajes con uniones tipo rótula deben cumplir con los requisitos de la norma UNE-EN 60372.

Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobase sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo.

En función de las características mecánicas y eléctricas de cada tramo de línea, se instalarán las siguientes cadenas de herrajes para los distintos conductores y disposiciones.

| CADENAS DE AISLADORES | |
|---|---|
| Conductor | **242-AL1/39-ST1A (LA-280)** |
| Aislador | **CS 210 SB 1050/6125** |
| Nº de conductores por fase | 3 |
| Tensión (kV) | 220 |
| Cadenas de suspensión | Doble |
| Tipo de grapa de suspensión | GSA |
| Carga mínima de la cadena de suspensión (kN) | 420 |
| Cadenas de amarre | Doble |
| Tipo de grapa de amarre | Compresión |

| CADENAS DE AISLADORES | |
|---|---|
| Conductor | **483-AL1/33-ST1A (LA-510)** |
| Aislador | **CS 320 SB 1425/13020** |
| Nº de conductores por fase | 3 |
| Tensión (kV) | 400 |
| Cadenas de suspensión | Doble |
| Tipo de grapa de suspensión | GSA |
| Carga mínima de la cadena de suspensión (kN) | 640 |
| Cadenas de amarre | Doble |
| Tipo de grapa de amarre | Compresión |
| Carga mínima de la cadena de amarre (kN) | 640 |

Se instalarán además los siguientes accesorios:

#### *6.1.4.1 Antivibradores*

Serán del tipo antivibrador-separador para los conductores y del tipo stockbridge para los cables tierra.

El número y la separación de amortiguadores-separadores en la fase se determinará en fases previas a la obra tras la realización del estudio de amortiguamiento necesario. Se considera una separación preliminar de un amortiguador-separador cada 40 m por fase.

En los cables de tierra se instalarán dos amortiguadores por vano, para vanos menores de 500 m, y cuatro en caso de vanos mayores a 500 m.

En todos los cables se seguirán las recomendaciones de instalación del fabricante del antivibrador en cuanto al número de unidades a instalar por vano, así como su posición.

*6.1.4.2 Contrapesos para puentes*

Los contrapesos para los puentes flojos de los apoyos con cadena de amarre serán de hierro fundido, galvanizados y con un peso aproximado de 10 kg. En caso de ser necesarios, se colocarán dos por puente y conductor de fase.

*6.1.4.3 Empalmes*

La unión de conductores y cables de tierra de acero se efectuará por medio de empalmes comprimidos, con resistencia mecánica, al menos, igual al 95% de la carga de rotura del cable y resistencia eléctrica, igual o menor a la de un cable de la misma longitud.

Con carácter general los empalmes se realizarán en los puentes flojos entre las cadenas de amarre. En la construcción de la línea se prohíbe colocar en la instalación de una línea más de un empalme por vano y conductor.

Los empalmes del cable de comunicaciones se realizarán en cajas adecuadas e instaladas a tal efecto.

*6.1.4.4 Dispositivos de protección de la avifauna.*

Los salvapájaros o señalizadores consistirán en espirales, tiras formando aspas u otros sistemas de probada eficacia y mínimo impacto visual realizados con materiales opacos que estarán dispuestos cada 10 metros, cuando el cable de tierra sea único, o alternadamente cada 20 metros cuando sean dos los cables de tierra paralelos.

Se podrán utilizar otro tipo de señalizadores, siempre que eviten eficazmente la colisión de aves, a juicio del órgano competente de la comunidad autónoma.

*6.1.4.5 Separadores*

Para haces tríplex se utilizarán separadores-amortiguadores de aleación de aluminio.

6.1.5 Apoyos

Cumplirán lo establecido en el apartado 2.4 de la IT-LAT-07.

Se instalarán apoyos metálicos de celosía del fabricante adecuados a las características dimensionales, mecánicas y eléctricas necesarias para cada tramo de línea.

Todos los apoyos irán identificados en cuanto a numeración, fabricante, tipo, tensión de funcionamiento y llevarán instalada un aplaca de aviso de peligro.

6.1.6 Cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa HM-20 del tipo:

- Fraccionadas en cuatro bloques independientes, con secciones circulares, tipo "Pata de Elefante".

Los tipos y dimensiones de las cimentaciones se muestran en el Documento "Planos".

Para las instalaciones de evacuación proyectada se ha previsto la instalación de los siguientes apoyos:

| APOYO Nº | COORDENADA X ETRS89 HUSO 30 | COORDENADA Y ETRS89 HUSO 30 | FUNCIÓN | ÁNGULO (GRADIANES) | TTMM | PROVINCIA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GOZU-1 | 521365,9433 | 4756614,3927 | FINAL DE LINEA | n/a | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-2 | 521085,9421 | 4756412,8983 | SUSPENSION | n/a | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-3 | 520876,4658 | 4756262,1549 | FINAL DE LINEA | n/a | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-4 | 520473,4571 | 4755972,1418 | SUSPENSION | n/a | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-5 | 520112,3507 | 4755712,2824 | AMARRE | 190g | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-6 | 519757,3518 | 4755533,0606 | AMARRE | 189g | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-7 | 519603,3306 | 4755417,1806 | SUSPENSION | n/a | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-8 | 519470,0063 | 4755316,8722 | AMARRE | 112g | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-9 | 519397,6878 | 4755382,5425 | AMARRE | 126g | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-10 | 518879,6161 | 4755143,5082 | SUSPENSION | n/a | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-11 | 518500,8286 | 4754968,7386 | AMARRE | 164g | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-12 | 518432,1037 | 4754863,5488 | SUSPENSION | n/a | ZIGOITIA | ÁLAVA |

| APOYO Nº | COORDENADA X ETRS89 HUSO 30 | COORDENADA Y ETRS89 HUSO 30 | FUNCIÓN | ÁNGULO (GRADIANES) | TTMM | PROVINCIA |
|---|---|---|---|---|---|---|
| GOZU-13 | 518318,7095 | 4754689,9884 | AMARRE | n/a | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-14 | 518128,0691 | 4754398,1957 | AMARRE | n/a | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-15 | 517956,6860 | 4754135,8779 | AMARRE | 160g | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-16 | 517575,6084 | 4753991,5764 | SUSPENSION | n/a | ZIGOITIA | ÁLAVA |
| GOZU-17 | 517208,0377 | 4753852,3902 | FINAL DE LINEA | n/a | ZUIA | ÁLAVA |

*Listado de apoyos*

### 6.1.7 Puesta a tierra

El dimensionamiento del sistema de puesta a tierra seguirá las recomendaciones del apartado 7 de la ITC-LAT 07 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, y deberá los siguientes criterios:

- Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión.
- Resistencia desde un punto de vista térmico.
- Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

El sistema de puesta a tierra estará constituido por uno o varios electrodos de puesta a tierra enterrados en el suelo y por la línea de tierra que conecta dichos electrodos a los elementos que deban quedar puestos a tierra.

Los electrodos de puesta a tierra podrán disponerse de las siguientes formas:

**Picas de tierra verticales o inclinadas hincadas en el terreno**. Las tomas de tierra se realizarán con picas de acero cobreado de 14 x 2.000 mm clavadas en el terreno, alrededor de la cimentación del apoyo. Dadas las características del terreno los apoyos llevarán como mínimo dos picas. Se instalarán tantas picas como sean necesarias para obtener una resistencia eléctrica de todo el sistema inferior a 20 ohmios. Cuando se instalen varías picas en paralelo se separarán como mínimo 1,5 veces la longitud de la pica. La parte superior de cada pica siempre quedará situada debajo del nivel de tierra.

**Con electrodos horizontales de difusión en forma de anillo**. Los apoyos calificados de “frecuentados” según los criterios del RD223/2208, la puesta a tierra será efectiva mediante

anillo cerrado a modo de electrodo de difusión que tendrá cuatro conexiones al apoyo, una por montante. Serán enterrados como mínimo a una profundidad de 0,5 m. Se colocarán en la excavación de la cimentación o en el fondo de una zanja rodeada de tierra ligeramente apisonada, sin gravas o piedras, y protegida de la corrosión del suelo.

Los electrodos de tierra que estén directamente en contacto con el suelo deberán ser de materiales capaces de resistir la corrosión y las tensiones mecánicas durante su instalación, así como durante la explotación de la línea. Las uniones utilizadas para conectar las partes conductoras de una red de tierras, con los electrodos de puesta a tierra dentro de la propia red, deberán tener las dimensiones adecuadas para asegurar una conducción eléctrica y un esfuerzo térmico y mecánico equivalente a los de los propios electrodos. Los electrodos de puesta tierra deberán ser resistentes a la corrosión y no deben ser susceptibles de crear pares galvánicos.

Las uniones usadas para el ensamblaje de picas deben tener el mismo esfuerzo mecánico que las picas mismas y deben resistir fatigas mecánicas durante su colocación. Cuando se tengan que conectar metales diferentes, que creen pares galvánicos, las uniones se realizarán mediante piezas de conexión bimetálica.

Todos los apoyos de la línea se conectarán a tierra.

En todas las cadenas de suspensión y de amarre del cable de tierra se instalará una pieza de conexión del cable a la estructura metálica del apoyo.

## 6.2 Materiales de los tramos de línea subterránea

Los materiales y su montaje cumplirán con los requisitos y ensayos de las normas UNE aplicables de entre las incluidas en la ITC-LAT 02 y demás normas y especificaciones técnicas aplicables.

En el caso de que no exista norma UNE, se utilizarán las Normas Europeas (EN o HD) correspondientes y, en su defecto, se recomienda utilizar la publicación CEI correspondiente (Comisión Electrotécnica Internacional).

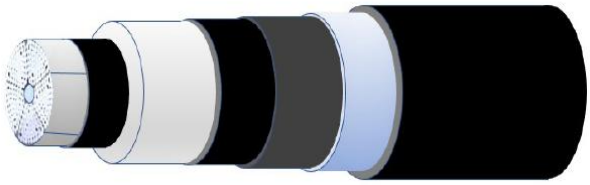
### 6.2.1 Cable aislado de potencia

#### *6.2.1.1 Características constructivas*

Se instalará cable unipolar no armado con aislamiento extruido según IEC 620067.

El conductor aislado a 220 kV será de aluminio de Clase 2 circular segmentado -Milliken- hilos aislados y de 2500 mm$^2$ de sección, obturado para protección al agua. El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE) y la pantalla es una pantalla tubular de Aluminio. La cubierta del cable será de polietileno (PE) ST7. Sus principales características son:

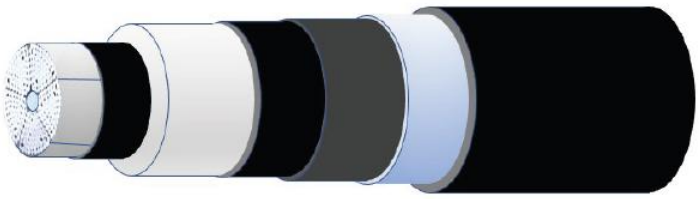
| **Cable aislado de potencia 220 kV** | |
|---|---|
| Denominación | RHE-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 MAl+T375Al |
| Material | Aluminio |
| Sección (mm$^2$) | 2500 |
| Clase | Circular segmentado -Milliken- hilos aislados |
| Resistencia conductor cc 20ºC (Ohm/km) | 0,0127 |
| Aislamiento: material y espesor (mm) | Polietileno reticulado (XLPE) 21 mm |
| Pantalla: material y sección (mm$^2$) | Pantalla de tubo de aluminio de 375 mm$^2$ de sección nominal |
| Cubierta exterior: material y diámetro exterior (mm) | Polietileno (PE) ST7 con recubrimiento semiconductor extruido / 126,4m |
| Peso del cable aproximado (kg/m) | 13,945 |
| Máxima temperatura de servicio del cable (ºC) | 16128 |
| Intensidad ccto admisible I (kA) conductor | 236,209 kA / 0,5 segundos |
| Intensidad ccto admisible I (kA) pantalla | 29,602 kA / 0,5 segundos |



*Cable 220 kV*

El conductor aislado a 400 kV será de aluminio Clase 2circular segmentado -Milliken y de 2500 mm$^2$ de sección, obturado para protección al agua. El aislamiento será de polietileno reticulado (XLPE) y la pantalla es una pantalla tubular de Aluminio. La cubierta del cable será de polietileno (PE) ST7. Sus principales características son:

| **Cable aislado de potencia 400 kV** | |
|---|---|
| Denominación | RHZ1-RA+2OL 230/400 kV 1x2500 MAl + T450 Al |
| Material | Aluminio |
| Sección (mm$^2$) | 2500 |
| Clase | Clase 2, circular segmentado - Milliken |
| Resistencia conductor cc 20ºC (Ohm/km) | 0,0127 |
| Aislamiento: material y espesor (mm) | Polietileno reticulado (XLPE) 27 mm |
| Pantalla: material y sección (mm$^2$) | Pantalla de tubo de aluminio de 450 mm$^2$ de sección nominal |
| Cubierta exterior: material y diámetro exterior (mm) | Polietileno (PE) ST7 con recubrimiento semiconductor extruido / 141,34 mm |
| Peso del cable aproximado (kg/m) | 19,196 |
| Máxima temperatura de servicio del cable (ºC) | 90 |
| Intensidad ccto admisible I (kA) conductor | 334,051 kA / 0,5 segundos |
| Intensidad ccto admisible I (kA) pantalla | 50,149 kA / 0,5 segundos |
| | |



*Cable 400 kV*

### *6.2.1.2 Características eléctricas*

| **Cable aislado de potencia 220 kV** | |
|---|---|
| Normativa de referencia | IEC 62067 |
| Tensión asignada Uo/U (kV) | 127/220 |
| Tensión más elevada de la red (Us) | 245 |
| Frecuencia (Hz) | 50 |
| Nivel aislamiento a impulsos tipo rayo (kV) | 1.050 |
| Temperatura máxima del conductor en régimen permanente (ºC) | 90 |
| Temperatura máxima del conductor en cortocircuito (ºC) | 250 |
| Temperatura máxima de la pantalla en régimen permanente (ºC) | 80 |
| Temperatura máxima pantalla en cortocircuito (ºC) (inicial – final) | 80-180 |
| Intensidad cortocircuito admisible 0,5 s en conductor (kA) | 236,209 |
| Intensidad cortocircuito admisible 0,5 s en pantalla (kA) | 29,602 |

| **Cable aislado de potencia 400 kV** | |
|---|---|
| Normativa de referencia | IEC 62067 |
| Tensión asignada Uo/U (kV) | 230/400 |
| Tensión más elevada de la red ($U_s$) | 420 |
| Frecuencia (Hz) | 50 |

| Cable aislado de potencia 400 kV | |
|---|---|
| Nivel aislamiento a impulsos tipo rayo (kV) | 1.425 |
| Nivel aislamiento a frecuencia industrial 30 min. (kV) | 440 |
| Nivel de aislamiento de la cubierta a frecuencia industrial, 50 Hz (kV) | 15 |
| Nivel de aislamiento de la cubierta a impulsos tipo rayo (kV) | 47,5 |
| Temperatura máxima del conductor en régimen permanente (ºC) | 90 |
| Temperatura máxima del conductor en cortocircuito (ºC) | 250 |
| Temperatura máxima de la pantalla en régimen permanente (ºC) | >80 |
| Temperatura máxima pantalla en cortocircuito (ºC) | 250 |
| Intensidad cortocircuito admisible 0,5 s en conductor (kA) | 334,051 |
| Intensidad cortocircuito admisible 0,5 s en pantalla (kA) | 50,149 |

### 6.2.2 Cable de comunicaciones

Se instalarán dos cables de comunicaciones subterráneo de al menos 144 fibras por cada circuito.

El cable estará constituido por un núcleo óptico que a su vez estará formado por un elemento central de naturaleza dieléctrica, alrededor del cual se cablearán los tubos que contienen las fibras con protección holgada; los tubos irán rellenos con un compuesto antihumedad. Este componente cumplirá la norma IEC 60794 en cuanto a densidad, viscosidad y penetración del cono.

El conjunto descrito estará preparado de modo que evite la penetración/propagación del agua por el interior del cable y la acción de los iones de hidrógeno y estará protegido por una cubierta plástica.

Encima de esta cubierta se colocarán cintas o capas resistentes, de materiales de protección, que actúen como barrera ante la acción de los roedores. Las cintas o capas podrán ser dieléctricas.

Sobre el conjunto así formado se extruirá una cubierta exterior de material termoplástico.

El cable estará garantizado contra la no propagación del agua bajo la primera cubierta, es decir, la cubierta del núcleo óptico, según CEI 794-1.

### 6.2.3 Terminales

La conexión del cable con la aparamenta de las subestaciones tipo intemperie o con la línea aérea se realizará mediante una botella terminal de tipo exterior unipolar por fase.

| **Terminales 220 kV** | |
|---|---|
| Tensión nominal de la red (kV) | 220 |
| Tensión nominal del cable Uo/U (kV) | 127/220 |
| Tensión más elevada en el cable y sus accesorios Um (kV) | 245 |
| Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV cresta) | 1.150 |
| **Terminales 400 kV** | |
| Tensión nominal de la red (kV) | 400 |
| Tensión nominal del cable Uo/U (kV) | 230/400 |
| Tensión más elevada en el cable y sus accesorios Um (kV) | 420 |
| Tensión soportada a impulsos tipo rayo (kV cresta) | 1.425 |

#### *6.2.3.1 Terminales tipo exterior*

Las botellas terminales tipo exterior se podrán instalar en:

- Soportes metálicos individuales
- Las plataformas diseñadas a tal efecto en los apoyos de paso aéreo-subterráneo

Las características técnicas de las botellas terminales tipo exterior serán compatibles con los cables en los que se instalen, así como con el sistema subterráneo global y condiciones de operación de la instalación a la que van destinados.

La capacidad de transporte, así como la corriente de cortocircuito soportada deberá ser al menos igual a la del cable de la instalación a la que va destinado.

Los terminales tipo exterior deberán cumplir con los ensayos y requerimientos fijados por la IEC 62067.

Los terminales exteriores estarán constituidos por:

- Vástago de conexión aérea
- Deflector de tensión (aluminio).
- Aislador exterior polimérico con refuerzo interno de fibra de vidrio reforzada epoxy.
- Fluido aislante de relleno (se instalarán preferiblemente terminales de tipo exterior seco). No se instalarán depósitos externos para el fluido aislante.
- Cono premoldeado de control de campo de EDPM o goma de silicona.
- Base soporte con placa de conexión de aluminio, pernos de fijación de acero inoxidable y aisladores cerámicos. La conexión con el cable estará diseñada para soportar los esfuerzos térmicos y electrodinámicos producidos durante el funcionamiento normal y en las condiciones de cortocircuito especificadas. La base soporte estará preparada para la correcta conexión con el soporte del terminal exterior.
- Conexión toma de tierra mediante electrodo de compresión que deberá soportar los esfuerzos termodinámicos tanto para el funcionamiento normal del cable como en cortocircuito.
- Boca de entrada de cable. Deberá proporcionar suficiente protección mecánica de la unión en el funcionamiento normal del cable, en cortocircuito y durante los procesos de montaje. Estará provista de la correspondiente conexión de toma de tierra. Se dispondrá de los dispositivos necesarios para garantizar la estanqueidad de la entrada del cable en el terminal.

Los terminales cumplirán con las siguientes características:

| | |
|---|---|
| Material del aislador del terminal 220 y 400 kV | Polimérico |
| Línea de fuga Nivel III (fuerte) (mm/kV) | 25 |

### 6.2.4 Autoválvulas

Los pararrayos serán de tipo intemperie y de óxido de zinc según la norma UNE-EN 60099-4- en última edición con las siguientes características mínimas:

| **Autoválvulas 220 kV** | |
|---|---|
| Tensión nominal (kV) | 220 |
| Tensión más elevada (kV) | 245 |
| Icc de cortocircuito simétrico (kA) | 40 |
| Tiempo máximo de eliminación del cortocircuito (s) | 0,5 |
| Neutro red | Directo a tierra |
| Clase de descarga: 3 | 3 |
| Corriente de descarga nomina (kA) | 10 |
| Línea de fuga: (mm/kV) | 25 |
| Material del aislador de la autoválvula | Porcelana/polimérico |

| **Autoválvulas 400 kV** | |
|---|---|
| Tensión nominal (kV) | 400 |
| Tensión más elevada (kV) | 420 |
| Icc de cortocircuito simétrico (kA) | 50 |
| Tiempo máximo de eliminación del cortocircuito (s) | 0,5 |
| Neutro red | Directo a tierra |
| Clase de descarga: 3 | 3 |
| Corriente de descarga nomina (kA) | 10 |
| Línea de fuga: (mm/kV) | 25 |
| Material del aislador de la autoválvula | Porcelana/polimérico |

### 6.2.5 Cajas de conexión

Para poder realizar las conexiones a tierra de las pantallas metálicas según los tipos de conexionado de las pantallas se instalarán cajas unipolares o tripolares de conexión a tierra que

dispondrán de una envoltura acero inoxidable. En el interior de las cajas las conexiones a tierra se realizarán mediante pletinas desmontables de cobre o cobre estañado.

En los apoyos de paso aéreo-subterráneo se instalarán para cada uno de los terminales tipo exterior una caja unipolar de conexión directa a tierra o con descargadores o bien cajas tripolares, en función del sistema de conexión de pantallas.

Las cajas de puesta a tierra de los empalmes en caso de ser necesarias se instalarán en el interior de las cámaras de empalme o en arquetas fuera de la cámara de empalmes si éstas no son visitables.

El cable de tierra que conecta los empalmes con las cajas de puesta tierra no podrá tener una longitud superior a 10 metros.

Para la línea proyectada se instalarán los siguientes tipos de cajas de conexión:

| |
|---|
| • Caja unipolar de puesta a tierra directa intemperie |
| • Caja unipolar de puesta a tierra directa con descargadores |
| • Caja tripolar enterrada para cruzamiento de pantallas con descargadores |
| • Caja tripolar enterrada para puesta a tierra directa |

#### *6.2.5.1 Cajas de conexión unipolares para conexión puesta a tierra directa.*

Las cajas de conexión unipolares serán de acero inoxidable, dispondrán de un grado de protección IP-66. Deberán soportar un defecto de arco interno de 40kA durante 0,1 segundos y un cortocircuito de ≥ 40kA durante 1 segundo. Y serán para cable unipolar.

#### *6.2.5.2 Cajas de conexión unipolares para conexión puesta a tierra a través de descargador. Instalación al aire*

Las cajas de conexión unipolares serán de acero inoxidable, dispondrán de un grado de protección IP-66. Deberán soportar un defecto de arco interno de 40kA durante 0,1 segundos. Serán para cable unipolar. El descargador será de óxido de Zinc (ZnO).

### 6.2.6 Cables de conexión de pantallas

Se instalarán los siguientes tipos de cable para la conexión de las pantallas:

| **Cables de puesta a tierra 220 kV** | |
|---|---|
| Cable unipolar de puesta a tierra | RZ1 1x300 mm2 |
| Cable unipolar de puesta a tierra | RZ1 1x300 mm2 |
| Cable coaxial de puesta a tierra | RZ1 1x300/300 mm2 |

| **Cables de puesta a tierra 400 kV** | |
|---|---|
| Cable unipolar de puesta a tierra | RZ1 1x400 mm2 |
| Cable unipolar de puesta a tierra | RZ1 1x400 mm2 |
| Cable coaxial de puesta a tierra | RZ1 1x400/400 mm2 |

### 6.2.7 Descargadores

Para la instalación proyectada se ha previsto la instalación de limitadores de tensión de con las siguientes características:

| **Limitadores de tensión** | |
|---|---|
| Material | Óxido de cinc (ZnO) |

Y deberán cumplir los requisitos indicados en la norma UNE-EN 60099-4.

## 6.3 Canalización

En la línea proyectada se ha previsto el siguiente tipo de canalización:

- Entubada hormigonada

Los detalles de la canalización se muestran en el documento “Planos”.

Para el tendido de los cables aislados, se instalará 1 tubo de polietileno de alta densidad corrugado de doble pared de 250 mm (220 kV) o 315 mm (400 kV) de diámetro exterior.

Para el tendido de los cables de telecomunicaciones, se instalará 1 tubo de polietileno liso de alta densidad de simple capa de 110 mm de diámetro.

Para el tendido de los cables de tierra (instalación Single-Point), se instalará 1 tubo de polietileno de liso de alta densidad de simple capa de 110 mm de diámetro.

#### *6.3.1.1 Dimensiones de la canalización*

Las dimensiones de las distintas zanjas vienen condicionadas por los distintos niveles de tensión, por el número de ternas a tender, y el diámetro de los tubos necesarios.

En la línea proyectada se tiene:

| Número de circuitos | Tensión de cada circuito (kV) | Profundidad de la canalización (mm base de excavación) | Anchura de la canalización (mm) |
|---|---|---|---|
| 1 | 400 | 1701 | 1200 |
| 2 | 220-220 | 1701 | 2400 |
| 2 | 400-220 | 1701 | 2400 |

Las profundidades y anchuras mencionadas se modificarán, en caso necesario, cuando se encuentren otros servicios en el trazado, a fin de mantener las distancias mínimas en cruzamientos y paralelismos.

- Perforación horizontal dirigida

La perforación horizontal dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con un control absoluto de la trayectoria de perforación.

Este control permite librar obstáculos naturales o artificiales sin afectar al terreno, con lo cual se garantiza la mínima repercusión ambiental al terreno.

Esta técnica se usará en los pasos de montaña donde no existe camino consolidado para realizar la zanja, así cuando no sea posible realizar un cruzamiento con una zanja convencional.

La trayectoria de perforación se realiza a partir de arcos de circunferencia y tramos rectos. Sus principales características son las siguientes:

- El radio mínimo está condicionado por la flexión máxima de las varillas de perforación y por la flexibilidad del tubo. Para las secciones tipo de perforación horizontal dirigida el radio mínimo de curvatura será 250 m.
- El ángulo de ataque depende de la máquina de perforación, la profundidad y longitud de la perforación.

La perforación dirigida consta de cuatro fases:

- Fase 1: Posicionamiento y replanteo

La perforación puede comenzar desde una pequeña cata, quedando siempre la máquina en la superficie, o bien desde el nivel de tierra.

En esta primera fase se determinarán los puntos de entrada y de salida de la perforación, ejecutando las catas si procede, seleccionando la trayectoria más adecuada a seguir.

- Fase 2: Perforación piloto

Se van introduciendo varillas, las cuales son roscadas automáticamente unas a otras a medida que va avanzando la perforación. En el proceso se van combinando adecuadamente el empuje con el giro de las varillas con el fin de obtener un resultado óptimo.

Para facilitar la perforación se utiliza un compuesto llamado bentonita, que es una arcilla de grano muy fino que contiene bases y hierro. La bentonita es inyectada a presión por el interior de las varillas hasta el cabezal de perforación siendo su misión principal refrigerar y lubricar dicho cabezal y suministrar estabilidad a la perforación.

En esta perforación piloto, la cabeza está dotada de una sonda, de manera que mediante un receptor se puede conocer la posición exacta del cabezal.

La perforación piloto se deberá realizar a la profundidad apropiada para evitar derrumbamientos o situaciones donde los fluidos utilizados pudieran salir a la superficie. La trayectoria se puede variar si fuese necesario debido a la aparición de obstáculos en la trayectoria marcada.

- Fase 3: Escariado

Una vez hecha la perforación piloto se desmonta el cabezal de perforación. En su lugar se montan conos escariadores para aumentar el diámetro del túnel. Se hacen tantas pasadas como

sea necesario aumentando sucesivamente las dimensiones de los conos escariadores, y así el diámetro del túnel.

Este proceso se realiza en sentido inverso, es decir, tirando hacia la máquina.

- Fase 4: Instalación de la tubería

Finalmente se une la tubería, previamente soldada por termofusión en toda su longitud, a un cono escariador-ensanchador mediante una pieza de giro libre de modo que va quedando instalada en el túnel practicado.

Los tubos empleados serán al menos de PEHD PE100 PN10 en color negro con bandas azules según norma UNE-EN 12201.

En el interior de cada tubo se instalará una cuerda de nylon de diámetro igual a 10 mm.

En fases posteriores a este proyecto una vez se hayan realizado los ensayos geotécnicos, geológicos e hidrológicos necesarios sobre el terreno, se definirán exactamente el número y tipo de tubos en cada perforación.

La separación y profundidad entre tubos y circuitos dependerá igualmente de los ensayos sobre el terreno.

## 6.4 Puesta a tierra

### 6.4.1 Elementos a conectar a tierra

Se conectarán a tierra los siguientes elementos:

- Bastidores de los elementos de protección.
- Pantallas metálicas de los cables, empalmes y terminales.

### 6.4.2 Conexiones de la pantalla de los cables

Los cables disponen de una pantalla metálica sobre la que se inducen tensiones.

Dependiendo del sistema de conexión a tierra de estas pantallas, o bien pueden aparecer corrientes inducidas que disminuyen la intensidad máxima admisible en el cable, o bien aparecen tensiones inducidas que pueden alcanzar valores peligrosos. En la línea proyectada se han previsto los siguientes sistema de puesta a tierra:

- Single point.
- Doble single point
- Cross bonding

6.4.3 Disposición de la puesta a tierra

Los elementos que constituyen la puesta a tierra son:

- Elementos de conexión a tierra de las pantallas
- Línea de tierra
- Electrodo de puesta a tierra

*6.4.3.1 Elementos de conexión a tierra de las pantallas*

Los elementos de conexión de las pantallas a tierra son los que se detallan a continuación:

6.4.3.1.1 Conexión equipotencial de puestas a tierra

La conexión se hará mediante un conductor unipolar de cobre, con aislamiento 0,6/1 kV a efectos de protección contra la corrosión.

La sección del cable será la calculada para permitir la conducción de la intensidad de cortocircuito correspondiente.

*6.4.3.2 Línea de tierra*

Es el conductor que une el electrodo de puesta a tierra con el punto de la instalación que ha de conectarse a tierra, es decir, las cajas de puesta a tierra de empalmes y terminales.

La puesta a tierra de servicio conectará a tierra los extremos de los descargadores de tensiones.

La puesta a tierra de protección conectará a tierra los elementos metálicos de la instalación.

*6.4.3.3 Electrodo de puesta a tierra*

Los electrodos de puesta a tierra están constituidos, bien por picas de acero-cobre, bien por conductores de cobre desnudo enterrados horizontalmente, o bien por combinación de ambos.

6.4.3.3.1 Puesta a tierra de terminaciones en subestaciones

En las terminaciones de las subestaciones, se empleará el electrodo de puesta a tierra propio de la subestación.

## 6.5 Ensayos eléctricos después de la instalación

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la Norma UNE 211006 y según se establece en la ITC-LAT 05.

# 7 RELACION DE CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS

## 7.1 Cruzamientos

A lo largo del trazado previsto en este Proyecto se producirán los siguientes cruzamientos.

| Núm. | Denominación | Organismo | X U.T.M. ETRS89 HUSO 30 | Y U.T.M. ETRS89 HUSO 30 | Término municipal | Provincia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 46 | Curso agua AMESTONDO / Isisibarri Erreka | Agencia Vasca del Agua | 521.322,4 | 4.756.583,0 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 47 | Línea Eléctrica MT | i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. | 521.218,0 | 4.756.507,9 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 48 | Curso agua intermitente sin nombre | Agencia Vasca del Agua | 521.193,6 | 4.756.490,4 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 49 | Curso agua intermitente sin nombre | Agencia Vasca del Agua | 520.719,7 | 4.756.149,4 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 50 | Curso agua LIBAO | Agencia Vasca del Agua | 520.363,5 | 4.755.893,0 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 51 | Curso agua OSEGARPE | Agencia Vasca del Agua | 519.241,5 | 4.755.310,5 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 52 | Línea Eléctrica MT | i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. | 519.159,7 | 4.755.272,7 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 53 | Carretera 3º Orden A-4412 km +15,100 | Dirección de Infraestructuras Viarias de la Diputación Foral de Álava | 519.140,4 | 4.755.263,9 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 54 | Línea Eléctrica BT | i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. | 519.139,8 | 4.755.217,4 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 55 | Línea Eléctrica MT | i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. | 518.273,7 | 4.754.621,1 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 56 | Carretera Nacional N-622 km +15,200 | Dirección de Infraestructuras Viarias de la Diputación Foral de Álava | 518.229,2 | 4.754.553,0 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 57 | Carretera Nacional N-622 km +15,200 | Dirección de Infraestructuras Viarias de la Diputación Foral de Álava | 518.215,1 | 4.754.531,4 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 58 | Carril servicio carretera Nacional N-622 | Dirección de Infraestructuras Viarias de la Diputación Foral de Álava | 518.208,7 | 4.754.521,7 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 59 | Carretera 3º Orden A-3600 km +15,550 | Dirección de Infraestructuras Viarias de la Diputación Foral de Álava | 518.163,6 | 4.754.452,6 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 60-1 | Línea Telecomunicación | Telefónica Móviles de España, S.A.U. | 518.157,2 | 4.754.442,8 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 60-2 | Línea Telecomunicación | Euskaltel, S.A. | 518.157,2 | 4.754.442,8 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 61 | Victor Sakana | Agencia Vasca del Agua | 518.179,4 | 4.754.323,8 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 62 | Curso agua intermitente sin nombre | Agencia Vasca del Agua | 517.819,8 | 4.754.184,0 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 63 | Curso agua intermitente sin nombre | Agencia Vasca del Agua | 517.759,8 | 4.754.161,3 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 64 | Curso agua intermitente sin nombre | Agencia Vasca del Agua | 517.741,4 | 4.754.154,3 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 65 | Curso agua intermitente sin nombre | Agencia Vasca del Agua | 517.729,9 | 4.754.150,0 | Zigoitia | ÁLAVA |
| 66 | Curso agua intermitente sin nombre | Agencia Vasca del Agua | 516.341,0 | 4.753453,0 | Zuia | ÁLAVA |
| 67 | Carretera A-4413 | Dirección de Infraestructuras Viarias de la Diputación Foral de Álava | 516.047,0 | 4.753.292,3 | Zuia | ÁLAVA |
| 68 | Línea eléctrica MT | i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U. | 515.923,3 | 4.753.312,3 | Zuia | ÁLAVA |

| Núm. | Denominación | Organismo | X U.T.M. ETRS89 HUSO 30 | Y U.T.M. ETRS89 HUSO 30 | Término municipal | Provincia |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 69 | Curso agua ERROTIGAN/Txikaran Erreka | Agencia Vasca del Agua | 515.883,4 | 4.753.288,5 | Zuia | ÁLAVA |

## 7.2 Paralelismos

A lo largo del trazado previsto en este Proyecto se producirán los siguientes paralelismos.

| Paralelismo Número | Denominación | Organismo | PUNTO INICIO-FINAL | X U.T.M. ETRS89 HUSO 30 | Y U.T.M. ETRS89 HUSO 30 | Término municipal | Provincia |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| PA-1 | Camino sin nombre | Dirección de Infraestructuras Viarias de la Diputación Foral de Álava | PA-1 PI | 515079,81 | 4752758,31 | Zuia | ÁLAVA |
| | | | PA-1 PF | 515750,33 | 4753100,82 | Zuia | ÁLAVA |
| PA-2 | Camino sin nombre | Dirección de Infraestructuras Viarias de la Diputación Foral de Álava | PA-1 PI | 516137,18 | 4753281,29 | Zuia | ÁLAVA |
| | | | PA-1 PF | 516349,18 | 4753521,62 | Zuia | ÁLAVA |

## 7.3 Paso por Montes de Utilidad Pública

A lo largo del trazado previsto en este Proyecto se producirán los siguientes pasos por Montes de Utilidad Pública (MUP).

| Orden | Número de Monte | Provincia | X U.T.M. ETRS89 HUSO 30 | Y U.T.M. ETRS89 HUSO 30 | Organismo | Gobierno Vasco |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | 368 | ÁLAVA | 521122,58 | 4756439,27 | Servicio de Montes del Departamento de Agricultura de la Diputación Foral de Álava/Araba | Dirección de Agricultura y Ganadería del Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente |
| 16 | 373 | ÁLAVA | 519916,60 | 4755613,46 | Servicio de Montes del Departamento de Agricultura de la Diputación Foral de Álava/Araba | Dirección de Agricultura y Ganadería del Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente |
| 17 | 375 | ÁLAVA | 519052,12 | 4755223,10 | Servicio de Montes del Departamento de Agricultura de la Diputación Foral de Álava/Araba | Dirección de Agricultura y Ganadería del Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente |
| 18 | 375 | ÁLAVA | 518474,68 | 4754928,72 | Servicio de Montes del Departamento de Agricultura de la Diputación Foral de Álava/Araba | Dirección de Agricultura y Ganadería del Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente |
| 19 | 371 | ÁLAVA | 518169,16 | 4754461,10 | Servicio de Montes del Departamento de Agricultura de la Diputación Foral de Álava/Araba | Dirección de Agricultura y Ganadería del Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente |
| 20 | 740 | ÁLAVA | 515892,42 | 4753354,21 | Servicio de Montes del Departamento de Agricultura de la Diputación Foral de Álava/Araba | Dirección de Agricultura y Ganadería del Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente |

| Orden | Número de Monte | Provincia | X U.T.M. ETRS89 HUSO 30 | Y U.T.M. ETRS89 HUSO 30 | Organismo | Gobierno Vasco |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 21 | 741 | ÁLAVA | 515347,29 | 4752945,34 | Servicio de Montes del Departamento de Agricultura de la Diputación Foral de Álava/Araba | Dirección de Agricultura y Ganadería del Departamento de Desarrollo Económico, Sostenibilidad y Medio Ambiente |

# 8 AYUNTAMIENTOS Y ORGANISMOS AFECTADOS

## 8.1 Relación de términos municipales afectados

1. Ayuntamiento de Zigoitia (Araba)
2. Ayuntamiento de Zuia (Araba)

## 8.2 Relación de organismos con bienes afectados

Los Organismos con bienes afectados por el trazado de la línea eléctrica proyectada son los siguientes:

1. Agencia Vasca del Agua
2. i-DE Redes Eléctricas Inteligentes, S.A.U.
3. Dirección de Infraestructuras Viarias de la Diputación Foral de Álava
4. Telefónica Móviles de España, S.A.U.
5. Euskaltel, S.A.
6. Servicio de Montes del Departamento de Agricultura de la Diputación Foral de Álava/Araba

# 9 EMISIONES DE ENERGÍA.

## 9.1 Campos electromagnéticos.

De acuerdo con el Resumen informativo elaborado por el Ministerio de Sanidad y Consumo con fecha 11 de Mayo de 2001, a partir del informe técnico realizado por un Comité pluridisciplinar de Expertos Independientes en el que se evaluó el riesgo de los campos electromagnéticos sobre la salud humana, se puede concretar que para los niveles de campo magnético que se generan en las líneas del proyecto, no se ocasionan efectos adversos para la salud, ya que son unos niveles de radiación muy inferiores a las 100 µT, límite preventivo para el cual, se puede asegurar que no se ha identificado ningún mecanismo biológico que muestre una posible relación causal entre la exposición a estos niveles de campo electromagnético y el riesgo de padecer alguna enfermedad, en concordancia así mismo, con las conclusiones de la Recomendación del Consejo de Ministros de Salud de la Unión Europea (1999/519/CE), relativa a la exposición del público a campos electromagnéticos de 0 Hz a 300GHz, cuya trascripción al ámbito nacional queda recogido en el Real Decreto 1066/2001 28 de Septiembre de 2001.

Estos niveles de campo magnético no son, por otra parte, exclusivos de líneas eléctricas, siendo habituales en otros ambientes, como oficinas, medios de locomoción o incluso en ambientes residenciales fruto de la evolución tecnológica de la sociedad.

## 9.2 Efecto corona

El conjunto de parámetros de diseño que componen esta instalación (dimensiones de los cables, nº de subconductores por fase, dimensiones de los armados de los apoyos y disposición de conductores) se han definido para no producir efecto corona en tiempo seco ni húmedo, no produciéndose efecto audible ni luminoso por efecto corona en ningún tramo de la línea.

# 10 SERVIDUMBRES PERMANENTES Y CAMINOS DE ACCESO

## 10.1 Ocupación permanente de apoyos

La ocupación permanente del apoyo es la superficie del terreno dónde se sitúan la cimentación y el sistema de puesta a tierra del mismo. Estas superficies se determinarán a partir del área formada por un cuadrado envolvente de los macizos de las cimentaciones, medidas desde la arista exterior de las zapatas de los apoyos, incrementada en **3 metros** a cada lado de las mismas.

## 10.2 Ocupación permanente de zanjas

Para las líneas eléctricas subterráneas se define la zona de *Superficie de la canalización* como la franja de terreno definida por la anchura de la canalización o del tendido, que será, como mínimo la distancia entre las partes exteriores de los conductores extremos de la instalación.

La *Superficie de seguridad* es la zona de protección comprendida entre la Superficie de la canalización (Z) incrementada por una distancia mínima de seguridad de Z/2 a ambos lados de la misma.

La ocupación permanente es la suma de la Superficie de la canalización y la Superficie de seguridad.

## 10.3 Ocupación temporal

Es la superficie de ocupación temporal para el desarrollo de las actividades necesarias para la instalación de la línea eléctrica, su reparación, mantenimiento y vigilancia, para el depósito de materiales, maniobras para vehículos y personal de obra o mantenimiento, acopios de materiales y herramienta durante la ejecución de la obra, etc.

## 10.4 Caminos de acceso

Su origen será:

- Un vial de acceso público

Y su final:

- La superficie ocupación permanente

Y se considerará en general una **anchura mínima de 5 metros**, que podrá adaptarse en función de las pendientes del terreno y los radios de curvatura de caminos, etc.

# 11 PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

El plazo de ejecución de la obra se ha estimado en 9 meses, según el siguiente cronograma.

| ÍTEM | DESCRIPCIÓN | M1 | M2 | M3 | M4 | M5 | M6 | M7 | M8 | M9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | COMPRA EQUIPOS | | | | | | | | | |
| 1.1 | APOYOS | | | | | | | | | |
| 1.2 | CONDUCTORES | | | | | | | | | |
| 1.3 | CABLES DE TIERRA OPGW | | | | | | | | | |
| 1.4 | AISLADORES | | | | | | | | | |
| 1.5 | HERRAJES Y ACCESORIOS | | | | | | | | | |
| 1.6 | MATERIAL PAT AÉREO | | | | | | | | | |
| 1.7 | CABLE AISLADO | | | | | | | | | |
| 1.8 | CABLES DE FIBRA SUB | | | | | | | | | |
| 1.9 | TERMINALES | | | | | | | | | |
| 1.10 | AUTOVÁLVULAS | | | | | | | | | |
| 1.11 | MATERIAL PAT SUBT | | | | | | | | | |
| 2 | CONSTRUCCIÓN | | | | | | | | | |
| 2.1 | EXCAVACIÓN Y HORMIGONADO | | | | | | | | | |
| 2.2 | ARMADO E IZADO DE APOYOS | | | | | | | | | |
| 2.3 | TENDIDO Y ENGRAPADO DE CONDUCTORES | | | | | | | | | |
| 2.4 | TENDIDO Y ENGRAPADO DE CABLE DE TIERRA OPGW | | | | | | | | | |
| 2.5 | PUESTA A TIERRA | | | | | | | | | |
| 2.6 | INSTALACIÓN ACCESORIOS | | | | | | | | | |
| 2.7 | OBRA CIVIL TRAMO SUBTERRÁNEO | | | | | | | | | |
| 2.8 | TENDIDO DE CABLES POTENCIA | | | | | | | | | |
| 2.9 | EJECUCIÓN DE TERMINALES | | | | | | | | | |
| 2.10 | CONEXIÓN PAT | | | | | | | | | |
| 3 | PRUEBAS, PEM Y ENERGIZACIÓN | | | | | | | | | |

*Tabla 26 Cronograma*

# 12 CONCLUSIONES

Con la presente Memoria y demás documentos que se adjuntan y componen este Proyecto, 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.

Madrid, a la fecha de la firma electrónica

Josu Barredo Egusquiza

BARREDO EGUSQUIZA, JOSU (FIRMA)

Digitally signed by BARREDO EGUSQUIZA, JOSU (FIRMA)
Date: 2025.11.28 12:16:20 +01'00'

Colegiado nº 13.953

Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Madrid

**PROYECTO:**

# PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF

**TÍTULO**

## MEMORIA CÁLCULOS ELÉCTRICOS

**Nº DE DOCUMENTO**

**GOZU-SOL-LE-PE-MCE-0001**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº REVISIÓN:** | 02 | **DOCUMENTO EMITIDO PARA:** | LEGALIZACIÓN |
| **FECHA EMISIÓN:** | 20/10/2025 | | |

| | | |
|---|---|---|
| OCT | 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 | 30/06/2023 | Documento nuevo |
| 01 | 15/01/2025 | Proyecto |
| 02 | 20/10/2025 | Modificado Proyecto |

## ÍNDICE

1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA AÉREA ....4
1.1 Tramos aéreos a 220 kV. ....4
1.2 Tramos aéreos a 400 kV. ....9
1.3 Puesta a tierra....14
1.3.1 Clasificación de los apoyos....14
1.3.2 Diseño del sistema de puesta a tierra....15
1.3.3 Verificación del sistema del diseño del sistema de puesta a tierra....17
2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA SUBTERRÁNEA ....20

# 1 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA AÉREA

## 1.1 Tramos aéreos a 220 kV.

| CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA | |
|---|---|
| Frecuencia (Hz) | 50 |
| Tensión nominal Un (kV) | 220 |
| Tensión más elevada de la red Us (kV) | 245 |
| Categoría de la línea | Especial |
| Icc de la red (kA) | 50 |
| Tiempo de accionamiento de la protección del cable | 0,5 |
| Separación media geométrica (m) | 4,163 |
| Conductor de fase | 2 x LA-280 |
| Provincia | Alava |
| Temperatura media en invierno (ºC) | 9,00 |
| Temperatura media en verano (ºC) | 25,00 |
| Altitud media (m) | 1000,00 |
| Temperatura flecha máxima (ºC) | 85 |
| Potencia a evacuar por circuito (MVA) | 53,88 |
| Factor de potencia | 0,93 |
| Potencia a evacuar por circuito (MW) | 50,00 |
| **ARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONDUCTOR** | |
| Tipo | Aluminio – Acero |
| Denominación | 242-AL1 / 39-ST1A (Hawk) |
| Material | Aluminio – Acero |
| Sección total (mm2) | 281,10 |
| Composición (Nº alambres) | 26+7 |
| Diámetro total (mm) | 21,800 |
| Resistencia c.c.a 20ºC (Ω/km) | 0,11950 |
| **INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE** | |
| Sección total ($mm^2$) | 281,10 |
| Densidad máxima sin reducción ($A/mm^2$) | 2,207 |
| Coeficiente reductor | 0,937 |
| Densidad máxima con reducción ($A/mm^2$) | 2,068 |
| Intensidad máxima por subconductor (A) | 581 |
| Intensidad máxima por fase (A) | 1162 |
| **POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE** | |
| Tensión nominal (kV) | 220,00 |
| Intensidad máxima por fase (A) | 1162,45 |
| Factor de potencia | 0,93 |
| P_max admisible por circuito (MW) | 411,060 |
| P_max admisible por circuito (MVA) | 442,95 |

| JUSTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR PROYECTADO | |
|---|---|
| Potencia a evacuar por circuito (MVA) | 53,8793103448276 < 442,95 MVA |
| Factor de potencia | 0,93 |
| Potencia a evacuar por circuito (MW) | 50 < 411,06 MW |
| IT=Intensidad a transportar por subconductor (A) | 70,70 |
| IM=Intensidad máxima por subconductor (A) | 581,22 |
| IT/IM (%) | 12,16% |
| Potencia máxima de transporte por circuito en verano (MVA) | 548,03 |
| Potencia máxima de transporte por circuito en invierno (MVA) | 620,88 |

| CONSTANTES KILOMÉTRICAS | |
|---|---|
| Resistencia eléctrica $R_k$ (Ω/km) | 0,07863 |
| Reactancia de autoinducción $X_k$ (Ω/km) | 0,26793 |
| Susceptancia $B_k$ (S/km) | 4,225E-06 |
| Perditancia $G_k$ (S/km) | 0,000E+00 |

| CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA | | MÓDULO | ARGUMENTO |
|---|---|---|---|
| Resistencia R (Ω) | 0,60325 | - | - |
| Reactancia de autoinducción X (Ω) | 2,05556 | - | - |
| Susceptancia B (S) | 3,241E-05 | - | - |
| Perditancia G (S) | 0,000E+00 | - | - |
| Impedancia Z | 0,603247491084677+2,05556389617168i ; 2,14225359533937<73,6445890518481º | 2,142 | 73,645 |
| Admitancia Y | 0,0000324110273083586i ; 3,24110273083586E-05<90º | 3,241E-05 | 90,000 |
| Impedancia característica Zc | 254,478080458906-36,5697803402169i ; 257,092283564056<-8,177705474075 94º | 257,092 | -8,178 |
| Angulo característico θ | 0,00118526414926745+0,00824789601513228i ; 0,0083326250233629<81,822294525924º | 0,008 | 81,822 |
| Potencia Característica Pc (MW) | 188,26 | - | - |

| CONSTANTES AUXILIARES DE LA LÍNEA | | MÓDULO | ARGUMENTO |
|---|---|---|---|
| A | 0,999966688531214+9,77593545362215E-06i ; 0,999966688579<0,000560138501303217º | 1,000 | 0,001 |
| B | 0,60323409437803+2,05554303732367i ; 2,14222980814615<73,6447757605354º | 2,142 | 73,645 |
| C | -1,05616036984033E-10+0,0000324106674220504i ; 3,24106674222225E-05<90,0001867086873º | 3,241E-05 | 90,000 |
| D | 0,999966688531214+9,77593545362215E-06i ; 0,999966688579<0,000560138501303217º | 1,000 | 0,001 |

| CAÍDA DE TENSIÓN PARA LA POTENCIA MÁXIMA | | MÓDULO | ARGUMENTO |
|---|---|---|---|
| $V_1$ | 128553,834783919+1957,39945154726i ; 128568,735897434<0,872335405403679º | 128.568,736 | 0,872 |
| $V_2$ | 127017,059221718 ; 127017,059221718<0º | 127.017,059 | 0,000 |
| $I_2$ | 1078,75222227264-433,105291876013i ; 1162,44851538<-21,8748327163619º | 1.162,449 | -21,875 |
| Caída de tensión P_max (%) | 1,21% | - | - |
| Caída de tensión P_evac (kV) | 2,655 | - | - |

| CAÍDA DE TENSIÓN PARA LA POTENCIA A EVACUAR | | MÓDULO | ARGUMENTO |
|---|---|---|---|
| $V_1$ | 127200,2712219+239,182482034463i ; 127200,496096456<0,107736646085019º | 127.200,496 | 0,108 |
| $V_2$ | 127017,059221718 ; 127017,059221718<0º | 127.017,059 | 0,000 |
| $I_2$ | 131,215970270369-52,6815425538744i ; 141,396519687898<-21,87483271636 19º | 141,397 | -21,875 |
| Caída de tensión P_evac (%) | 0,14% | - | - |
| Caída de tensión P_evac (kV) | 0,317 | - | - |

| PÉRDIDA DE POTENCIA PARA LA POTENCIA A MÁXIMA | |
|---|---|
| Pérdida de potencia P_max (%) | 0,595% |
| Pérdida de potencia P_max (MW) | 2,445 |

| PÉRDIDA DE POTENCIA PARA LA POTENCIA A EVACUAR | |
|---|---|
| Pérdida de potencia P_evac (%) | 0,072% |
| Pérdida de potencia P_evac (MW) | 0,036 |

| | Efecto corona en tiempo húmedo | Efecto corona en tiempo seco |
|---|---|---|
| Provincia | Álava | Álava |
| Altitud media (m) | 1000,000 | 1000,000 |
| Temperarura (ºC) | 9,0 | 25,0 |
| delta | 0,932 | 0,882 |
| mc | 0,850 | 0,850 |
| mt | 0,800 | 1,000 |
| n= nº de subconductores del haz de fase | 2 | 2 |
| r (cm) | 1,090 | 1,090 |
| req | 6,603 | 6,603 |
| D (cm) | 416,282 | 416,282 |
| Presión (cm h Hg) Form. Halley. | 67,031 | 67,031 |
| Tensión nominal (kV) | 220 | 220 |
| Tensión más elevada (kV) | 245 | 245 |
| Tensión crítica disruptiva (kV) | 209 | 247 |
| Conclusión | Se produce efecto corona en tiempo húmedo | No se produce efecto corona en tiempo seco |
| Pérdida de potencia para P_evac (MW) | 0,0989 | 0,0000 |
| Pérdida de potencia para P_evac (%) | 0,1978 | 0,0000 |

## 1.2 Tramos aéreos a 400 kV.

| CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA | |
|---|---|
| | |
| Frecuencia (Hz) | 50 |
| Tensión nominal Un (kV) | 400 |
| Tensión más elevada de la red Us (kV) | 420 |
| Categoría de la línea | Especial |
| Icc de la red (kA) | #N/D |
| Tiempo de accionamiento de la protección del cable | 0,5 |
| Número de circuitos | 1 |
| Separación media geométrica (m) | 11,969 |
| Conductor de fase | 3 x LA-510 |
| Provincia | Vizcaya |
| Temperatura media en invierno (ºC) | 12,00 |
| Temperatura media en verano (ºC) | 25,00 |
| Altitud media (m) | 1000,00 |
| Temperatura flecha máxima (ºC) | 85 |
| Potencia a evacuar por circuito (MVA) | 53,88 |
| Factor de potencia | 0,93 |
| Potencia a evacuar por circuito (MW) | 50,00 |

| CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL CONDUCTOR | |
|---|---|
| Tipo | Aluminio – Acero |
| Denominación | LA-510 (Rail) |
| Material | Aluminio – Acero |
| Sección total (mm2) | 516,80 |
| Composición (Nº alambres) | 45+7 |
| Diámetro total (mm) | 29,590 |
| Resistencia c.c.a 20ºC (Ω/km) | 0,05990 |

| INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE | |
|---|---|
| Sección total ($mm^2$) | 516,80 |
| Densidad máxima sin reducción ($A/mm^2$) | 1,775 |
| Coeficiente reductor | 0,97 |
| Densidad máxima con reducción ($A/mm^2$) | 1,722 |
| Intensidad máxima por subconductor (A) | 890 |
| Intensidad máxima por fase (A) | 2669 |

| POTENCIA MÁXIMA ADMISIBLE | |
|---|---|
| Tensión nominal (kV) | 400,00 |
| Intensidad máxima por fase (A) | 2669,10 |
| Factor de potencia | 0,93 |
| P_max admisible por circuito (MW) | 1716,064 |
| P_max admisible por circuito (MVA) | 1849,21 |

| JUSTIFICACIÓN DEL CONDUCTOR PROYECTADO | |
|---|---|
| Potencia a evacuar por circuito (MVA) | 53,8793103448276 < 1849,21 MVA |
| Factor de potencia | 0,93 |
| Potencia a evacuar por circuito (MW) | 50 < 1716,06 MW |
| IT=Intensidad a transportar por subconductor (A) | 25,92 |
| IM=Intensidad máxima por subconductor (A) | 889,70 |
| IT/IM (%) | 2,91% |
| Potencia máxima de transporte por circuito en verano (MVA) | 2207,46 |
| Potencia máxima de transporte por circuito en invierno (MVA) | 2450,19 |

| CONSTANTES KILOMÉTRICAS | |
|---|---|
| Resistencia eléctrica $R_k$ (Ω/km) | 0,02882 |
| Reactancia de autoinducción $X_k$ (Ω/km) | 0,28259 |
| Susceptancia $B_k$ (S/km) | 3,961E-06 |
| Perditancia $G_k$ (S/km) | 0,000E+00 |

| CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS DE LA LÍNEA | | MÓDULO | ARGUMENTO |
|---|---|---|---|
| Resistencia R (Ω) | 0,86005 | - | - |
| Reactancia de autoinducción X (Ω) | 8,43367 | - | - |
| Susceptancia B (S) | 1,182E-04 | - | - |
| Perditancia G (S) | 0,000E+00 | - | - |
| Impedancia Z | 0,860049346975807+8,43367218308139i ; 8,47741183209323<84,1772178286678º | 8,477 | 84,177 |
| Admitancia Y | 0,000118222839282751i ; 0,000118222839282751<90º | 1,182E-04 | 90,000 |
| Impedancia característica Zc | 267,436101684651-13,6010349428369i ; 267,78173320038<-2,91139108566613º | 267,782 | -2,911 |
| Angulo característico θ | 0,00160795296812609+0,03161705526787i ; 0,031657916807005<87,0886089143339º | 0,032 | 87,089 |
| Potencia Característica Pc (MW) | 597,50 | - | - |
| | | | |

| CONSTANTES AUXILIARES DE LA LÍNEA | | MÓDULO | ARGUMENTO |
|---|---|---|---|
| A | 0,999501473664468+0,000050838737861378i ; 0,999501474957401<0,00291429796700305º | 1,000 | 0,003 |
| B | 0,859763508809591+8,43228528845965i ; 8,47600309562553<84,178188938414º | 8,476 | 84,178 |
| C | -2,0034333118412E-09+0,000118203193549803i ; 0,000118203193566781<90,0009711097462º | 1,182E-04 | 90,001 |
| D | 0,999501473664468+0,000050838737861378i ; 0,999501474957401<0,00291429796700305º | 1,000 | 0,003 |

| CAÍDA DE TENSIÓN PARA LA POTENCIA MÁXIMA | | MÓDULO | ARGUMENTO |
|---|---|---|---|
| $V_1$ | 241340,067254814+20042,8853434259i ; 242170,901050163<4,7474234464009º | 242.170,901 | 4,747 |
| $V_2$ | 230940,10767585 ; 230940,10767585<0º | 230.940,108 | 0,000 |
| $I_2$ | 2476,9251919872-994,453949740776i ; 2669,1004224<-21,8748327163619º | 2.669,100 | -21,875 |
| Caída de tensión P_max (%) | 4,64% | - | - |
| Caída de tensión P_evac (kV) | 18,550 | - | - |

| CAÍDA DE TENSIÓN PARA LA POTENCIA A EVACUAR | | MÓDULO | ARGUMENTO |
|---|---|---|---|
| $V_1$ | 231131,350224837+595,376958911207i ; 231132,117046678<0,147589288436975º | 231.132,117 | 0,148 |
| $V_2$ | 230940,10767585 ; 230940,10767585<0º | 230.940,108 | 0,000 |
| $I_2$ | 72,1687836487032-28,9748484046309i ; 77,768085828344<-21,8748327163619º | 77,768 | -21,875 |
| Caída de tensión P_evac (%) | 0,08% | - | - |
| Caída de tensión P_evac (kV) | 0,332 | - | - |

| PÉRDIDA DE POTENCIA PARA LA POTENCIA A MÁXIMA | |
|---|---|
| Pérdida de potencia P_max (%) | 1,071% |
| Pérdida de potencia P_max (MW) | 18,381 |

| PÉRDIDA DE POTENCIA PARA LA POTENCIA A EVACUAR | |
|---|---|
| Pérdida de potencia P_evac (%) | 0,031% |
| Pérdida de potencia P_evac (MW) | 0,016 |

| | Efecto corona en tiempo húmedo | Efecto corona en tiempo seco |
|---|---|---|
| Provincia | Vizcaya | Vizcaya |
| Altitud media (m) | 1000,000 | 1000,000 |
| Temperarura (ºC) | 12,0 | 25,0 |
| delta | 0,922 | 0,882 |
| mc | 0,850 | 0,850 |
| mt | 0,800 | 1,000 |
| n= nº de subconductores del haz de fase | 3 | 3 |
| r (cm) | 1,480 | 1,480 |
| req | 14,416 | 14,416 |
| D (cm) | 1196,925 | 1196,925 |
| Presión (cm h Hg) Form. Halley. | 67,031 | 67,031 |
| Tensión nominal (kV) | 400 | 400 |
| Tensión más elevada (kV) | 420 | 420 |
| Tensión crítica disruptiva (kV) | 449 | 537 |
| Conclusión | No se produce efecto corona en tiempo húmedo | No se produce efecto corona en tiempo seco |
| Pérdida de potencia para P_evac (MW) | 0,0000 | 0,0000 |
| Pérdida de potencia para P_evac (%) | 0,0000 | 0,0000 |

## 1.3 Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra de los apoyos se realizará según establece el apartado 7 de la instrucción técnica complementaria ITC-LAT 07.

Todos los apoyos se conectarán a tierra mediante una conexión específica.

### 1.3.1 Clasificación de los apoyos

De acuerdo con el apartado 7.3.4.2 del Reglamento, los apoyos se pueden clasificar según su ubicación en Frecuentados y No Frecuentados:

Apoyos No Frecuentados. Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente, como bosques, campo abierto, campos de labranza, etc.

Apoyos Frecuentados. Son los situados en lugares de acceso público y donde la presencia de personas ajenas a la instalación eléctrica es frecuente: donde se espere que las personas se queden durante tiempo relativamente largo, algunas horas al día durante varias semanas, o por un tiempo corto pero muchas veces al día.

### 1.3.2 Diseño del sistema de puesta a tierra

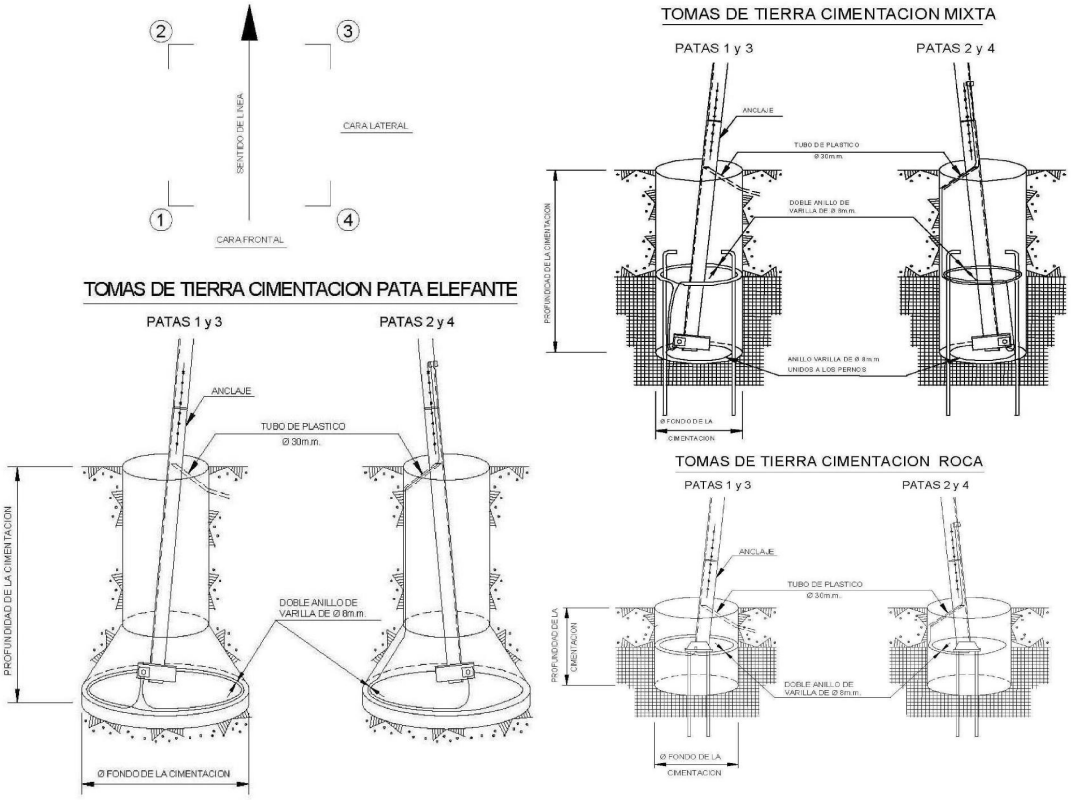
El diseño del sistema de puesta a tierra cumple los siguientes criterios básicos:

a) Resistencia a los esfuerzos mecánicos y a la corrosión
b) Resistencia desde un punto de vista térmico
c) Garantizar la seguridad de las personas con respecto a tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
d) Proteger de daños a propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

A continuación, se describe el diseño del sistema de puesta a tierra para cada tipo de apoyo según su ubicación:

#### 1.3.2.1 Apoyos no frecuentados

En este caso, se realizará para cada pata una toma de tierra de acuerdo con las siguientes figuras en función del tipo de cimentación: cimentación en tierra, mixta o en roca.




La toma de tierra se completará con la realización de una zanja de 0,40 metros de ancho y 0,60 metros de profundidad constituyendo un anillo situado alrededor del apoyo a un metro de los montantes.

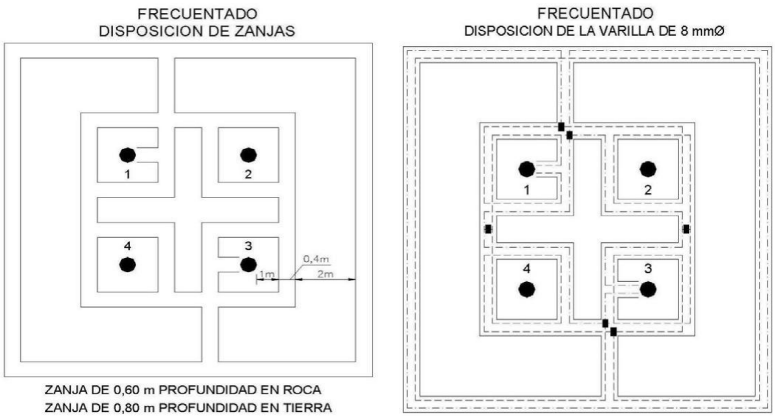
En el caso de terreno de roca la profundidad será de 0,40 metros y en zona agrícola la profundidad será de 0,80 metros.

El anillo de puesta a tierra estará constituido por varillas de acero descarburado de 50 mm$^2$ de sección, utilizándose varilla doble separada 0,40 metros entre sí como se indica en las figuras siguientes.

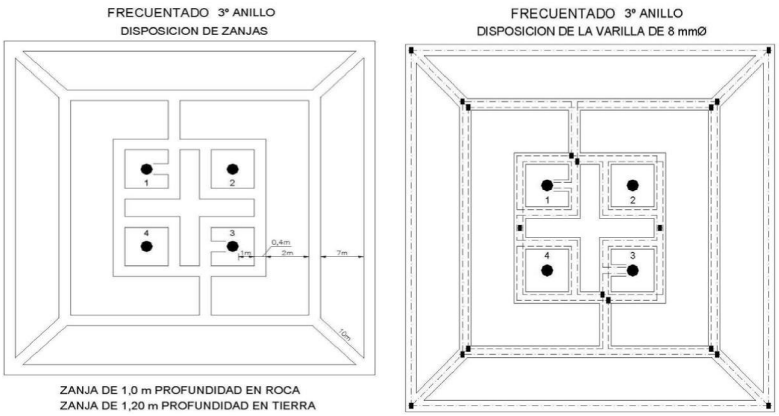
### 1.3.2.2 Apoyos frecuentados

En este caso, se realizará para cada pata una toma de tierra igual que para el caso de los apoyos no frecuentados y se completará con la realización de un primer anillo.

El sistema de puesta a tierra se completará con la instalación de 2 anillos constituidos por varillas de acero descarburado de 50 mm$^2$ de sección, utilizándose varilla doble separada 0,40 metros entre sí según se indican en las siguientes figuras:




En caso de ser necesario, tras la verificación del sistema de puesta a tierra se instalaría un tercer anillo según se indica en las siguientes figuras:




### 1.3.3 Verificación del sistema del diseño del sistema de puesta a tierra

La verificación del diseño del sistema de puesta a tierra se realizará según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT 07.

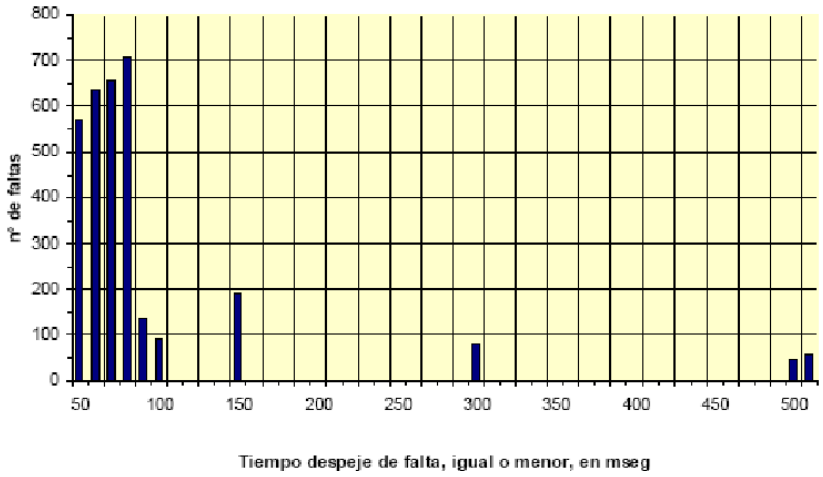
Cuando se produce una falta a tierra, partes de la instalación se pueden poner en tensión, y en el caso de que una persona o animal estuviese tocándolas, podría circular a través de él una corriente peligrosa.

Los valores admisibles de la tensión de contacto aplicada, $U_{ca}$, según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.1 de la ICT-LAT 07 a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre la mano y los pies desnudos, en función de la duración de la corriente de falta, se muestra en la siguiente tabla:

| Duración de la corriente de falta, $t_F$ (s) | Tensión de contacto aplicada admisible, $U_{ca}$ (V) |
|---|---|
| 0.05 | 735 |
| 0.10 | 633 |
| 0.20 | 528 |
| 0.30 | 420 |
| 0.40 | 310 |
| 0.50 | 204 |
| 1.00 | 107 |
| 2.00 | 90 |
| 5.00 | 81 |
| 10.00 | 80 |
| > 10.00 | 50 |

Tabla 1. Valores admisibles de la tensión de contacto aplicada

En las Líneas de Categoría Especial, el tiempo máximo de despeje de falta a tierra garantizado por los sistemas de protección es de 500ms. Concretamente, en los últimos años el 95% de las faltas registradas tuvieron una duración menor o igual a 150ms según se puede observar en el siguiente gráfico:




Afectos prácticos del proyecto, la verificación del sistema de puesta a tierra se realizará de la siguiente forma:

- **<u>Apoyos no frecuentados:</u>** El tiempo de desconexión automática en las líneas de categoría especial es inferior a 1s por lo que según establece el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión en el apartado 7.3.4.3 de la ICT-LAT 07, en el diseño del sistema de puesta a tierra de estos apoyos no será obligatorio garantizar, a un metro de distancia del apoyo, valores de tensión de contacto inferiores a los valores admisibles. En definitiva, el diseño del sistema de puesta a tierra se considerará satisfactorio desde el punto de vista de la seguridad de las personas, sin embargo, el valor de la resistencia de puesta a tierra será lo suficientemente bajo para garantizar la actuación de las protecciones en caso de defecto a tierra, por lo que se realizará la medida de la resistencia de puesta a tierra de todos los apoyos.
- **<u>Apoyos frecuentados:</u>** El diseño del sistema de puesta a tierra se podrá considerar correcto si la elevación del potencial de tierra, $U_E$, es menor que dos veces el valor admisible de la tensión de contacto $U_c$, considerando, en cada caso concreto, las resistencias adicionales que intervengan en el circuito de contacto. Si no fuese así se deberá comprobar mediante el empleo de un procedimiento de cálculo sancionado por la práctica que los valores de las tensiones de contacto aplicada, $U'_{ca}$, que se calcula, a un metro de distancia de la estructura, para la instalación proyectada en función de la geometría de la misma, de la corriente de puesta a tierra que considere y de la resistividad correspondiente al terreno, no superen, en las condiciones más desfavorables, los valores admisibles.

En la línea objeto del presente proyecto todos los apoyos son no frecuentados, no siendo obligatorio garantizar los valores de tensión de contacto admisibles.

# 2 CÁLCULOS ELÉCTRICOS LÍNEA SUBTERRÁNEA

## Características del cable - f: 50 Hz

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensión asignada $U_o/U$ | ● cable corriente alterna | kV | 127 / 220 |
| Tensión asignada $U_o$ | ○ cable corriente continua | V | 127.017 |
| Tensión más elevada del sistema $U_m$ | | kV | 245 |
| Tensión soportada a impulsos tipo rayo $U_p$ | | kV | 1.050 |
| Norma de referencia / Especificación | | | IEC 62067 / |
| Cable: | | | Con cubierta metálica |
| Conductor: | Material | | Al |
| | Sección | $mm^2$ | 2.500 |
| | Diámetro $d_c$ | mm | 63,50 |
| | Clase | | Clase 2, circular segmentado - Milliken - |
| | Nº de segmentos | | 5 |
| | Obturación longitudinal al agua | | Conductor obturado |
| | Resistencia cc @ 20ºC | Ω/Km | 0,0127 |
| | Factor de la imperfección de los contactos térmicos $k_s$ | | 0,25 |
| | Factor de la imperfección de los contactos térmicos $k_p$ | | 0,15 |
| | Constante inductancia $K_i$ | | 0,05 |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,5E+6 |
| | Resistividad eléctrica $\rho_{20}$ | Ω.m | 2,8264E-8 |
| | Inversa del coef. variación de resistencia con la temp. a 0ºC β | K | 228 |
| | Coef. de var. de la resistividad elec. con la temp. a 20ºC $\alpha_{20}$ | $K^{-1}$ | 4,03E-3 |
| | Constante que depende del material K | $A.s^{1/2}/mm^2$ | 148,00 |
| | Coeficiente función de la construcción del conductor α | | 0,779 |
| | Factor de la imperfección de los contactos térmicos F | | 0,7 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 4,9E-3 |
| Cinta sobre conductor / cinta semiconductora: | Espesor | mm | 0 |
| Pantalla sobre conductor - | Material | | Capa extruida de material semiconductor |
| | Espesor | mm | 2 |
| | Diámetro | mm | 67,5 |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,4E+6 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 2,5 |
| Aislamiento: | Material | | Polietileno reticulado (XLPE) |
| | Espesor nominal | mm | 21 |
| | Diámetro | mm | 109,5 |
| | Factor de pérdidas tg δ | | 0,001 |
| | Permitividad relativa ε | | 2,5 |
| | Maxima temperatura de servicio | ºC | 90 |
| | Temperatura de cortocircuito t ≤ 5s | ºC | 250 |
| | Temperatura de emergencia | ºC | 100 |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,4E+6 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 3,5 |
| Pantalla sobre aislamiento - | Material | | Capa extruida de material semiconductor |
| | Espesor | mm | 1,5 |
| | Diámetro | mm | 112,5 |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,4E+6 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 2,5 |
| Asiento/Cintas bajo pantalla: | Material | | Cinta semiconductora de bloqueo al agua (materiales fibrosos) |
| | Espesor | mm | 0,4 |
| | Diámetro | mm | 113,3 |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,0E+6 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 12 |

Dibujo orientativo. No real

| | | |
|---|---|---|
| Pantalla/Cubierta metálica Tipo: | | Pantalla simple |
| Parte 1 | | Cubierta metálica lisa |
| | | No hay contacto térmico íntimo |
| Parte 2 | | --- |

| | | Parte 1 | Parte 2 |
|---|---|---|---|
| Material | | Al | --- |
| Paso de cableado | mm | --- | --- |
| Número de alambres | | --- | --- |
| Diámetro de los alambres | mm | --- | --- |
| Número de flejes | | --- | --- |
| Espesor | mm | 1,05 | --- |
| Ancho | mm | --- | --- |
| Diámetro $D_{IT}$ | mm | --- | --- |
| Diámetro $D_{OC}$ | mm | --- | --- |
| Sección | $mm^2$ | 377,20 | --- |
| Diámetro | mm | 115,40 | --- |
| Diámetro medio | mm | 114,35 | --- |
| Resistencia cc @ 20ºC | Ω/Km | 0,07529 | --- |
| Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,5000E+6 | --- |
| Resistividad eléctrica $\rho_{20}$ | Ω.m | 2,8400E-8 | --- |
| Inversa del coef. variación de resistencia con la temp. a 0ºC β | K | 228 | --- |
| Coef. de var. de la resistividad elec. con la temp. a 20ºC $\alpha_{20}$ | $K^{-1}$ | 0,00403 | --- |
| Constante que depende del material K | $A.s^{1/2}/mm^2$ | 148 | --- |
| Factor de la imperfección de los contactos térmicos F | | 0,7 | --- |
| Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K.m/W | 0,0049 | --- |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Asiento / Cintas entre pantallas: | Material | | --- |
| | Espesor | mm | --- |
| | Diámetro | mm | --- |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | --- |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | --- |
| Cintas sobre pantalla: | Material | | No hay protección / Cintas |
| | Espesor | mm | --- |
| | Diámetro | mm | --- |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | --- |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | --- |
| Cubierta exterior: | Material | | Polietileno (PE) ST7 |
| | Espesor | mm | 5,2 |
| | Diámetro | mm | 125,8 |
| | Maxima temperatura de servicio | ºC | 90 |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,4E+6 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 3,5 |
| | Coeficiente de absorción rayos solares σ | | 0,4 |
| Recubrimiento semiconductor: | | | Capa semiconductora: recubrimiento extruido |
| | Espesor | mm | 0,3 |
| | Diámetro | mm | 126,4 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 2,5 |

**Datos adicionales:**

| | | |
|---|---|---|
| Diámetro | mm | 126,4 |
| Peso aprox | kg/m | 16,128 |
| Gradiente sobre conductor $E_i$ | kV/mm | 7,78 |
| Gradiente sobre aislamiento $E_o$ | kV/mm | 4,8 |
| Capacidad del cable C | F/m | 2,8747E-10 |
| Capacidad del cable C | µF/km | 0,2875 |
| Pérdidas dieléctricas $W_d$ (50 Hz) | W/m | 1,4570 |
| Corriente de carga I (50 Hz) | A/km | 11,4712 |
| Capacidad de carga sistema trifásico a $U_0$ | kVAr/km | 4.371,108 |
| Resistencia térmica T1 | K.m/W | 0,3181 |
| Resistencia térmica T2 | K.m/W | 0,0000 |
| Resistencia térmica T3 | K.m/W | 0,0500 |
| Capacidad térmica- Conductor Qc | J/m.K | 7.917,30 |
| Capacidad térmica- Aislamiento Qi | J/m.K | 16.596,36 |
| Capacidad térmica- Pantalla/Cubierta metálica Qs | J/m.K | 943,01 |
| Capacidad térmica- Armadura Qa | J/m.K | 0,00 |
| Capacidad térmica- Cubierta exterior Qj | J/m.K | 4.728,37 |
| Capacidad térmica Q | J/m.K | 30.185,04 |
| Constante de tiempo del cable | h | 3,09 |
| Tensión máxima de tiro recomendable | daN | 7.500 |

## Corto-Circuito Conductor

| | | |
|---|---|---|
| Duración de corto-circuito t | s | 1 |
| Temperatura inicial de cortocircuito $\theta_i$ | ºC | 90 |
| Temperatura final de corto-circuito $\theta_f$ | ºC | 250 |
| Material | | Al |
| Sección S | $mm^2$ | 2.500 |
| Inversa del coef. variación de resistencia con la temp. a 0ºC β | K | 228 |
| Constante que depende del material K | $A.s^{1/2}/mm^2$ | 148,00 |
| **Intensidad de cortocircuito en hipótesis adiabática $I_{AD}$** | **kA** | **236,209** |
| Factor de la imperfección de los contactos térmicos F | | 0,70 |
| Calor específico volumétrico del componente conductor $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,5E+6 |
| Resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes ↑ $\rho_{cr}$ | K·m/W | 2,5 |
| Calor específico volumétrico de los mat. no metál. adyacentes ↑ $\sigma_i$ | $J/K.m^3$ | 2,4E+6 |
| $C_1$ | mm/m | 2464 |
| $C_2$ | $K.m.mm^2/J$ | 1,22 |
| Constante A | $(mm^2/s)^{1/2}$ | 0,9657 |
| Constante B | $(mm^2/s)$ | 0,4685 |
| Factor no adiabático ε | | 1,0068 |
| Intensidad de cortocircuito admisible I | **kA** | **237,812** |

## Corto-Circuito Pantalla

| | | Parte 1 | Parte 2 |
|---|---|---|---|
| Duración de corto-circuito t | s | 1 | --- |
| Temperatura inicial de cortocircuito $\theta_i$ | ºC | 80 | --- |
| Temperatura final de corto-circuito $\theta_f$ | ºC | 180 | --- |
| Material | | Al | --- |
| Sección S | $mm^2$ | 377,203 | --- |
| Inversa del coef. variación de resistencia con la temp. a 0ºC β | K | 228 | --- |
| Constante que depende del material K | $A.s^{1/2}/mm^2$ | 148,00 | --- |
| **Intensidad de cortocircuito en hipótesis adiabática $I_{AD}$** | **kA** | **29,602** | --- |
| Factor de la imperfección de los contactos térmicos F | | 0,7 | --- |
| Calor específico volumétrico del componente conductor $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,500E+6 | --- |
| Resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes ↑ $\rho_{cr}$ | K·m/W | 3,5 | --- |
| Calor específico volumétrico de los mat. no metál. adyacentes ↑ $\sigma_i$ | $J/K.m^3$ | 2,4E+6 | --- |
| Resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes ↓ $\rho_{cr}$ | K·m/W | 12,0 | --- |
| Calor específico volumétrico de los mat. no metál. adyacentes ↓ $\sigma_i$ | $J/K.m^3$ | 2,0E+6 | --- |
| Factor M | $s^{-1/2}$ | 0,1648 | --- |
| Factor no adiabático ε | | 1,1003 | --- |
| **Intensidad de cortocircuito admisible I** | **kA** | **32,572** | --- |

## Características del cable - f: 50 Hz

| | | | |
|---|---|---|---|
| Tensión asignada $U_o/U$ | ● cable corriente alterna | kV | 230 / 400 |
| Tensión asignada $U_o$ | ○ cable corriente continua | V | 230.940 |
| Tensión más elevada del sistema $U_m$ | | kV | 420 |
| Tensión soportada a impulsos tipo rayo $U_p$ | | kV | 1.425 |
| Norma de referencia / Especificación | | | IEC 62067 / |
| Cable: | | | Con cubierta metálica |
| Conductor: | Material | | Al |
| | Sección | $mm^2$ | 2.500 |
| | Diámetro $d_c$ | mm | 63,50 |
| | Clase | | Clase 2, circular segmentado - Milliken - |
| | Nº de segmentos | | 5 |
| | Obturación longitudinal al agua | | Conductor obturado |
| | Resistencia cc @ 20ºC | Ω/Km | 0,0127 |
| | Factor de la imperfección de los contactos térmicos $k_s$ | | 0,25 |
| | Factor de la imperfección de los contactos térmicos $k_p$ | | 0,15 |
| | Constante inductancia $K_i$ | | 0,05 |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,5E+6 |
| | Resistividad eléctrica $\rho_{20}$ | Ω.m | 2,8264E-8 |
| | Inversa del coef. variación de resistencia con la temp. a 0ºC β | K | 228 |
| | Coef. de var. de la resistividad elec. con la temp. a 20ºC $\alpha_{20}$ | $K^{-1}$ | 4,03E-3 |
| | Constante que depende del material K | $A.s^{1/2}/mm^2$ | 148,00 |
| | Coeficiente función de la construcción del conductor α | | 0,779 |
| | Factor de la imperfección de los contactos térmicos F | | 0,7 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 4,9E-3 |
| Cinta sobre conductor / cinta semiconductora: | Espesor | mm | 0 |
| Pantalla sobre conductor - | Material | | Capa extruida de material semiconductor |
| | Espesor | mm | 2,5 |
| | Diámetro | mm | 68,5 |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,4E+6 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 2,5 |
| Aislamiento: | Material | | Polietileno reticulado (XLPE) |
| | Espesor nominal | mm | 27 |
| | Diámetro | mm | 122,5 |
| | Factor de pérdidas tg δ | | 0,001 |
| | Permitividad relativa ε | | 2,5 |
| | Maxima temperatura de servicio | ºC | 90 |
| | Temperatura de cortocircuito t ≤ 5s | ºC | 250 |
| | Temperatura de emergencia | ºC | 100 |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,4E+6 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 3,5 |
| Pantalla sobre aislamiento - | Material | | Capa extruida de material semiconductor |
| | Espesor | mm | 2 |
| | Diámetro | mm | 126,5 |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,4E+6 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 2,5 |
| Asiento/Cintas bajo pantalla: | Material | | Cinta semiconductora de bloqueo al agua (materiales fibrosos) |
| | Espesor | mm | 0,4 |
| | Diámetro | mm | 127,3 |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,0E+6 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 12 |

Dibujo orientativo. No real

| | | |
|---|---|---|
| Pantalla/Cubierta metálica Tipo: | | Pantalla simple |
| Parte 1 | | Cubierta metálica lisa |
| | | No hay contacto térmico íntimo |
| Parte 2 | | --- |

| | | Parte 1 | Parte 2 |
|---|---|---|---|
| Material | | Al | --- |
| Paso de cableado | mm | --- | --- |
| Número de alambres | | --- | --- |
| Diámetro de los alambres | mm | --- | --- |
| Número de flejes | | --- | --- |
| Espesor | mm | 1,12 | --- |
| Ancho | mm | --- | --- |
| Diámetro $D_{IT}$ | mm | --- | --- |
| Diámetro $D_{OC}$ | mm | --- | --- |
| Sección | $mm^2$ | 451,86 | --- |
| Diámetro | mm | 129,54 | --- |
| Diámetro medio | mm | 128,42 | --- |
| Resistencia cc @ 20ºC | Ω/Km | 0,06285 | --- |
| Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,5000E+6 | --- |
| Resistividad eléctrica $\rho_{20}$ | Ω.m | 2,8400E-8 | --- |
| Inversa del coef. variación de resistencia con la temp. a 0ºC β | K | 228 | --- |
| Coef. de var. de la resistividad elec. con la temp. a 20ºC $\alpha_{20}$ | $K^{-1}$ | 0,00403 | --- |
| Constante que depende del material K | $A.s^{1/2}/mm^2$ | 148 | --- |
| Factor de la imperfección de los contactos térmicos F | | 0,7 | --- |
| Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K.m/W | 0,0049 | --- |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Asiento / Cintas entre pantallas: | Material | | --- |
| | Espesor | mm | --- |
| | Diámetro | mm | --- |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | --- |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | --- |
| Cintas sobre pantalla: | Material | | No hay protección / Cintas |
| | Espesor | mm | --- |
| | Diámetro | mm | --- |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | --- |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | --- |
| Cubierta exterior: | Material | | Polietileno (PE) ST7 |
| | Espesor | mm | 5,6 |
| | Diámetro | mm | 140,74 |
| | Maxima temperatura de servicio | ºC | 90 |
| | Calor específico volumétrico $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,4E+6 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 3,5 |
| | Coeficiente de absorción rayos solares σ | | 0,4 |
| Recubrimiento semiconductor: | | | Capa semiconductora: recubrimiento extruido |
| | Espesor | mm | 0,3 |
| | Diámetro | mm | 141,34 |
| | Resistividad térmica $\rho_{cr}$ | K·m/W | 2,5 |

**Datos adicionales:**

| | | |
|---|---|---|
| Diámetro | mm | 141,34 |
| Peso aprox | kg/m | 19,196 |
| Gradiente sobre conductor $E_i$ | kV/mm | 11,6 |
| Gradiente sobre aislamiento $E_o$ | kV/mm | 6,49 |
| Capacidad del cable C | F/m | 2,3894E-10 |
| Capacidad del cable C | µF/km | 0,2389 |
| Pérdidas dieléctricas $W_d$ (50 Hz) | W/m | 4,0034 |
| Corriente de carga I (50 Hz) | A/km | 17,3590 |
| Capacidad de carga sistema trifásico a $U_0$ | kVAr/km | 12.026,685 |
| Resistencia térmica T1 | K.m/W | 0,3788 |
| Resistencia térmica T2 | K.m/W | 0,0000 |
| Resistencia térmica T3 | K.m/W | 0,0479 |
| Capacidad térmica- Conductor Qc | J/m.K | 7.917,30 |
| Capacidad térmica- Aislamiento Qi | J/m.K | 22.945,64 |
| Capacidad térmica- Pantalla/Cubierta metálica Qs | J/m.K | 1.129,64 |
| Capacidad térmica- Armadura Qa | J/m.K | 0,00 |
| Capacidad térmica- Cubierta exterior Qj | J/m.K | 5.706,02 |
| Capacidad térmica Q | J/m.K | 37.698,60 |
| Constante de tiempo del cable | h | 4,47 |
| Tensión máxima de tiro recomendable | daN | 7.500 |

## Corto-Circuito Conductor

| | | |
|---|---|---|
| Duración de corto-circuito t | s | 0,5 |
| Temperatura inicial de cortocircuito $\theta_i$ | ºC | 90 |
| Temperatura final de corto-circuito $\theta_f$ | ºC | 250 |
| Material | | Al |
| Sección S | $mm^2$ | 2.500 |
| Inversa del coef. variación de resistencia con la temp. a 0ºC β | K | 228 |
| Constante que depende del material K | $A.s^{1/2}/mm^2$ | 148,00 |
| **Intensidad de cortocircuito en hipótesis adiabática $I_{AD}$** | **kA** | **334,051** |
| Factor de la imperfección de los contactos térmicos F | | 0,70 |
| Calor específico volumétrico del componente conductor $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,5E+6 |
| Resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes ↑ $\rho_{cr}$ | K·m/W | 2,5 |
| Calor específico volumétrico de los mat. no metál. adyacentes ↑ $\sigma_i$ | $J/K.m^3$ | 2,4E+6 |
| $C_1$ | mm/m | 2464 |
| $C_2$ | $K.m.mm^2/J$ | 1,22 |
| Constante A | $(mm^2/s)^{1/2}$ | 0,9657 |
| Constante B | $(mm^2/s)$ | 0,4685 |
| Factor no adiabático ε | | 1,0048 |
| Intensidad de cortocircuito admisible I | **kA** | **335,651** |

## Corto-Circuito Pantalla

| | | Parte 1 | Parte 2 |
|---|---|---|---|
| Duración de corto-circuito t | s | 0,5 | --- |
| Temperatura inicial de cortocircuito $\theta_i$ | ºC | 80 | --- |
| Temperatura final de corto-circuito $\theta_f$ | ºC | 180 | --- |
| Material | | Al | --- |
| Sección S | $mm^2$ | 451,857 | --- |
| Inversa del coef. variación de resistencia con la temp. a 0ºC β | K | 228 | --- |
| Constante que depende del material K | $A.s^{1/2}/mm^2$ | 148,00 | --- |
| **Intensidad de cortocircuito en hipótesis adiabática $I_{AD}$** | **kA** | **50,149** | --- |
| Factor de la imperfección de los contactos térmicos F | | 0,7 | --- |
| Calor específico volumétrico del componente conductor $\sigma_c$ | $J/K.m^3$ | 2,500E+6 | --- |
| Resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes ↑ $\rho_{cr}$ | K·m/W | 3,5 | --- |
| Calor específico volumétrico de los mat. no metál. adyacentes ↑ $\sigma_i$ | $J/K.m^3$ | 2,4E+6 | --- |
| Resistividad térmica de los materiales no metálicos adyacentes ↓ $\rho_{cr}$ | K·m/W | 12,0 | --- |
| Calor específico volumétrico de los mat. no metál. adyacentes ↓ $\sigma_i$ | $J/K.m^3$ | 2,0E+6 | --- |
| Factor M | $s^{-1/2}$ | 0,1545 | --- |
| Factor no adiabático ε | | 1,0669 | --- |
| **Intensidad de cortocircuito admisible I** | **kA** | **53,505** | --- |

**Circuito 1:**

**Consideraciones para los cálculos:**

Todos los cálculos de intensidad admisible que se muestran en este informe han sido realizados con INFIPRO, una herramienta de cálculo de intensidades admisibles verificada con el documento CIGRE TB 880 y en base a la norma IEC 60287. Dado que CIGRE TB 880 proporciona orientación adicional en comparación con IEC 60287, se ha seguido este documento.

Al considerar la precisión de los cálculos, se recomienda redondear la corriente actual final de la siguiente manera:

• Redondear hacia abajo al 1 A más cercano para intensidades hasta 200 A (ejemplo: 156,7 A pasa a 156 A)
• Redondear hacia abajo a 5 A más cercano para intensidades desde 200 a 500 A (ejemplo: 459,3 A pasa a 455 A)
• Redondear hacia abajo a 10 A más cercano para intensidades por encima de 500 A (ejemplo: 1234,9 A pasa a 1230 A)

Se han realizado iteraciones al menos hasta alcanzar la siguiente convergencia entre pasos de iteración:

• Diferencia entre las temperaturas inicial y final: <= 0,00001 K
• Diferencia entre los valores nominales de corriente inicial y final: <= 0,00001 A

**Algunas consideraciones importantes:**

Las pérdidas por corrientes de Foucault no se descartan y siempre se tienen en cuenta. Contrario a la norma IEC 60287, esto significa que estas pérdidas por corrientes de Foucault se han calculado en cada situación en la que hay una cubierta metálica continua.

Reducción de corrientes de Foucault por corrientes circulantes: según la norma IEC esto se aplica en conexiones solidly bonded con conductores Milliken. En INFIPRO las utilizamos para todos los conductores en conexiones solidly bonded.

En la norma IEC hay una simplificación en el cálculo de T4 que consiste en el uso de 2•u en lugar de u + sqrt($u^2 - 1$), cuando u es mayor que 10. Aunque esta simplificación sólo conlleva pequeños errores, en INFIPRO utilizamos el cálculo sin simplificar.

Aunque los cables pueden estar igualmente cargados, típicamente no tienen pérdidas iguales, lo cual es de vital importancia en los cálculos de intensidad admisible. La razón de esto es que hay diferencias de temperatura entre las diversas capas del cable en un sistema trifásico, y por lo tanto habrá diferencias en las pérdidas en los conductores, pantallas, cubiertas y armaduras. También surgen diferencias en las pérdidas de la cubierta debido a la posición relativa de las fases del cable. Esto se tiene en cuenta en el cálculo de T4.

Capacidad: La norma IEC 60287 2023-05 proporciona la fórmula para el cálculo de la capacidad C de una fase con campo eléctrico radial con la permitividad del vacío $\varepsilon_0$ ($\approx 8{,}854 \times 10^{-12}$):

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}{\ln\left(\frac{D_i}{d_c}\right)} \quad (F/m)$$

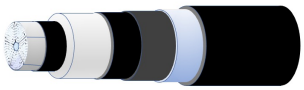
Los resultados indicados en el informe, incorporan este cambio.

**Todos los resultados aquí obtenidos deben ser verificados y validados por el fabricante del cable.**

**Circuito 1:**

## Características de la conexión

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cable | | | RHE-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 MAl+T375 |
| Frecuencia f | | Hz | 50 |
| $U_o$ | | kV | 127,017 |
| U | | kV | 220 |
| $U_m$ | | kV | 245 |
| $U_P$ | | kV | 1.050 |
| cos φ | | | 0,928 |
| Factor de carga | ● cable corriente alterna | % | 100 |
| Longitud de la ruta | ○ cable corriente continua | m | 1.500 |
| Conexión de pantallas | | | Cross bonded - Secciones desequilibradas desconocidas - |



L1 m 500

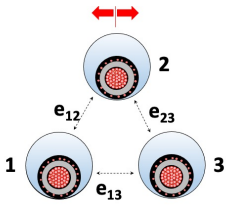
## Características de la instalación

| | | |
|---|---|---|
| Nº Circuitos | | 2 |
| Disposición de los cables | | Tresbolillo vértice hacia arriba |
| Tipo de cable | | Cables idénticos e igualmente cargados |
| Terreno | | No existe desecación del suelo |
| Temperatura del terreno $\theta_a$ | ºC | 15 |
| Resistividad térmica del terreno $\rho_T$ / Resistividad térmica entre zanjas $\rho_{T1}$ | K.m/W | 1 / 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Condiciones de instalación | | Cables en zanja |
| Profundidad Zanja P | mm | 1.701,00 |
| Ancho Zanja W | mm | 2.400,00 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Tubular |
| Material | | PE |
| $Ø_{EXT}$ | mm | 250 |
| $Ø_{INT}$ | mm | 220 |
| Centro X | | |
| Centro Y | | |
| Nº de cables dentro | | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Prisma de resistividad controlada | | Sí |
| Profundidad P | mm | 1.701,00 |
| Profundidad $L_G$ | mm | 1.150,50 |
| Alto H | mm | 1.101,00 |
| Ancho W | mm | 2.400,00 |
| Resistividad térmica Prisma de resistividad controlada $\rho_c$ | K.m/W | 0,90 |
| Nº de cables en el bloque | | 6 |

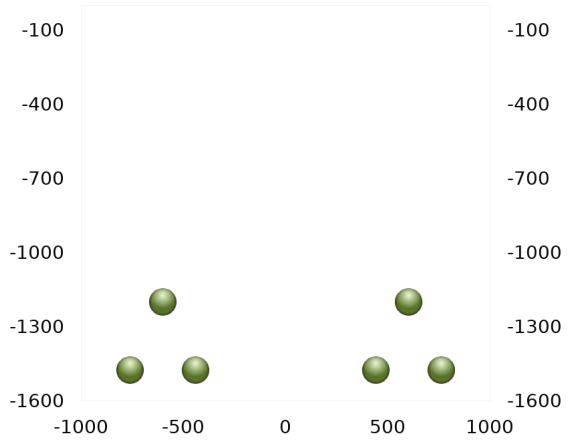


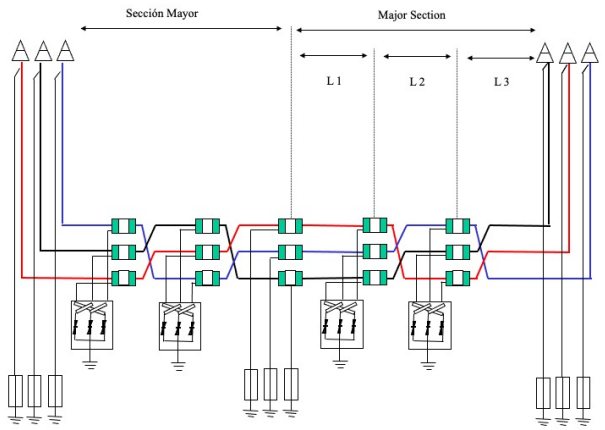

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| e12 | mm | 70,00 | Cable 1 X | mm | -760.00 |
| e23 | mm | 70,00 | Cable 2 X | mm | -600.00 |
| e13 | mm | 70,00 | Cable 3 X | mm | -440.00 |
| S12 | mm | 320,00 | Cable 1 Y | mm | 1476.00 |
| S23 | mm | 320,00 | Cable 2 Y | mm | 1198.87 |
| S13 | mm | 320,00 | Cable 3 Y | mm | 1476.00 |
| GMD | mm | 320,00 | Centro X | mm | -600.0 |
| | | | Centro Y | mm | 1383.62 |

Transposición Cables sin transposición a)

**Circuito 1:**

**Esquema de la instalación**




| | | Gran vaina / Carcasa | Vaina | Tubular |
|---|---|---|---|---|
| Constante U | | --- | --- | 1,87 |
| Constante V | | --- | --- | 0,312 |
| Constante Y | | --- | --- | 0,0037 |
| Resistividad térmica $\rho_T$ | K.m/W | --- | --- | 3,5 |

| Temperaturas | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Maxima temperatura de servicio | | ºC | 90 | 90 | 90 |
| Temperatura del conductor $\theta_c$ | | ºC | 84,3 | 83,0 | 87,6 |
| Temperatura pantalla $\theta_{sc}$ | | ºC | 75,0 | 73,7 | 78,1 |
| Temperatura pantalla $\theta_{sc}$ | Parte 2 | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura de la superficie del cable $\theta_o$ | | ºC | 73,4 | 72,1 | 76,6 |
| Temperatura media en el conducto / tubular $\theta_m$ | | ºC | 69,8 | 68,4 | 73,0 |
| Temperatura media en la vaina $\theta_m$ | | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura media en la gran vaina / carcasa $\theta_m$ | | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura del terreno $\theta_a$ | | ºC | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| Temperatura crítica $\theta_X$ | | ºC | --- | --- | --- |
| Calentamiento debido a los otros cables del grupo $\Delta\theta_P$ | | ºC | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| **Intensidad admisible** | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Considerar las pérdidas dieléctricas? | | Sí | Sí | Sí |
| Intensidad admisible I | A | **1.325,28** | **1.325,28** | **1.325,28** |
| Potencia admisible P | MVA | **505,00** | **505,00** | **505,00** |
| Potencia admisible P | MW | **468,64** | **468,64** | **468,64** |

| Resistencia del conductor en ca | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Resistencia cc @ 20ºC $R_0$ | Ω/m | 1,270000E-5 | 1,270000E-5 | 1,270000E-5 |
| Resistencia en cc @ $\theta_c$ R' | Ω/m | 1,599257E-5 | 1,592294E-5 | 1,615930E-5 |
| Factor utilizado para el cálculo del efecto pelicular $k_s$ | | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| $X_S$ | | 1,401573 | 1,404635 | 1,394324 |
| Factor de efecto pelicular $\gamma_S$ | | 0,019780 | 0,019951 | 0,019381 |
| Factor utilizado para el cálculo del efecto de proximidad $k_p$ | | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| $X_P$ | | 1,085654 | 1,088025 | 1,080039 |
| Factor de efecto proximidad $\gamma_P$ | | 0,001209 | 0,001220 | 0,001185 |
| Resistencia del conductor en ca @ $\theta_c$ºC R | Ω/m | 1,632825E-5 | 1,626004E-5 | 1,649163E-5 |

| Resistencia de la pantalla | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | | Ω/m | 7,529099E-5 | 7,529099E-5 | 7,529099E-5 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | Parte 2 | Ω/m | --- | --- | --- |

**Circuito 1:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | 9,197249E-5 | 9,157126E-5 | 9,293324E-5 |
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Resistencia de la pantalla | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | Ω/m | 7,529099E-2 | 7,529099E-2 | 7,529099E-2 |
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | 9,197249E-5 | 9,157126E-5 | 9,293324E-5 |
| Factor de pérdidas en la armadura $\lambda_2$ | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Factor de pérdidas en la armadura $\lambda_2$ | Ω/m | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1$ | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Reactancia de la pantalla X | Ω/m | 1,082093E-4 | 1,082093E-4 | 1,082093E-4 |
| Reactancia de la pantalla $X_1$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Reactancia mutua $X_m$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Variable P | | --- | --- | --- |
| Variable Q | | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | | 0,013081 | 0,013126 | 0,012972 |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | Parte 1 | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | | --- | --- | --- |
| Factor F | | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 |
| m | | 0,341580 | 0,343076 | 0,338048 |
| m | | --- | --- | --- |
| $\lambda_0$ | | 1,000668E-2 | 1,008531E-2 | 9,821960E-3 |
| $\lambda_0$ | | --- | --- | --- |
| $\Delta_1$ | | 0,013750 | 0,013747 | 0,013758 |
| $\Delta_1$ | | --- | --- | --- |
| $\Delta_2$ | | 0,000000E+0 | 0,000000E+0 | 0,000000E+0 |
| $\Delta_2$ | | --- | --- | --- |
| $\beta_1$ | | 106,675143 | 106,908589 | 106,122299 |
| $\beta_1$ | | --- | --- | --- |
| $C_{gs}$ | | 1,003009 | 1,003017 | 1,002991 |
| $C_{gs}$ | | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de Foucault $\lambda''_1$ | | 0,057386 | 0,057826 | 0,056350 |
| Debidas a las corrientes de Foucault $\lambda''_1$ | | --- | --- | --- |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$ | | 0,070467 | 0,070953 | 0,069323 |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$ | | --- | --- | --- |
| Resistencias térmicas | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Entre conductor y pantalla $T_1$ | K.m/W | 0,318089 | 0,318089 | 0,318089 |
| Entre pantalla y armadura $T_2$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| De la cubierta externa $T_3$ | K.m/W | 0,049960 | 0,049960 | 0,049960 |
| Del espacio de aire en el interior de la tubular $T'_{4d}$ | K.m/W | 0,227849 | 0,229591 | 0,223785 |
| Propia de la tubular $T''_{4d}$ | K.m/W | 0,071209 | 0,071209 | 0,071209 |
| Del espacio de aire en el interior de la vaina $T'_{4p}$ | K.m/W | | | |
| Propia de la vaina $T''_{4p}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Del espacio de aire en el interior de la carcasa $T'_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Propia de la carcasa $T''_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Externa de la carcasa $T'''_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Externa de un cable o un conducto $T'''_{4d}$ | K.m/W | 0,452655 | 0,422734 | 0,452655 |
| Corrección para T4 Prisma de resistividad controlada | K.m/W | 0,075322 | 0,075322 | 0,075322 |
| Factor geométrico $G_b$ | | 0,789 | 0,789 | 0,789 |
| ○ Antigua IEC 60287 - Ya no adecuada $L_G$ | mm | 1.150,500 | 1.150,500 | 1.150,500 |
| ● IEC 60287 - Valores extendidos $r_b$ | mm | 763,317 | 763,317 | 763,317 |
| u | | 1,507 | 1,507 | 1,507 |
| $\Delta T_4$ | | 0,988196 | 0,981764 | 1,074136 |
| Resistencia térmica externa $T_4$ | K.m/W | 1,815231 | 1,780620 | 1,897107 |

**Circuito 1:**

| Pérdidas | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| En el conductor $W_C$ | W/m | 28,67845 | 28,55865 | 28,96541 |
| En el dieléctrico $W_d$ | W/m | 1,45704 | 1,45704 | 1,45704 |
| En la pantalla $W_S$ | W/m | 2,02088 | 2,02631 | 2,00796 |
| En la pantalla $W_S$ | W/m | --- | --- | --- |
| En la armadura $W_a$ | W/m | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| Pérdidas totales por efecto Joule $W_I$ | W/m | 30,69932 | 30,58496 | 30,69932 |
| Totales $W_T$ | W/m | 32,15636 | 32,04199 | 32,43040 |
| Totales Circuito $W_T$ | W/m | | 96,62875 | |
| Longitud de la ruta L | m | | 1.500 | |
| Totales Circuito $W_T$ | kW | | 144,943 | |

| Inductancias y Reactancias | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Capacidad del cable C | µF/km | 0,287472 | 0,287472 | 0,287472 |
| Inductancia Mutua entre Conductor y Pantalla M | mH/km | 0,344441 | 0,344441 | 0,344441 |
| Inductancia del conductor L | mH/km | 0,512086 | 0,512086 | 0,512086 |
| Inductancia de la pantalla $L_S$ | mH/km | 0,344441 | 0,344441 | 0,344441 |
| Reactancia inductiva $X_L$ | Ω/km | 0,160876 | 0,160876 | 0,160876 |
| Reactancia de la pantalla $X_S$ | Ω/km | 0,108209 | 0,108209 | 0,108209 |
| Reactancia capacitiva $X_C$ | Ω/km | 1,10727E+4 | 1,10727E+4 | 1,10727E+4 |

| Caída de tensión | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| cos φ | | 0,928 | 0,928 | 0,928 |
| Caída de tensión $V_d$ | V/km | 172,37 | 172,22 | 172,72 |
| Longitud de la ruta L | m | 1.500 | 1.500 | 1.500 |
| Caída de tensión $V_d$ | V | 258,56 | 258,34 | 259,08 |

| Impedancias | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Impedancia de la pantalla $Z_S$ | Ω/km | 0,091972 + j 0,108209 | 0,091571 + j 0,108209 | 0,092933 + j 0,108209 |
| Impedancia de la pantalla $\lvert Z_S \rvert$ | Ω/km | 0,142015 | 0,141755 | 0,142639 |
| Impedancia de onda $\lvert Z_{SI} \rvert$ | Ω/km | 42,21 | 42,21 | 42,21 |
| Impedancia directa $Z_+$ | Ω/km | 0,016328 + j 0,160876 | 0,016260 + j 0,160876 | 0,016492 + j 0,160876 |
| Impedancia inversa $Z_-$ | Ω/km | 0,016328 - j 0,160876 | 0,016260 - j 0,160876 | 0,016492 - j 0,160876 |
| Impedancia de fase del cable \| Z \| | Ω/km | 0,161703 | 0,161696 | 0,161720 |
| Admitancia Y | S/km | 0,624459 + j 6,152570 | 0,621903 + j 6,153093 | 0,630578 + j 6,151309 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 6,184179 | 6,184442 | 6,183545 |
| Conductancia G | S/km | 0,624459 | 0,621903 | 0,630578 |
| Susceptancia B | S/km | 6,152570 | 6,153093 | 6,151309 |
| Susceptancia capacitiva B | µS/km | 90,312 | 90,312 | 90,312 |
| Susceptancia Bo (2*pi*f*C) | µS/km | 90,312 | 90,312 | 90,312 |

**Circuito 1:**

| Secuencia Homopolar | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Reactancia homopolar $X_0$ | Ω/km | 0,052667 | 0,052667 | 0,052667 |
| Resistencia homopolar $R_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,075304 | 0,075304 | 0,075304 |
| Resistencia homopolar $R_0$ @ 15ºC | Ω/km | 0,073787 | 0,073787 | 0,073787 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,0753 + j 0,0527 | 0,0753 + j 0,0527 | 0,0753 + j 0,0527 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,09189 | 0,09189 | 0,09189 |
| Admitancia Y | S/km | 8,9175 + j 6,2369 | 8,9175 + j 6,2368 | 8,9175 + j 6,2369 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 10,88210 | 10,88210 | 10,88210 |
| Conductancia G | S/km | 8,91750 | 8,91750 | 8,97834 |
| Susceptancia B | S/km | 6,23685 | 6,23685 | 6,23685 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 15ºC | Ω/km | 0,0738 + j 0,0527 | 0,0738 + j 0,0527 | 0,0738 + j 0,0527 |
| Impedancia homopolar \| $Z_0$ \| @ 15ºC | Ω/km | 0,09065 | 0,09065 | 0,09065 |
| Admitancia Y | S/km | 8,9783 + j 6,4085 | 8,9783 + j 6,4085 | 8,9783 + j 6,4085 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 11,03086 | 11,03086 | 11,03086 |
| Conductancia G | S/km | 8,97834 | 8,97834 | 8,97834 |
| Susceptancia B | S/km | 6,40853 | 6,40853 | 6,40853 |

**Tensiones inducidas**

| Corrientes de cortocircuito | | |
|---|---|---|
| Fallo trifásico simétrico $I_{RMS}$ | A | 40.000 |
| Fallo fase-fase $I_{12}$ | A | 40.000 |
| Fallo fase-tierra $I_{1E}$ | A | 32.000 |
| Fallos internos a la conexión $I_{1E}$ | A | 32.000 |
| Máxima tensión inducida permitida Regimen permanente $E_{MAX}$ | V | 65 |
| Máxima tensión inducida permitida En caso de cortocircuito $E_{MAX}$ | V | 15.000 |

| Sobretensión pantalla | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Corriente circulante en la pantalla $I_S$ | | A | 148,23 | 148,76 | 146,99 |
| Regimen permanente | | V/m | 0,1434 | 0,1434 | 0,1434 |
| Fallo trifásico simétrico | | V/m | 4,32837 | 4,32837 | 4,32837 |
| Fallo fase-fase | ≤ | V/m | 4,32837 | 4,32837 | 0,00000 |
| Fallo fase-tierra | $V_{12}$ / $V_{23}$ / $V_{31}$ | V/m | 3,46270 | 0,00000 | -3,46270 |
| Fallos internos a la conexión | ≤ | V/m | 3,46270 | 0,00000 | -3,46270 |

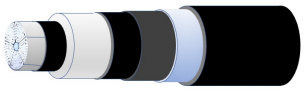
| Sobretensión pantalla @ 500m | | Max |
|---|---|---|
| Regimen permanente | V | 71,704 |
| Fallo trifásico simétrico | V | 2.164,186 |
| Fallo fase-fase | V | 2.164,186 |
| Fallo fase-tierra | V | 1.731,349 |
| Fallos internos a la conexión | V | 1.731,349 |
| Tensión nominal del limitador de tensión (SVL) | ≥ kV | 2,164 |

Los datos técnicos arriba mencionados son válidos únicamente bajo las condiciones indicadas. Los cambios de esas condiciones, así como otras instalaciones influyentes (cables adyacentes, otras fuentes de calor, etc.) solo se consideran en la medida en que también se indiquen específicamente.

**Circuito 2:**

## Características de la conexión

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cable | | | RHE-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 MAl+T375 |
| Frecuencia f | | Hz | 50 |
| $U_o$ | | kV | 127,017 |
| U | | kV | 220 |
| $U_m$ | | kV | 245 |
| $U_P$ | | kV | 1.050 |
| cos φ | | | 0,928 |
| Factor de carga | ● cable corriente alterna | % | 100 |
| Longitud de la ruta | ○ cable corriente continua | m | 1.500 |
| Conexión de pantallas | | | Cross bonded - Secciones desequilibradas desconocidas - |



L1 m 500

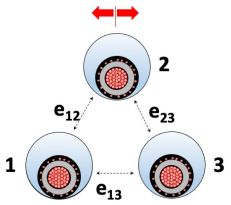
## Características de la instalación

| | | |
|---|---|---|
| Nº Circuitos | | 2 |
| Disposición de los cables | | Tresbolillo vértice hacia arriba |
| Tipo de cable | | Cables idénticos e igualmente cargados |
| Terreno | | No existe desecación del suelo |
| Temperatura del terreno $\theta_a$ | ºC | 15 |
| Resistividad térmica del terreno $\rho_T$ / Resistividad térmica entre zanjas $\rho_{T1}$ | K.m/W | 1 / 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Condiciones de instalación | | Cables en zanja |
| Profundidad Zanja P | mm | 1.701,00 |
| Ancho Zanja W | mm | 2.400,00 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Tubular |
| Material | | PE |
| $Ø_{EXT}$ | mm | 250 |
| $Ø_{INT}$ | mm | 220 |
| Centro X | | |
| Centro Y | | |
| Nº de cables dentro | | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Prisma de resistividad controlada | | Sí |
| Profundidad P | mm | 1.701,00 |
| Profundidad $L_G$ | mm | 1.150,50 |
| Alto H | mm | 1.101,00 |
| Ancho W | mm | 2.400,00 |
| Resistividad térmica Prisma de resistividad controlada $\rho_c$ | K.m/W | 0,90 |
| Nº de cables en el bloque | | 6 |

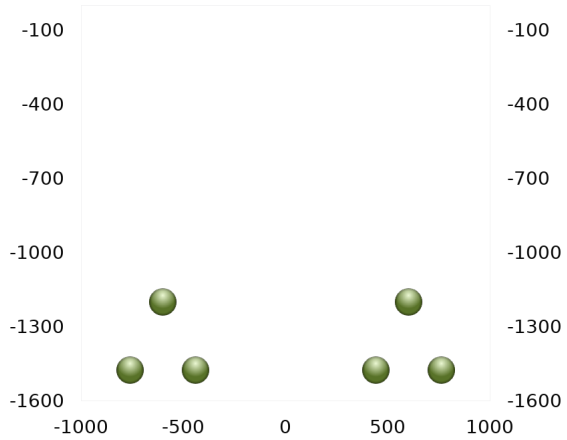


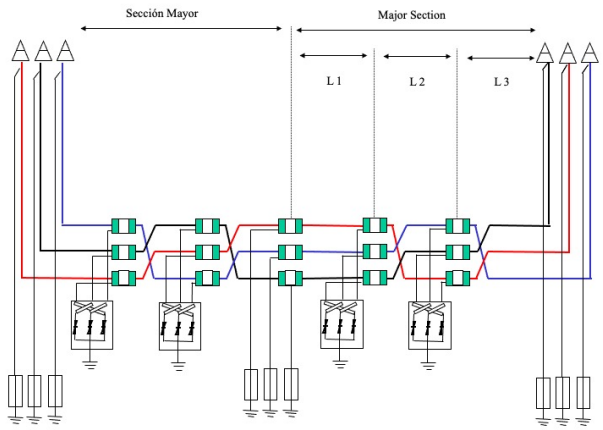

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| e12 | mm | 70,00 | Cable 1 X | mm | 440.00 |
| e23 | mm | 70,00 | Cable 2 X | mm | 600.00 |
| e13 | mm | 70,00 | Cable 3 X | mm | 760.00 |
| S12 | mm | 320,00 | Cable 1 Y | mm | 1476.00 |
| S23 | mm | 320,00 | Cable 2 Y | mm | 1198.87 |
| S13 | mm | 320,00 | Cable 3 Y | mm | 1476.00 |
| GMD | mm | 320,00 | Centro X | mm | 600.0 |
| | | | Centro Y | mm | 1383.62 |

Transposición Cables sin transposición a)

**Circuito 2:**

**Esquema de la instalación**




| | | Gran vaina / Carcasa | Vaina | Tubular |
|---|---|---|---|---|
| Constante U | | --- | --- | 1,87 |
| Constante V | | --- | --- | 0,312 |
| Constante Y | | --- | --- | 0,0037 |
| Resistividad térmica $\rho_T$ | K.m/W | --- | --- | 3,5 |

| Temperaturas | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Maxima temperatura de servicio | | ºC | 90 | 90 | 90 |
| Temperatura del conductor $\theta_c$ | | ºC | 87,6 | 83,0 | 84,3 |
| Temperatura pantalla $\theta_{sc}$ | | ºC | 78,1 | 73,7 | 75,0 |
| Temperatura pantalla $\theta_{sc}$ | Parte 2 | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura de la superficie del cable $\theta_o$ | | ºC | 76,6 | 72,1 | 73,4 |
| Temperatura media en el conducto / tubular $\theta_m$ | | ºC | 73,0 | 68,4 | 69,8 |
| Temperatura media en la vaina $\theta_m$ | | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura media en la gran vaina / carcasa $\theta_m$ | | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura del terreno $\theta_a$ | | ºC | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| Temperatura crítica $\theta_X$ | | ºC | --- | --- | --- |
| Calentamiento debido a los otros cables del grupo $\Delta\theta_P$ | | ºC | 0,00 | 0,00 | 0,00 |

| **Intensidad admisible** | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Considerar las pérdidas dieléctricas? | | Sí | Sí | Sí |
| Intensidad admisible I | A | **1.325,28** | **1.325,28** | **1.325,28** |
| Potencia admisible P | MVA | **505,00** | **505,00** | **505,00** |
| Potencia admisible P | MW | **468,64** | **468,64** | **468,64** |

| Resistencia del conductor en ca | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Resistencia cc @ 20ºC $R_0$ | Ω/m | 1,270000E-5 | 1,270000E-5 | 1,270000E-5 |
| Resistencia en cc @ $\theta_c$ R' | Ω/m | 1,615930E-5 | 1,592294E-5 | 1,599257E-5 |
| Factor utilizado para el cálculo del efecto pelicular $k_s$ | | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| $X_S$ | | 1,394324 | 1,404635 | 1,401573 |
| Factor de efecto pelicular $\gamma_S$ | | 0,019381 | 0,019951 | 0,019780 |
| Factor utilizado para el cálculo del efecto de proximidad $k_p$ | | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| $X_P$ | | 1,080039 | 1,088025 | 1,085654 |
| Factor de efecto proximidad $\gamma_P$ | | 0,001185 | 0,001220 | 0,001209 |
| Resistencia del conductor en ca @ $\theta_c$ºC R | Ω/m | 1,649163E-5 | 1,626004E-5 | 1,632825E-5 |

| Resistencia de la pantalla | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | | Ω/m | 7,529099E-5 | 7,529099E-5 | 7,529099E-5 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | Parte 2 | Ω/m | --- | --- | --- |

**Circuito 2:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | 9,293324E-5 | 9,157126E-5 | 9,197249E-5 |
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Resistencia de la pantalla | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | Ω/m | 7,529099E-2 | 7,529099E-2 | 7,529099E-2 |
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | 9,293324E-5 | 9,157126E-5 | 9,197249E-5 |
| Factor de pérdidas en la armadura $\lambda_2$ | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Factor de pérdidas en la armadura $\lambda_2$ | Ω/m | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1$ | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Reactancia de la pantalla X | Ω/m | 1,082093E-4 | 1,082093E-4 | 1,082093E-4 |
| Reactancia de la pantalla $X_1$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Reactancia mutua $X_m$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Variable P | | --- | --- | --- |
| Variable Q | | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | | 0,012972 | 0,013126 | 0,013081 |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | Parte 1 | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | | --- | --- | --- |
| Factor F | | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 |
| m | | 0,338048 | 0,343076 | 0,341580 |
| m | | --- | --- | --- |
| $\lambda_0$ | | 9,821960E-3 | 1,008531E-2 | 1,000668E-2 |
| $\lambda_0$ | | --- | --- | --- |
| $\Delta_1$ | | 0,013758 | 0,013747 | 0,013750 |
| $\Delta_1$ | | --- | --- | --- |
| $\Delta_2$ | | 0,000000E+0 | 0,000000E+0 | 0,000000E+0 |
| $\Delta_2$ | | --- | --- | --- |
| $\beta_1$ | | 106,122299 | 106,908589 | 106,675143 |
| $\beta_1$ | | --- | --- | --- |
| $C_{gs}$ | | 1,002991 | 1,003017 | 1,003009 |
| $C_{gs}$ | | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de Foucault $\lambda''_1$ | | 0,056350 | 0,057826 | 0,057386 |
| Debidas a las corrientes de Foucault $\lambda''_1$ | | --- | --- | --- |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$ | | 0,069323 | 0,070953 | 0,070467 |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$ | | --- | --- | --- |
| Resistencias térmicas | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Entre conductor y pantalla $T_1$ | K.m/W | 0,318089 | 0,318089 | 0,318089 |
| Entre pantalla y armadura $T_2$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| De la cubierta externa $T_3$ | K.m/W | 0,049960 | 0,049960 | 0,049960 |
| Del espacio de aire en el interior de la tubular $T'_{4d}$ | K.m/W | 0,223785 | 0,229591 | 0,227849 |
| Propia de la tubular $T''_{4d}$ | K.m/W | 0,071209 | 0,071209 | 0,071209 |
| Del espacio de aire en el interior de la vaina $T'_{4p}$ | K.m/W | | | |
| Propia de la vaina $T''_{4p}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Del espacio de aire en el interior de la carcasa $T'_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Propia de la carcasa $T''_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Externa de la carcasa $T'''_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Externa de un cable o un conducto $T'''_{4d}$ | K.m/W | 0,452655 | 0,422734 | 0,452655 |
| Corrección para T4 Prisma de resistividad controlada | K.m/W | 0,075322 | 0,075322 | 0,075322 |
| Factor geométrico $G_b$ | | 0,789 | 0,789 | 0,789 |
| ○ Antigua IEC 60287 - Ya no adecuada $L_G$ | mm | 1.150,500 | 1.150,500 | 1.150,500 |
| ● IEC 60287 - Valores extendidos $r_b$ | mm | 763,317 | 763,317 | 763,317 |
| u | | 1,507 | 1,507 | 1,507 |
| $\Delta T_4$ | | 1,074136 | 0,981764 | 0,988196 |
| Resistencia térmica externa $T_4$ | K.m/W | 1,897107 | 1,780620 | 1,815231 |

**Circuito 2:**

| Pérdidas | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| En el conductor $W_C$ | W/m | 28,96541 | 28,55865 | 28,67845 |
| En el dieléctrico $W_d$ | W/m | 1,45704 | 1,45704 | 1,45704 |
| En la pantalla $W_S$ | W/m | 2,00796 | 2,02631 | 2,02088 |
| En la pantalla $W_S$ | W/m | --- | --- | --- |
| En la armadura $W_a$ | W/m | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| Pérdidas totales por efecto Joule $W_I$ | W/m | 30,97336 | 30,58496 | 30,97336 |
| Totales $W_T$ | W/m | 32,43040 | 32,04199 | 32,15636 |
| Totales Circuito $W_T$ | W/m | | 96,62875 | |
| Longitud de la ruta L | m | | 1.500 | |
| Totales Circuito $W_T$ | kW | | 144,943 | |

| Inductancias y Reactancias | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Capacidad del cable C | µF/km | 0,287472 | 0,287472 | 0,287472 |
| Inductancia Mutua entre Conductor y Pantalla M | mH/km | 0,344441 | 0,344441 | 0,344441 |
| Inductancia del conductor L | mH/km | 0,512086 | 0,512086 | 0,512086 |
| Inductancia de la pantalla $L_S$ | mH/km | 0,344441 | 0,344441 | 0,344441 |
| Reactancia inductiva $X_L$ | Ω/km | 0,160876 | 0,160876 | 0,160876 |
| Reactancia de la pantalla $X_S$ | Ω/km | 0,108209 | 0,108209 | 0,108209 |
| Reactancia capacitiva $X_C$ | Ω/km | 1,10727E+4 | 1,10727E+4 | 1,10727E+4 |

| Caída de tensión | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| cos φ | | 0,928 | 0,928 | 0,928 |
| Caída de tensión $V_d$ | V/km | 172,72 | 172,22 | 172,37 |
| Longitud de la ruta L | m | 1.500 | 1.500 | 1.500 |
| Caída de tensión $V_d$ | V | 259,08 | 258,34 | 258,56 |

| Impedancias | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Impedancia de la pantalla $Z_S$ | Ω/km | 0,092933 + j 0,108209 | 0,091571 + j 0,108209 | 0,091972 + j 0,108209 |
| Impedancia de la pantalla $\lvert Z_S \rvert$ | Ω/km | 0,142639 | 0,141755 | 0,142015 |
| Impedancia de onda $\lvert Z_{SI} \rvert$ | Ω/km | 42,21 | 42,21 | 42,21 |
| Impedancia directa $Z_+$ | Ω/km | 0,016492 + j 0,160876 | 0,016260 + j 0,160876 | 0,016328 + j 0,160876 |
| Impedancia inversa $Z_-$ | Ω/km | 0,016492 - j 0,160876 | 0,016260 - j 0,160876 | 0,016328 - j 0,160876 |
| Impedancia de fase del cable \| Z \| | Ω/km | 0,161720 | 0,161696 | 0,161703 |
| Admitancia Y | S/km | 0,630578 + j 6,151309 | 0,621903 + j 6,153093 | 0,624459 + j 6,152570 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 6,183545 | 6,184442 | 6,184179 |
| Conductancia G | S/km | 0,630578 | 0,621903 | 0,624459 |
| Susceptancia B | S/km | 6,151309 | 6,153093 | 6,152570 |
| Susceptancia capacitiva B | µS/km | 90,312 | 90,312 | 90,312 |
| Susceptancia Bo (2*pi*f*C) | µS/km | 90,312 | 90,312 | 90,312 |

**Circuito 2:**

| Secuencia Homopolar | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Reactancia homopolar $X_0$ | Ω/km | 0,052667 | 0,052667 | 0,052667 |
| Resistencia homopolar $R_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,075304 | 0,075304 | 0,075304 |
| Resistencia homopolar $R_0$ @ 15ºC | Ω/km | 0,073787 | 0,073787 | 0,073787 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,0753 + j 0,0527 | 0,0753 + j 0,0527 | 0,0753 + j 0,0527 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,09189 | 0,09189 | 0,09189 |
| Admitancia Y | S/km | 8,9175 + j 6,2369 | 8,9175 + j 6,2368 | 8,9175 + j 6,2369 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 10,88210 | 10,88210 | 10,88210 |
| Conductancia G | S/km | 8,91750 | 8,91750 | 8,97834 |
| Susceptancia B | S/km | 6,23685 | 6,23685 | 6,23685 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 15ºC | Ω/km | 0,0738 + j 0,0527 | 0,0738 + j 0,0527 | 0,0738 + j 0,0527 |
| Impedancia homopolar \| $Z_0$ \| @ 15ºC | Ω/km | 0,09065 | 0,09065 | 0,09065 |
| Admitancia Y | S/km | 8,9783 + j 6,4085 | 8,9783 + j 6,4085 | 8,9783 + j 6,4085 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 11,03086 | 11,03086 | 11,03086 |
| Conductancia G | S/km | 8,97834 | 8,97834 | 8,97834 |
| Susceptancia B | S/km | 6,40853 | 6,40853 | 6,40853 |

**Tensiones inducidas**

| Corrientes de cortocircuito | | |
|---|---|---|
| Fallo trifásico simétrico $I_{RMS}$ | A | 40.000 |
| Fallo fase-fase $I_{12}$ | A | 40.000 |
| Fallo fase-tierra $I_{1E}$ | A | 32.000 |
| Fallos internos a la conexión $I_{1E}$ | A | 32.000 |
| Máxima tensión inducida permitida Regimen permanente $E_{MAX}$ | V | 65 |
| Máxima tensión inducida permitida En caso de cortocircuito $E_{MAX}$ | V | 15.000 |

| Sobretensión pantalla | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Corriente circulante en la pantalla $I_S$ | | A | 146,99 | 148,76 | 148,23 |
| Regimen permanente | | V/m | 0,1434 | 0,1434 | 0,1434 |
| Fallo trifásico simétrico | | V/m | 4,32837 | 4,32837 | 4,32837 |
| Fallo fase-fase | ≤ | V/m | 4,32837 | 4,32837 | 0,00000 |
| Fallo fase-tierra | $V_{12}$ / $V_{23}$ / $V_{31}$ | V/m | 3,46270 | 0,00000 | -3,46270 |
| Fallos internos a la conexión | ≤ | V/m | 3,46270 | 0,00000 | -3,46270 |

| Sobretensión pantalla @ 500m | | Max |
|---|---|---|
| Regimen permanente | V | 71,704 |
| Fallo trifásico simétrico | V | 2.164,186 |
| Fallo fase-fase | V | 2.164,186 |
| Fallo fase-tierra | V | 1.731,349 |
| Fallos internos a la conexión | V | 1.731,349 |
| Tensión nominal del limitador de tensión (SVL) | ≥ kV | 2,164 |

Los datos técnicos arriba mencionados son válidos únicamente bajo las condiciones indicadas. Los cambios de esas condiciones, así como otras instalaciones influyentes (cables adyacentes, otras fuentes de calor, etc.) solo se consideran en la medida en que también se indiquen específicamente.

**Circuito 1:**

**Consideraciones para los cálculos:**

Todos los cálculos de intensidad admisible que se muestran en este informe han sido realizados con INFIPRO, una herramienta de cálculo de intensidades admisibles verificada con el documento CIGRE TB 880 y en base a la norma IEC 60287. Dado que CIGRE TB 880 proporciona orientación adicional en comparación con IEC 60287, se ha seguido este documento.

Al considerar la precisión de los cálculos, se recomienda redondear la corriente actual final de la siguiente manera:

• Redondear hacia abajo al 1 A más cercano para intensidades hasta 200 A (ejemplo: 156,7 A pasa a 156 A)
• Redondear hacia abajo a 5 A más cercano para intensidades desde 200 a 500 A (ejemplo: 459,3 A pasa a 455 A)
• Redondear hacia abajo a 10 A más cercano para intensidades por encima de 500 A (ejemplo: 1234,9 A pasa a 1230 A)

Se han realizado iteraciones al menos hasta alcanzar la siguiente convergencia entre pasos de iteración:

• Diferencia entre las temperaturas inicial y final: <= 0,00001 K
• Diferencia entre los valores nominales de corriente inicial y final: <= 0,00001 A

**Algunas consideraciones importantes:**

Las pérdidas por corrientes de Foucault no se descartan y siempre se tienen en cuenta. Contrario a la norma IEC 60287, esto significa que estas pérdidas por corrientes de Foucault se han calculado en cada situación en la que hay una cubierta metálica continua.

Reducción de corrientes de Foucault por corrientes circulantes: según la norma IEC esto se aplica en conexiones solidly bonded con conductores Milliken. En INFIPRO las utilizamos para todos los conductores en conexiones solidly bonded.

En la norma IEC hay una simplificación en el cálculo de T4 que consiste en el uso de 2•u en lugar de u + sqrt($u^2 - 1$), cuando u es mayor que 10. Aunque esta simplificación sólo conlleva pequeños errores, en INFIPRO utilizamos el cálculo sin simplificar.

Aunque los cables pueden estar igualmente cargados, típicamente no tienen pérdidas iguales, lo cual es de vital importancia en los cálculos de intensidad admisible. La razón de esto es que hay diferencias de temperatura entre las diversas capas del cable en un sistema trifásico, y por lo tanto habrá diferencias en las pérdidas en los conductores, pantallas, cubiertas y armaduras. También surgen diferencias en las pérdidas de la cubierta debido a la posición relativa de las fases del cable. Esto se tiene en cuenta en el cálculo de T4.

Capacidad: La norma IEC 60287 2023-05 proporciona la fórmula para el cálculo de la capacidad C de una fase con campo eléctrico radial con la permitividad del vacío $\varepsilon_0$ ($\approx 8{,}854 \times 10^{-12}$):

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}{\ln\left(\frac{D_i}{d_c}\right)} \quad (F/m)$$

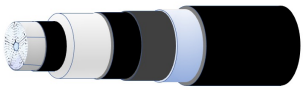
Los resultados indicados en el informe, incorporan este cambio.

**Todos los resultados aquí obtenidos deben ser verificados y validados por el fabricante del cable.**

**Circuito 1:**

## Características de la conexión

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cable | | | RHZ1-RA+2OL 230/400 kV 1x2500 MAl + T450 Al |
| Frecuencia f | | Hz | 50 |
| $U_o$ | | kV | 230,940 |
| U | | kV | 400 |
| $U_m$ | | kV | 420 |
| $U_P$ | | kV | 1.425 |
| cos φ | | | 0,928 |
| Factor de carga | ● cable corriente alterna | % | 100 |
| Longitud de la ruta | ○ cable corriente continua | m | 1.500 |
| Conexión de pantallas | | | Cross bonded - Secciones desequilibradas desconocidas - |



L1 m 500

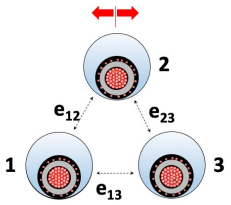
## Características de la instalación

| | | |
|---|---|---|
| Nº Circuitos | | 1 |
| Disposición de los cables | | Tresbolillo vértice hacia arriba |
| Tipo de cable | | Cables idénticos e igualmente cargados |
| Terreno | | No existe desecación del suelo |
| Temperatura del terreno $\theta_a$ | ºC | 15 |
| Resistividad térmica del terreno $\rho_T$ / Resistividad térmica entre zanjas $\rho_{T1}$ | K.m/W | 1 / 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Condiciones de instalación | | Cables en zanja |
| Profundidad Zanja P | mm | 1.701,00 |
| Ancho Zanja W | mm | 1.200,00 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Tubular |
| Material | | PE |
| $Ø_{EXT}$ | mm | 315 |
| $Ø_{INT}$ | mm | 270 |
| Centro X | | |
| Centro Y | | |
| Nº de cables dentro | | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Prisma de resistividad controlada | | Sí |
| Profundidad P | mm | 1.701,00 |
| Profundidad $L_G$ | mm | 1.150,50 |
| Alto H | mm | 1.101,00 |
| Ancho W | mm | 1.200,00 |
| Resistividad térmica Prisma de resistividad controlada $\rho_c$ | K.m/W | 0,90 |
| Nº de cables en el bloque | | 3 |

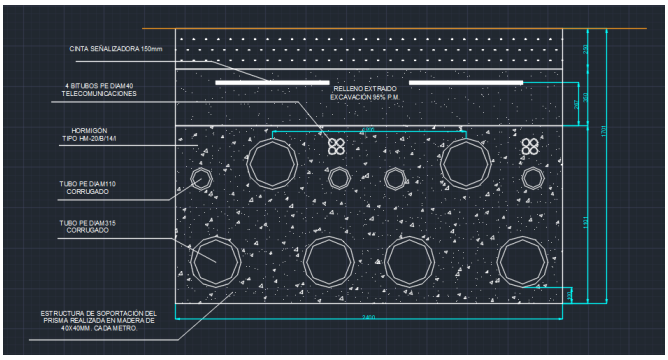


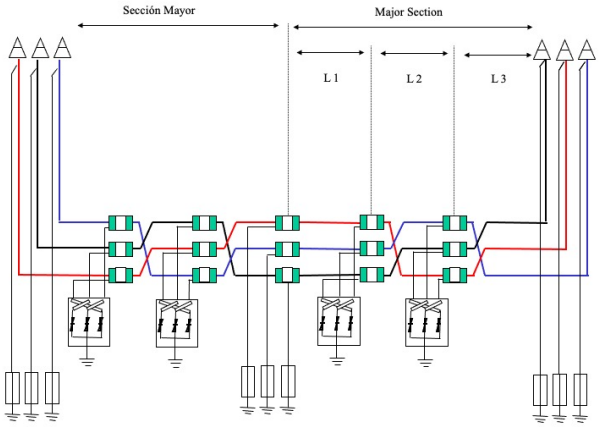

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| e12 | mm | 385,00 | Cable 1 X | mm | -350.00 |
| e23 | mm | 385,00 | Cable 2 X | mm | 0.00 |
| e13 | mm | 385,00 | Cable 3 X | mm | 350.00 |
| S12 | mm | 700,00 | Cable 1 Y | mm | 1443.50 |
| S23 | mm | 700,00 | Cable 2 Y | mm | 837.28 |
| S13 | mm | 700,00 | Cable 3 Y | mm | 1443.50 |
| GMD | mm | 700,00 | Centro X | mm | 0.0 |
| | | | Centro Y | mm | 1241.43 |

Transposición Cables sin transposición a)

**Circuito 1:**

**Esquema de la instalación**




| | | | Gran vaina / Carcasa | Vaina | Tubular |
|---|---|---|---|---|---|
| Constante U | | | --- | --- | 1,87 |
| Constante V | | | --- | --- | 0,312 |
| Constante Y | | | --- | --- | 0,0037 |
| Resistividad térmica $\rho_T$ | | K.m/W | --- | --- | 3,5 |
| **Temperaturas** | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Maxima temperatura de servicio | | ºC | 90 | 90 | 90 |
| Temperatura del conductor $\theta_c$ | | ºC | 90,0 | 84,0 | 90,0 |
| Temperatura pantalla $\theta_{sc}$ | | ºC | 72,9 | 67,2 | 72,9 |
| Temperatura pantalla $\theta_{sc}$ | Parte 2 | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura de la superficie del cable $\theta_o$ | | ºC | 70,7 | 65,1 | 70,7 |
| Temperatura media en el conducto / tubular $\theta_m$ | | ºC | 65,6 | 59,9 | 65,6 |
| Temperatura media en la vaina $\theta_m$ | | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura media en la gran vaina / carcasa $\theta_m$ | | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura del terreno $\theta_a$ | | ºC | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| Temperatura crítica $\theta_X$ | | ºC | --- | --- | --- |
| Calentamiento debido a los otros cables del grupo $\Delta\theta_P$ | | ºC | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| **Intensidad admisible** | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Considerar las pérdidas dieléctricas? | | | Sí | Sí | Sí |
| Intensidad admisible I | | A | **1.613,13** | **1.613,13** | **1.613,13** |
| Potencia admisible P | | MVA | **1.117,61** | **1.117,61** | **1.117,61** |
| Potencia admisible P | | MW | **1.037,14** | **1.037,14** | **1.037,14** |
| **Resistencia del conductor en ca** | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_0$ | | Ω/m | 1,270000E-5 | 1,270000E-5 | 1,270000E-5 |
| Resistencia en cc @ $\theta_c$ R' | | Ω/m | 1,628267E-5 | 1,597717E-5 | 1,628267E-5 |
| Factor utilizado para el cálculo del efecto pelicular $k_s$ | | | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| $X_S$ | | | 1,389032 | 1,402248 | 1,389032 |
| Factor de efecto pelicular $\gamma_S$ | | | 0,019092 | 0,019818 | 0,019092 |
| Factor utilizado para el cálculo del efecto de proximidad $k_p$ | | | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| $X_P$ | | | 1,075939 | 1,086177 | 1,075939 |
| Factor de efecto proximidad $\gamma_P$ | | | 0,000244 | 0,000253 | 0,000244 |
| Resistencia del conductor en ca @ $\theta_c$ºC R | | Ω/m | 1,659751E-5 | 1,629784E-5 | 1,659751E-5 |
| **Resistencia de la pantalla** | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | | Ω/m | 6,285181E-5 | 6,285181E-5 | 6,285181E-5 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | Parte 2 | Ω/m | --- | --- | --- |

**Circuito 1:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | 7,624629E-5 | 7,480921E-5 | 7,624629E-5 |
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Resistencia de la pantalla | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | Ω/m | 6,285181E-2 | 6,285181E-2 | 6,285181E-2 |
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | 7,624629E-5 | 7,480921E-5 | 7,624629E-5 |
| Factor de pérdidas en la armadura $\lambda_2$ | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Factor de pérdidas en la armadura $\lambda_2$ | Ω/m | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1$ | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Reactancia de la pantalla X | Ω/m | 1,501004E-4 | 1,501004E-4 | 1,501004E-4 |
| Reactancia de la pantalla $X_1$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Reactancia mutua $X_m$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Variable P | | --- | --- | --- |
| Variable Q | | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | | 0,014606 | 0,014707 | 0,014606 |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | Parte 1 | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | | --- | --- | --- |
| Factor F | | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 |
| m | | 0,412032 | 0,419947 | 0,412032 |
| m | | --- | --- | --- |
| $\lambda_0$ | | 3,663466E-3 | 3,784264E-3 | 3,663466E-3 |
| $\lambda_0$ | | --- | --- | --- |
| $\Delta_1$ | | 0,003525 | 0,003510 | 0,003525 |
| $\Delta_1$ | | --- | --- | --- |
| $\Delta_2$ | | 0,000000E+0 | 0,000000E+0 | 0,000000E+0 |
| $\Delta_2$ | | --- | --- | --- |
| $\beta_1$ | | 107,045948 | 108,069229 | 107,045948 |
| $\beta_1$ | | --- | --- | --- |
| $C_{gs}$ | | 1,003153 | 1,003188 | 1,003153 |
| $C_{gs}$ | | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de Foucault $\lambda''_1$ | | 0,017021 | 0,017569 | 0,017021 |
| Debidas a las corrientes de Foucault $\lambda''_1$ | | --- | --- | --- |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$ | | 0,031627 | 0,032276 | 0,031627 |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$ | | --- | --- | --- |
| Resistencias térmicas | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Entre conductor y pantalla $T_1$ | K.m/W | 0,378778 | 0,378778 | 0,378778 |
| Entre pantalla y armadura $T_2$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| De la cubierta externa $T_3$ | K.m/W | 0,047885 | 0,047885 | 0,047885 |
| Del espacio de aire en el interior de la tubular $T'_{4d}$ | K.m/W | 0,211514 | 0,218936 | 0,211514 |
| Propia de la tubular $T''_{4d}$ | K.m/W | 0,085868 | 0,085868 | 0,085868 |
| Del espacio de aire en el interior de la vaina $T'_{4p}$ | K.m/W | | | |
| Propia de la vaina $T''_{4p}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Del espacio de aire en el interior de la carcasa $T'_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Propia de la carcasa $T''_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Externa de la carcasa $T'''_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Externa de un cable o un conducto $T'''_{4d}$ | K.m/W | 0,416191 | 0,337317 | 0,416191 |
| Corrección para T4 Prisma de resistividad controlada | K.m/W | 0,055211 | 0,055211 | 0,055211 |
| Factor geométrico $G_b$ | | 1,156 | 1,156 | 1,156 |
| ○ Antigua IEC 60287 - Ya no adecuada $L_G$ | mm | 1.150,500 | 1.150,500 | 1.150,500 |
| ● IEC 60287 - Valores extendidos $r_b$ | mm | 625,531 | 625,531 | 625,531 |
| u | | 1,839 | 1,839 | 1,839 |
| $\Delta T_4$ | | 0,375173 | 0,347277 | 0,375173 |
| Resistencia térmica externa $T_4$ | K.m/W | 1,143957 | 1,044609 | 1,143957 |

**Circuito 1:**

| Pérdidas | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| En el conductor $W_C$ | W/m | 43,18978 | 42,40999 | 43,18978 |
| En el dieléctrico $W_d$ | W/m | 4,00889 | 4,00889 | 4,00889 |
| En la pantalla $W_S$ | W/m | 1,36598 | 1,36883 | 1,36598 |
| En la pantalla $W_S$ | W/m | --- | --- | --- |
| En la armadura $W_a$ | W/m | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| Pérdidas totales por efecto Joule $W_I$ | W/m | 44,55577 | 43,77882 | 44,55577 |
| Totales $W_T$ | W/m | 48,56466 | 47,78772 | 48,56466 |
| Totales Circuito $W_T$ | W/m | | 144,91704 | |
| Longitud de la ruta L | m | | 1.500 | |
| Totales Circuito $W_T$ | kW | | 217,376 | |

| Inductancias y Reactancias | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Capacidad del cable C | µF/km | 0,239263 | 0,239263 | 0,239263 |
| Inductancia Mutua entre Conductor y Pantalla M | mH/km | 0,477784 | 0,477784 | 0,477784 |
| Inductancia del conductor L | mH/km | 0,668638 | 0,668638 | 0,668638 |
| Inductancia de la pantalla $L_S$ | mH/km | 0,477784 | 0,477784 | 0,477784 |
| Reactancia inductiva $X_L$ | Ω/km | 0,210059 | 0,210059 | 0,210059 |
| Reactancia de la pantalla $X_S$ | Ω/km | 0,150100 | 0,150100 | 0,150100 |
| Reactancia capacitiva $X_C$ | Ω/km | 1,33037E+4 | 1,33037E+4 | 1,33037E+4 |

| Caída de tensión | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| cos φ | | 0,928 | 0,928 | 0,928 |
| Caída de tensión $V_d$ | V/km | 261,71 | 260,93 | 261,71 |
| Longitud de la ruta L | m | 1.500 | 1.500 | 1.500 |
| Caída de tensión $V_d$ | V | 392,56 | 391,39 | 392,56 |

| Impedancias | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Impedancia de la pantalla $Z_S$ | Ω/km | 0,076246 + j 0,150100 | 0,074809 + j 0,150100 | 0,076246 + j 0,150100 |
| Impedancia de la pantalla $\lvert Z_S \rvert$ | Ω/km | 0,168356 | 0,167710 | 0,168356 |
| Impedancia de onda $\lvert Z_{SI} \rvert$ | Ω/km | 52,86 | 52,86 | 52,86 |
| Impedancia directa $Z_+$ | Ω/km | 0,016598 + j 0,210059 | 0,016298 + j 0,210059 | 0,016598 + j 0,210059 |
| Impedancia inversa $Z_-$ | Ω/km | 0,016598 - j 0,210059 | 0,016298 - j 0,210059 | 0,016598 - j 0,210059 |
| Impedancia de fase del cable \| Z \| | Ω/km | 0,210713 | 0,210690 | 0,210713 |
| Admitancia Y | S/km | 0,373817 + j 4,731038 | 0,367149 + j 4,732089 | 0,373817 + j 4,731038 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 4,745783 | 4,746310 | 4,745783 |
| Conductancia G | S/km | 0,373817 | 0,367149 | 0,373817 |
| Susceptancia B | S/km | 4,731038 | 4,732089 | 4,731038 |
| Susceptancia capacitiva B | µS/km | 75,167 | 75,167 | 75,167 |
| Susceptancia Bo (2*pi*f*C) | µS/km | 75,167 | 75,167 | 75,167 |

**Circuito 1:**

| Secuencia Homopolar | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Reactancia homopolar $X_0$ | Ω/km | 0,059958 | 0,059958 | 0,059958 |
| Resistencia homopolar $R_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,062865 | 0,062865 | 0,062865 |
| Resistencia homopolar $R_0$ @ 15ºC | Ω/km | 0,061598 | 0,061598 | 0,061598 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,0629 + j 0,0600 | 0,0629 + j 0,0600 | 0,0629 + j 0,0600 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,08687 | 0,08687 | 0,08687 |
| Admitancia Y | S/km | 8,3298 + j 7,9447 | 8,3298 + j 7,9447 | 8,3298 + j 7,9447 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 11,51101 | 11,51101 | 11,51101 |
| Conductancia G | S/km | 8,32979 | 8,32979 | 8,33609 |
| Susceptancia B | S/km | 7,94468 | 7,94468 | 7,94468 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 15ºC | Ω/km | 0,0616 + j 0,0600 | 0,0616 + j 0,0600 | 0,0616 + j 0,0600 |
| Impedancia homopolar \| $Z_0$ \| @ 15ºC | Ω/km | 0,08596 | 0,08596 | 0,08596 |
| Admitancia Y | S/km | 8,3361 + j 8,1142 | 8,3361 + j 8,1142 | 8,3361 + j 8,1142 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 11,63316 | 11,63316 | 11,63316 |
| Conductancia G | S/km | 8,33609 | 8,33609 | 8,33609 |
| Susceptancia B | S/km | 8,11419 | 8,11419 | 8,11419 |

**Tensiones inducidas**

| Corrientes de cortocircuito | | |
|---|---|---|
| Fallo trifásico simétrico $I_{RMS}$ | A | 63.000 |
| Fallo fase-fase $I_{12}$ | A | 63.000 |
| Fallo fase-tierra $I_{1E}$ | A | 53.000 |
| Fallos internos a la conexión $I_{1E}$ | A | 53.000 |
| Máxima tensión inducida permitida Regimen permanente $E_{MAX}$ | V | 65 |
| Máxima tensión inducida permitida En caso de cortocircuito $E_{MAX}$ | V | 15.000 |

| Sobretensión pantalla | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Corriente circulante en la pantalla $I_S$ | | A | 133,85 | 135,27 | 133,85 |
| Regimen permanente | | V/m | 0,2421 | 0,2421 | 0,2421 |
| Fallo trifásico simétrico | | V/m | 9,45632 | 9,45632 | 9,45632 |
| Fallo fase-fase | ≤ | V/m | 9,45632 | 9,45632 | 0,00000 |
| Fallo fase-tierra | $V_{12}$ / $V_{23}$ / $V_{31}$ | V/m | 7,95532 | 0,00000 | -7,95532 |
| Fallos internos a la conexión | ≤ | V/m | 7,95532 | 0,00000 | -7,95532 |

| Sobretensión pantalla @ 500m | | Max |
|---|---|---|
| Regimen permanente | V | 121,066 |
| Fallo trifásico simétrico | V | 4.728,161 |
| Fallo fase-fase | V | 4.728,161 |
| Fallo fase-tierra | V | 3.977,659 |
| Fallos internos a la conexión | V | 3.977,659 |
| Tensión nominal del limitador de tensión (SVL) | ≥ kV | 4,728 |

Los datos técnicos arriba mencionados son válidos únicamente bajo las condiciones indicadas. Los cambios de esas condiciones, así como otras instalaciones influyentes (cables adyacentes, otras fuentes de calor, etc.) solo se consideran en la medida en que también se indiquen específicamente.

**Circuito 1:**

**Consideraciones para los cálculos:**

Todos los cálculos de intensidad admisible que se muestran en este informe han sido realizados con INFIPRO, una herramienta de cálculo de intensidades admisibles verificada con el documento CIGRE TB 880 y en base a la norma IEC 60287. Dado que CIGRE TB 880 proporciona orientación adicional en comparación con IEC 60287, se ha seguido este documento.

Al considerar la precisión de los cálculos, se recomienda redondear la corriente actual final de la siguiente manera:

• Redondear hacia abajo al 1 A más cercano para intensidades hasta 200 A (ejemplo: 156,7 A pasa a 156 A)
• Redondear hacia abajo a 5 A más cercano para intensidades desde 200 a 500 A (ejemplo: 459,3 A pasa a 455 A)
• Redondear hacia abajo a 10 A más cercano para intensidades por encima de 500 A (ejemplo: 1234,9 A pasa a 1230 A)

Se han realizado iteraciones al menos hasta alcanzar la siguiente convergencia entre pasos de iteración:

• Diferencia entre las temperaturas inicial y final: <= 0,00001 K
• Diferencia entre los valores nominales de corriente inicial y final: <= 0,00001 A

**Algunas consideraciones importantes:**

Las pérdidas por corrientes de Foucault no se descartan y siempre se tienen en cuenta. Contrario a la norma IEC 60287, esto significa que estas pérdidas por corrientes de Foucault se han calculado en cada situación en la que hay una cubierta metálica continua.

Reducción de corrientes de Foucault por corrientes circulantes: según la norma IEC esto se aplica en conexiones solidly bonded con conductores Milliken. En INFIPRO las utilizamos para todos los conductores en conexiones solidly bonded.

En la norma IEC hay una simplificación en el cálculo de T4 que consiste en el uso de 2•u en lugar de $u + \mathrm{sqrt}(u^2 - 1)$, cuando u es mayor que 10. Aunque esta simplificación sólo conlleva pequeños errores, en INFIPRO utilizamos el cálculo sin simplificar.

Aunque los cables pueden estar igualmente cargados, típicamente no tienen pérdidas iguales, lo cual es de vital importancia en los cálculos de intensidad admisible. La razón de esto es que hay diferencias de temperatura entre las diversas capas del cable en un sistema trifásico, y por lo tanto habrá diferencias en las pérdidas en los conductores, pantallas, cubiertas y armaduras. También surgen diferencias en las pérdidas de la cubierta debido a la posición relativa de las fases del cable. Esto se tiene en cuenta en el cálculo de T4.

Capacidad: La norma IEC 60287 2023-05 proporciona la fórmula para el cálculo de la capacidad C de una fase con campo eléctrico radial con la permitividad del vacío $\varepsilon_0$ ($\approx 8{,}854 \times 10^{-12}$):

$$C = \frac{2\pi\varepsilon_0\varepsilon_r}{\ln\left(\frac{D_i}{d_c}\right)} \quad (F/m)$$

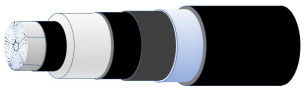
Los resultados indicados en el informe, incorporan este cambio.

**Todos los resultados aquí obtenidos deben ser verificados y validados por el fabricante del cable.**

**Circuito 1:**

## Características de la conexión

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cable | | | RHE-RA+2OL 127/220 kV 1x2500 MAl+T375 |
| Frecuencia f | | Hz | 50 |
| $U_o$ | | kV | 127,017 |
| U | | kV | 220 |
| $U_m$ | | kV | 245 |
| $U_P$ | | kV | 1.050 |
| cos φ | | | 0,928 |
| Factor de carga | ● cable corriente alterna | % | 100 |
| Longitud de la ruta | ○ cable corriente continua | m | 1.500 |
| Conexión de pantallas | | | Cross bonded - Secciones desequilibradas desconocidas - |



L1 m 500

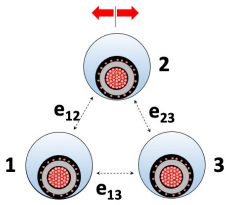
## Características de la instalación

| | | |
|---|---|---|
| Nº Circuitos | | 2 |
| Disposición de los cables | | Tresbolillo vértice hacia arriba |
| Tipo de cable | | Cables desigualmente cargados y de construcción diferente |
| Terreno | | No existe desecación del suelo |
| Temperatura del terreno $\theta_a$ | ºC | 15 |
| Resistividad térmica del terreno $\rho_T$ / Resistividad térmica entre zanjas $\rho_{T1}$ | K.m/W | 1 / 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Condiciones de instalación | | Cables en zanja |
| Profundidad Zanja P | mm | 1.701,00 |
| Ancho Zanja W | mm | 2.400,00 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Tubular |
| Material | | PE |
| $Ø_{EXT}$ | mm | 250 |
| $Ø_{INT}$ | mm | 220 |
| Centro X | | |
| Centro Y | | |
| Nº de cables dentro | | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Prisma de resistividad controlada | | Sí |
| Profundidad P | mm | 1.701,00 |
| Profundidad $L_G$ | mm | 1.150,50 |
| Alto H | mm | 1.101,00 |
| Ancho W | mm | 2.400,00 |
| Resistividad térmica Prisma de resistividad controlada $\rho_c$ | K.m/W | 0,90 |
| Nº de cables en el bloque | | 6 |

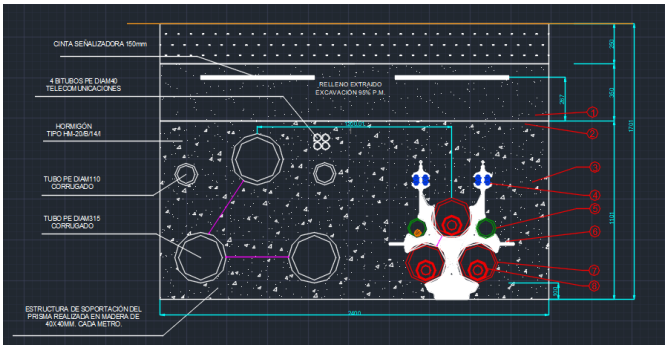


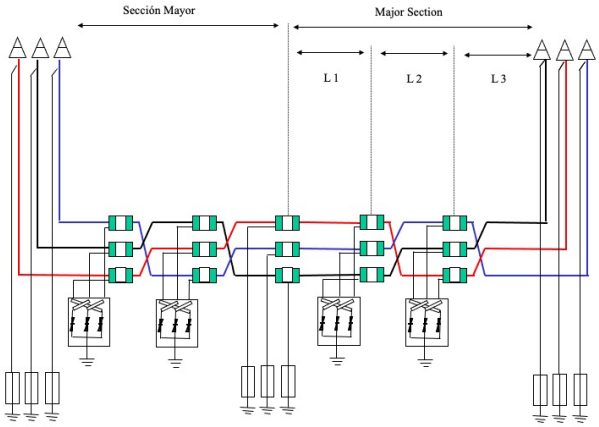

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| e12 | mm | 70,00 | Cable 1 X | mm | -760.00 |
| e23 | mm | 70,00 | Cable 2 X | mm | -600.00 |
| e13 | mm | 70,00 | Cable 3 X | mm | -440.00 |
| S12 | mm | 320,00 | Cable 1 Y | mm | 1476.00 |
| S23 | mm | 320,00 | Cable 2 Y | mm | 1198.87 |
| S13 | mm | 320,00 | Cable 3 Y | mm | 1476.00 |
| GMD | mm | 320,00 | Centro X | mm | -600.0 |
| | | | Centro Y | mm | 1383.62 |

Transposición Cables sin transposición a)

**Circuito 1:**

**Esquema de la instalación**




| | | Gran vaina / Carcasa | Vaina | Tubular |
|---|---|---|---|---|
| Constante U | | --- | --- | 1,87 |
| Constante V | | --- | --- | 0,312 |
| Constante Y | | --- | --- | 0,0037 |
| Resistividad térmica $\rho_T$ | K.m/W | --- | --- | 3,5 |
| **Temperaturas** | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Maxima temperatura de servicio | ºC | 90 | 90 | 90 |
| Temperatura del conductor $\theta_c$ | ºC | 86,2 | 85,0 | 89,7 |
| Temperatura pantalla $\theta_{sc}$ | ºC | 76,8 | 75,6 | 80,2 |
| Temperatura pantalla $\theta_{sc}$ Parte 2 | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura de la superficie del cable $\theta_o$ | ºC | 75,2 | 74,1 | 78,7 |
| Temperatura media en el conducto / tubular $\theta_m$ | ºC | 71,6 | 70,4 | 75,1 |
| Temperatura media en la vaina $\theta_m$ | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura media en la gran vaina / carcasa $\theta_m$ | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura del terreno $\theta_a$ | ºC | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| Temperatura crítica $\theta_X$ | ºC | --- | --- | --- |
| Calentamiento debido a los otros cables del grupo $\Delta\theta_P$ | ºC | 35,19 | 35,08 | 38,55 |
| **Intensidad admisible** | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Considerar las pérdidas dieléctricas? | | Sí | Sí | Sí |
| Intensidad admisible I | A | **1.325,28** | **1.325,28** | **1.325,28** |
| Potencia admisible P | MVA | **505,00** | **505,00** | **505,00** |
| Potencia admisible P | MW | **468,64** | **468,64** | **468,64** |
| **Resistencia del conductor en ca** | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_0$ | Ω/m | 1,270000E-5 | 1,270000E-5 | 1,270000E-5 |
| Resistencia en cc @ $\theta_c$ R' | Ω/m | 1,608656E-5 | 1,602727E-5 | 1,626885E-5 |
| Factor utilizado para el cálculo del efecto pelicular $k_s$ | | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| $X_S$ | | 1,397473 | 1,400055 | 1,389621 |
| Factor de efecto pelicular $\gamma_S$ | | 0,019554 | 0,019696 | 0,019124 |
| Factor utilizado para el cálculo del efecto de proximidad $k_p$ | | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| $X_P$ | | 1,082478 | 1,084478 | 1,076396 |
| Factor de efecto proximidad $\gamma_P$ | | 0,001196 | 0,001204 | 0,001170 |
| Resistencia del conductor en ca @ $\theta_c$ºC R | Ω/m | 1,642034E-5 | 1,636225E-5 | 1,659902E-5 |
| **Resistencia de la pantalla** | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | Ω/m | 7,529099E-5 | 7,529099E-5 | 7,529099E-5 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ Parte 2 | Ω/m | --- | --- | --- |

**Circuito 1:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | 9,251412E-5 | 9,217246E-5 | 9,356454E-5 |
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Resistencia de la pantalla | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | Ω/m | 7,529099E-2 | 7,529099E-2 | 7,529099E-2 |
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | 9,251412E-5 | 9,217246E-5 | 9,356454E-5 |
| Factor de pérdidas en la armadura $\lambda_2$ | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Factor de pérdidas en la armadura $\lambda_2$ | Ω/m | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1$ | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Reactancia de la pantalla X | Ω/m | 1,082093E-4 | 1,082093E-4 | 1,082093E-4 |
| Reactancia de la pantalla $X_1$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Reactancia mutua $X_m$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Variable P | | --- | --- | --- |
| Variable Q | | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | | 0,013020 | 0,013058 | 0,012901 |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | Parte 1 | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | | --- | --- | --- |
| Factor F | | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 |
| m | | 0,339580 | 0,340839 | 0,335767 |
| m | | --- | --- | --- |
| $\lambda_0$ | | 9,901933E-3 | 9,967823E-3 | 9,703249E-3 |
| $\lambda_0$ | | --- | --- | --- |
| $\Delta_1$ | | 0,013754 | 0,013751 | 0,013763 |
| $\Delta_1$ | | --- | --- | --- |
| $\Delta_2$ | | 0,000000E+0 | 0,000000E+0 | 0,000000E+0 |
| $\Delta_2$ | | --- | --- | --- |
| $\beta_1$ | | 106,362413 | 106,559359 | 105,763678 |
| $\beta_1$ | | --- | --- | --- |
| $C_{gs}$ | | 1,002999 | 1,003005 | 1,002980 |
| $C_{gs}$ | | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de Foucault $\lambda''_1$ | | 0,056799 | 0,057168 | 0,055684 |
| Debidas a las corrientes de Foucault $\lambda''_1$ | | --- | --- | --- |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$ | | 0,069818 | 0,070226 | 0,068586 |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$ | | --- | --- | --- |
| Resistencias térmicas | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Entre conductor y pantalla $T_1$ | K.m/W | 0,318089 | 0,318089 | 0,318089 |
| Entre pantalla y armadura $T_2$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| De la cubierta externa $T_3$ | K.m/W | 0,049960 | 0,049960 | 0,049960 |
| Del espacio de aire en el interior de la tubular $T'_{4d}$ | K.m/W | 0,225540 | 0,226991 | 0,221193 |
| Propia de la tubular $T''_{4d}$ | K.m/W | 0,071209 | 0,071209 | 0,071209 |
| Del espacio de aire en el interior de la vaina $T'_{4p}$ | K.m/W | | | |
| Propia de la vaina $T''_{4p}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Del espacio de aire en el interior de la carcasa $T'_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Propia de la carcasa $T''_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Externa de la carcasa $T'''_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Externa de un cable o un conducto $T'''_{4d}$ | K.m/W | 0,452655 | 0,422734 | 0,452655 |
| Corrección para T4 Prisma de resistividad controlada | K.m/W | 0,012554 | 0,012554 | 0,012554 |
| Factor geométrico $G_b$ | | 0,789 | 0,789 | 0,789 |
| ○ Antigua IEC 60287 - Ya no adecuada $L_G$ | mm | 1.150,500 | 1.150,500 | 1.150,500 |
| ● IEC 60287 - Valores extendidos $r_b$ | mm | 763,317 | 763,317 | 763,317 |
| u | | 1,507 | 1,507 | 1,507 |
| $\Delta T_4$ | | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Resistencia térmica externa $T_4$ | K.m/W | 0,749403 | 0,720934 | 0,745056 |

**Circuito 1:**

| Pérdidas | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| En el conductor $W_C$ | W/m | 28,84021 | 28,73817 | 29,15403 |
| En el dieléctrico $W_d$ | W/m | 1,45704 | 1,45704 | 1,45704 |
| En la pantalla $W_S$ | W/m | 2,01358 | 2,01817 | 1,99955 |
| En la pantalla $W_S$ | W/m | --- | --- | --- |
| En la armadura $W_a$ | W/m | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| Pérdidas totales por efecto Joule $W_I$ | W/m | 30,85378 | 30,75634 | 30,85378 |
| Totales $W_T$ | W/m | 32,31082 | 32,21338 | 32,61061 |
| Totales Circuito $W_T$ | W/m | | 97,13481 | |
| Longitud de la ruta L | m | | 1.500 | |
| Totales Circuito $W_T$ | kW | | 145,702 | |

| Inductancias y Reactancias | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Capacidad del cable C | µF/km | 0,287472 | 0,287472 | 0,287472 |
| Inductancia Mutua entre Conductor y Pantalla M | mH/km | 0,344441 | 0,344441 | 0,344441 |
| Inductancia del conductor L | mH/km | 0,512086 | 0,512086 | 0,512086 |
| Inductancia de la pantalla $L_S$ | mH/km | 0,344441 | 0,344441 | 0,344441 |
| Reactancia inductiva $X_L$ | Ω/km | 0,160876 | 0,160876 | 0,160876 |
| Reactancia de la pantalla $X_S$ | Ω/km | 0,108209 | 0,108209 | 0,108209 |
| Reactancia capacitiva $X_C$ | Ω/km | 1,10727E+4 | 1,10727E+4 | 1,10727E+4 |

| Caída de tensión | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| cos φ | | 0,928 | 0,928 | 0,928 |
| Caída de tensión $V_d$ | V/km | 172,57 | 172,44 | 172,95 |
| Longitud de la ruta L | m | 1.500 | 1.500 | 1.500 |
| Caída de tensión $V_d$ | V | 258,85 | 258,66 | 259,42 |

| Impedancias | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Impedancia de la pantalla $Z_S$ | Ω/km | 0,092514 + j 0,108209 | 0,092172 + j 0,108209 | 0,093565 + j 0,108209 |
| Impedancia de la pantalla $\lvert Z_S \rvert$ | Ω/km | 0,142366 | 0,142144 | 0,143051 |
| Impedancia de onda $\lvert Z_{SI} \rvert$ | Ω/km | 42,21 | 42,21 | 42,21 |
| Impedancia directa $Z_+$ | Ω/km | 0,016420 + j 0,160876 | 0,016362 + j 0,160876 | 0,016599 + j 0,160876 |
| Impedancia inversa $Z_-$ | Ω/km | 0,016420 - j 0,160876 | 0,016362 - j 0,160876 | 0,016599 - j 0,160876 |
| Impedancia de fase del cable \| Z \| | Ω/km | 0,161712 | 0,161706 | 0,161731 |
| Admitancia Y | S/km | 0,627908 + j 6,151861 | 0,625732 + j 6,152309 | 0,634598 + j 6,150473 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 6,183822 | 6,184048 | 6,183125 |
| Conductancia G | S/km | 0,627908 | 0,625732 | 0,634598 |
| Susceptancia B | S/km | 6,151861 | 6,152309 | 6,150473 |
| Susceptancia capacitiva B | µS/km | 90,312 | 90,312 | 90,312 |
| Susceptancia Bo (2*pi*f*C) | µS/km | 90,312 | 90,312 | 90,312 |

**Circuito 1:**

| Secuencia Homopolar | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Reactancia homopolar $X_0$ | Ω/km | 0,052667 | 0,052667 | 0,052667 |
| Resistencia homopolar $R_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,075304 | 0,075304 | 0,075304 |
| Resistencia homopolar $R_0$ @ 15ºC | Ω/km | 0,073787 | 0,073787 | 0,073787 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,0753 + j 0,0527 | 0,0753 + j 0,0527 | 0,0753 + j 0,0527 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,09189 | 0,09189 | 0,09189 |
| Admitancia Y | S/km | 8,9175 + j 6,2369 | 8,9175 + j 6,2369 | 8,9175 + j 6,2369 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 10,88210 | 10,88210 | 10,88210 |
| Conductancia G | S/km | 8,91750 | 8,91750 | 8,97834 |
| Susceptancia B | S/km | 6,23685 | 6,23685 | 6,23685 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 15ºC | Ω/km | 0,0738 + j 0,0527 | 0,0738 + j 0,0527 | 0,0738 + j 0,0527 |
| Impedancia homopolar \| $Z_0$ \| @ 15ºC | Ω/km | 0,09065 | 0,09065 | 0,09065 |
| Admitancia Y | S/km | 8,9783 + j 6,4085 | 8,9783 + j 6,4085 | 8,9783 + j 6,4085 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 11,03086 | 11,03086 | 11,03086 |
| Conductancia G | S/km | 8,97834 | 8,97834 | 8,97834 |
| Susceptancia B | S/km | 6,40853 | 6,40853 | 6,40853 |

**Tensiones inducidas**

| Corrientes de cortocircuito | | |
|---|---|---|
| Fallo trifásico simétrico $I_{RMS}$ | A | 40.000 |
| Fallo fase-fase $I_{12}$ | A | 40.000 |
| Fallo fase-tierra $I_{1E}$ | A | 32.000 |
| Fallos internos a la conexión $I_{1E}$ | A | 32.000 |
| Máxima tensión inducida permitida Regimen permanente $E_{MAX}$ | V | 65 |
| Máxima tensión inducida permitida En caso de cortocircuito $E_{MAX}$ | V | 15.000 |

| Sobretensión pantalla | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Corriente circulante en la pantalla $I_S$ | | A | 147,53 | 147,97 | 146,19 |
| Regimen permanente | | V/m | 0,1434 | 0,1434 | 0,1434 |
| Fallo trifásico simétrico | | V/m | 4,32837 | 4,32837 | 4,32837 |
| Fallo fase-fase | ≤ | V/m | 4,32837 | 4,32837 | 0,00000 |
| Fallo fase-tierra | $V_{12}$ / $V_{23}$ / $V_{31}$ | V/m | 3,46270 | 0,00000 | -3,46270 |
| Fallos internos a la conexión | ≤ | V/m | 3,46270 | 0,00000 | -3,46270 |

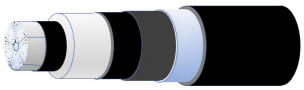
| Sobretensión pantalla @ 500m | | Max |
|---|---|---|
| Regimen permanente | V | 71,704 |
| Fallo trifásico simétrico | V | 2.164,186 |
| Fallo fase-fase | V | 2.164,186 |
| Fallo fase-tierra | V | 1.731,349 |
| Fallos internos a la conexión | V | 1.731,349 |
| Tensión nominal del limitador de tensión (SVL) | ≥ kV | 2,164 |

Los datos técnicos arriba mencionados son válidos únicamente bajo las condiciones indicadas. Los cambios de esas condiciones, así como otras instalaciones influyentes (cables adyacentes, otras fuentes de calor, etc.) solo se consideran en la medida en que también se indiquen específicamente.

**Circuito 2:**

## Características de la conexión

| | | | |
|---|---|---|---|
| Cable | | | RHZ1-RA+2OL 230/400 kV 1x2500 MAl + T450 Al |
| Frecuencia f | | Hz | 50 |
| $U_o$ | | kV | 230,940 |
| U | | kV | 400 |
| $U_m$ | | kV | 420 |
| $U_P$ | | kV | 1.425 |
| cos φ | | | 0,928 |
| Factor de carga | ● cable corriente alterna | % | 100 |
| Longitud de la ruta | ○ cable corriente continua | m | 1.500 |
| Conexión de pantallas | | | Cross bonded - Secciones desequilibradas desconocidas - |



L1 m 500

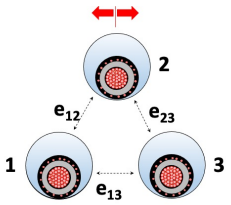
## Características de la instalación

| | | |
|---|---|---|
| Nº Circuitos | | 2 |
| Disposición de los cables | | Tresbolillo vértice hacia arriba |
| Tipo de cable | | Cables desigualmente cargados y de construcción diferente |
| Terreno | | No existe desecación del suelo |
| Temperatura del terreno $\theta_a$ | ºC | 15 |
| Resistividad térmica del terreno $\rho_T$ / Resistividad térmica entre zanjas $\rho_{T1}$ | K.m/W | 1 / 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Condiciones de instalación | | Cables en zanja |
| Profundidad Zanja P | mm | 1.701,00 |
| Ancho Zanja W | mm | 2.400,00 |

| | | |
|---|---|---|
| | | Tubular |
| Material | | PE |
| $Ø_{EXT}$ | mm | 315 |
| $Ø_{INT}$ | mm | 270 |
| Centro X | | |
| Centro Y | | |
| Nº de cables dentro | | 1 |

| | | |
|---|---|---|
| Prisma de resistividad controlada | | Sí |
| Profundidad P | mm | 1.701,00 |
| Profundidad $L_G$ | mm | 1.150,50 |
| Alto H | mm | 1.101,00 |
| Ancho W | mm | 2.400,00 |
| Resistividad térmica Prisma de resistividad controlada $\rho_c$ | K.m/W | 0,90 |
| Nº de cables en el bloque | | 6 |

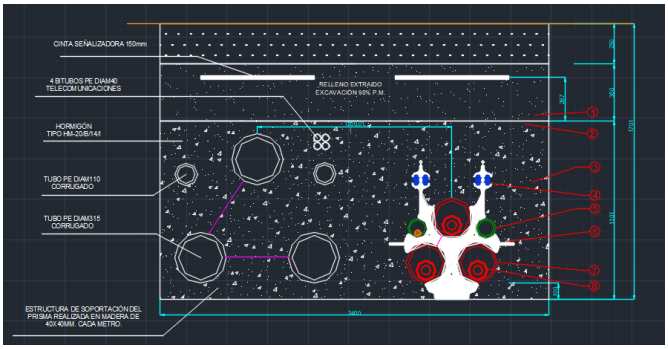


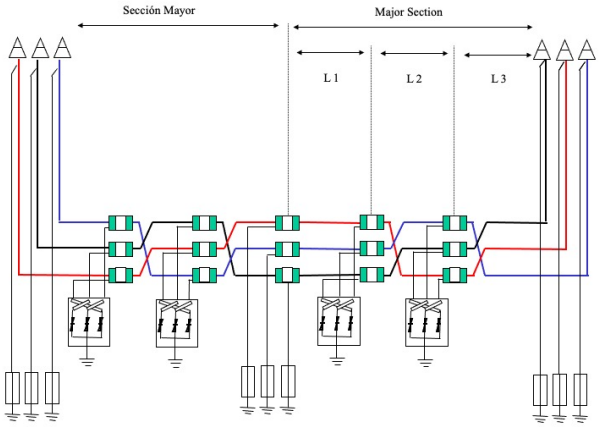

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| e12 | mm | 385,00 | Cable 1 X | mm | 250.00 |
| e23 | mm | 385,00 | Cable 2 X | mm | 600.00 |
| e13 | mm | 385,00 | Cable 3 X | mm | 950.00 |
| S12 | mm | 700,00 | Cable 1 Y | mm | 1443.50 |
| S23 | mm | 700,00 | Cable 2 Y | mm | 837.28 |
| S13 | mm | 700,00 | Cable 3 Y | mm | 1443.50 |
| GMD | mm | 700,00 | Centro X | mm | 600.0 |
| | | | Centro Y | mm | 1241.43 |

Transposición Cables sin transposición a)

**Circuito 2:**

**Esquema de la instalación**




| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Gran vaina / Carcasa | Vaina | Tubular |
| Constante U | | | --- | --- | 1,87 |
| Constante V | | | --- | --- | 0,312 |
| Constante Y | | | --- | --- | 0,0037 |
| Resistividad térmica $\rho_T$ | | K.m/W | --- | --- | 3,5 |
| Temperaturas | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Maxima temperatura de servicio | | ºC | 90 | 90 | 90 |
| Temperatura del conductor $\theta_c$ | | ºC | 89,8 | 76,7 | 82,3 |
| Temperatura pantalla $\theta_{sc}$ | | ºC | 77,0 | 64,3 | 69,8 |
| Temperatura pantalla $\theta_{sc}$ | Parte 2 | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura de la superficie del cable $\theta_o$ | | ºC | 75,4 | 62,8 | 68,2 |
| Temperatura media en el conducto / tubular $\theta_m$ | | ºC | 71,6 | 58,9 | 64,4 |
| Temperatura media en la vaina $\theta_m$ | | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura media en la gran vaina / carcasa $\theta_m$ | | ºC | --- | --- | --- |
| Temperatura del terreno $\theta_a$ | | ºC | 15,0 | 15,0 | 15,0 |
| Temperatura crítica $\theta_X$ | | ºC | --- | --- | --- |
| Calentamiento debido a los otros cables del grupo $\Delta\theta_P$ | | ºC | 33,46 | 24,09 | 26,49 |
| **Intensidad admisible** | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Considerar las pérdidas dieléctricas? | | | Sí | Sí | Sí |
| Intensidad admisible I | | A | **1.385,64** | **1.385,64** | **1.385,64** |
| Potencia admisible P | | MVA | **960,00** | **960,00** | **960,00** |
| Potencia admisible P | | MW | **890,88** | **890,88** | **890,88** |
| Resistencia del conductor en ca | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_0$ | | Ω/m | 1,270000E-5 | 1,270000E-5 | 1,270000E-5 |
| Resistencia en cc @ $\theta_c$ R' | | Ω/m | 1,627185E-5 | 1,560133E-5 | 1,589009E-5 |
| Factor utilizado para el cálculo del efecto pelicular $k_s$ | | | 0,25 | 0,25 | 0,25 |
| $X_S$ | | | 1,389493 | 1,419038 | 1,406085 |
| Factor de efecto pelicular $\gamma_S$ | | | 0,019118 | 0,020768 | 0,020032 |
| Factor utilizado para el cálculo del efecto de proximidad $k_p$ | | | 0,15 | 0,15 | 0,15 |
| $X_P$ | | | 1,076297 | 1,099182 | 1,089149 |
| Factor de efecto proximidad $\gamma_P$ | | | 0,000244 | 0,000265 | 0,000255 |
| Resistencia del conductor en ca @ $\theta_c$ºC R | | Ω/m | 1,658690E-5 | 1,592947E-5 | 1,621246E-5 |
| Resistencia de la pantalla | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | | Ω/m | 6,285181E-5 | 6,285181E-5 | 6,285181E-5 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | Parte 2 | Ω/m | --- | --- | --- |

**Circuito 2:**

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | 7,728101E-5 | 7,408375E-5 | 7,546068E-5 |
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Resistencia de la pantalla | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Resistencia cc @ 20ºC $R_{SO}$ | Ω/m | 6,285181E-2 | 6,285181E-2 | 6,285181E-2 |
| Resistencia de la pantalla @ $\theta_{SC}$ $R_S$ | Ω/m | 7,728101E-5 | 7,408375E-5 | 7,546068E-5 |
| Factor de pérdidas en la armadura $\lambda_2$ | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Factor de pérdidas en la armadura $\lambda_2$ | Ω/m | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1$ | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Reactancia de la pantalla X | Ω/m | 1,501004E-4 | 1,501004E-4 | 1,501004E-4 |
| Reactancia de la pantalla $X_1$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Reactancia mutua $X_m$ | Ω/m | --- | --- | --- |
| Variable P | | --- | --- | --- |
| Variable Q | | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | | 0,014732 | 0,014959 | 0,014862 |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | Parte 1 | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de circulación $\lambda'_1$ | | --- | --- | --- |
| Factor F | | 1,000000 | 1,000000 | 1,000000 |
| m | | 0,406515 | 0,424060 | 0,416322 |
| m | | --- | --- | --- |
| $\lambda_0$ | | 3,579841E-3 | 3,847390E-3 | 3,728816E-3 |
| $\lambda_0$ | | --- | --- | --- |
| $\Delta_1$ | | 0,003535 | 0,003503 | 0,003517 |
| $\Delta_1$ | | --- | --- | --- |
| $\Delta_2$ | | 0,000000E+0 | 0,000000E+0 | 0,000000E+0 |
| $\Delta_2$ | | --- | --- | --- |
| $\beta_1$ | | 106,326911 | 108,597069 | 107,601727 |
| $\beta_1$ | | --- | --- | --- |
| $C_{gs}$ | | 1,003130 | 1,003205 | 1,003172 |
| $C_{gs}$ | | --- | --- | --- |
| Debidas a las corrientes de Foucault $\lambda''_1$ | | 0,016868 | 0,018098 | 0,017554 |
| Debidas a las corrientes de Foucault $\lambda''_1$ | | --- | --- | --- |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$ | | 0,031600 | 0,033057 | 0,032416 |
| Factor de pérdidas en la pantalla $\lambda_1 = \lambda'_1 + \lambda''_1$ | | --- | --- | --- |
| Resistencias térmicas | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
| Entre conductor y pantalla $T_1$ | K.m/W | 0,378778 | 0,378778 | 0,378778 |
| Entre pantalla y armadura $T_2$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| De la cubierta externa $T_3$ | K.m/W | 0,047885 | 0,047885 | 0,047885 |
| Del espacio de aire en el interior de la tubular $T'_{4d}$ | K.m/W | 0,204244 | 0,220245 | 0,213053 |
| Propia de la tubular $T''_{4d}$ | K.m/W | 0,085868 | 0,085868 | 0,085868 |
| Del espacio de aire en el interior de la vaina $T'_{4p}$ | K.m/W | | | |
| Propia de la vaina $T''_{4p}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Del espacio de aire en el interior de la carcasa $T'_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Propia de la carcasa $T''_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Externa de la carcasa $T'''_{4c}$ | K.m/W | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Externa de un cable o un conducto $T'''_{4d}$ | K.m/W | 0,416191 | 0,337317 | 0,416191 |
| Corrección para T4 Prisma de resistividad controlada | K.m/W | 0,012554 | 0,012554 | 0,012554 |
| Factor geométrico $G_b$ | | 0,789 | 0,789 | 0,789 |
| ○ Antigua IEC 60287 - Ya no adecuada $L_G$ | mm | 1.150,500 | 1.150,500 | 1.150,500 |
| ● IEC 60287 - Valores extendidos $r_b$ | mm | 763,317 | 763,317 | 763,317 |
| u | | 1,507 | 1,507 | 1,507 |
| $\Delta T_4$ | | 0,000000 | 0,000000 | 0,000000 |
| Resistencia térmica externa $T_4$ | K.m/W | 0,706303 | 0,643430 | 0,715112 |

**Circuito 2:**

| Pérdidas | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| En el conductor $W_C$ | W/m | 31,84684 | 30,58459 | 31,12793 |
| En el dieléctrico $W_d$ | W/m | 4,00889 | 4,00889 | 4,00889 |
| En la pantalla $W_S$ | W/m | 1,00636 | 1,01104 | 1,00903 |
| En la pantalla $W_S$ | W/m | --- | --- | --- |
| En la armadura $W_a$ | W/m | 0,00000 | 0,00000 | 0,00000 |
| Pérdidas totales por efecto Joule $W_I$ | W/m | 32,85320 | 31,59563 | 32,85320 |
| Totales $W_T$ | W/m | 36,86210 | 35,60452 | 36,14586 |
| Totales Circuito $W_T$ | W/m | | 108,61247 | |
| Longitud de la ruta L | m | | 1.500 | |
| Totales Circuito $W_T$ | kW | | 162,919 | |

| Inductancias y Reactancias | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Capacidad del cable C | µF/km | 0,239263 | 0,239263 | 0,239263 |
| Inductancia Mutua entre Conductor y Pantalla M | mH/km | 0,477784 | 0,477784 | 0,477784 |
| Inductancia del conductor L | mH/km | 0,668638 | 0,668638 | 0,668638 |
| Inductancia de la pantalla $L_S$ | mH/km | 0,477784 | 0,477784 | 0,477784 |
| Reactancia inductiva $X_L$ | Ω/km | 0,210059 | 0,210059 | 0,210059 |
| Reactancia de la pantalla $X_S$ | Ω/km | 0,150100 | 0,150100 | 0,150100 |
| Reactancia capacitiva $X_C$ | Ω/km | 1,33037E+4 | 1,33037E+4 | 1,33037E+4 |

| Caída de tensión | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| cos φ | | 0,928 | 0,928 | 0,928 |
| Caída de tensión $V_d$ | V/km | 224,78 | 223,31 | 223,94 |
| Longitud de la ruta L | m | 1.500 | 1.500 | 1.500 |
| Caída de tensión $V_d$ | V | 337,16 | 334,97 | 335,91 |

| Impedancias | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Impedancia de la pantalla $Z_S$ | Ω/km | 0,077281 + j 0,150100 | 0,074084 + j 0,150100 | 0,075461 + j 0,150100 |
| Impedancia de la pantalla $\lvert Z_S \rvert$ | Ω/km | 0,168827 | 0,167387 | 0,168001 |
| Impedancia de onda $\lvert Z_{SI} \rvert$ | Ω/km | 52,86 | 52,86 | 52,86 |
| Impedancia directa $Z_+$ | Ω/km | 0,016587 + j 0,210059 | 0,015929 + j 0,210059 | 0,016212 + j 0,210059 |
| Impedancia inversa $Z_-$ | Ω/km | 0,016587 - j 0,210059 | 0,015929 - j 0,210059 | 0,016212 - j 0,210059 |
| Impedancia de fase del cable \| Z \| | Ω/km | 0,210713 | 0,210662 | 0,210683 |
| Admitancia Y | S/km | 0,373581 + j 4,731076 | 0,358947 + j 4,733355 | 0,365248 + j 4,732385 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 4,745802 | 4,746945 | 4,746459 |
| Conductancia G | S/km | 0,373581 | 0,358947 | 0,365248 |
| Susceptancia B | S/km | 4,731076 | 4,733355 | 4,732385 |
| Susceptancia capacitiva B | µS/km | 75,167 | 75,167 | 75,167 |
| Susceptancia Bo (2*pi*f*C) | µS/km | 75,167 | 75,167 | 75,167 |

**Circuito 2:**

| Secuencia Homopolar | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|
| Reactancia homopolar $X_0$ | Ω/km | 0,059958 | 0,059958 | 0,059958 |
| Resistencia homopolar $R_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,062865 | 0,062865 | 0,062865 |
| Resistencia homopolar $R_0$ @ 15ºC | Ω/km | 0,061598 | 0,061598 | 0,061598 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,0629 + j 0,0600 | 0,0629 + j 0,0600 | 0,0629 + j 0,0600 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 20ºC | Ω/km | 0,08687 | 0,08687 | 0,08687 |
| Admitancia Y | S/km | 8,3298 + j 7,9447 | 8,3298 + j 7,9447 | 8,3298 + j 7,9447 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 11,51101 | 11,51101 | 11,51101 |
| Conductancia G | S/km | 8,32979 | 8,32979 | 8,33609 |
| Susceptancia B | S/km | 7,94468 | 7,94468 | 7,94468 |
| Impedancia homopolar $Z_0$ @ 15ºC | Ω/km | 0,0616 + j 0,0600 | 0,0616 + j 0,0600 | 0,0616 + j 0,0600 |
| Impedancia homopolar \| $Z_0$ \| @ 15ºC | Ω/km | 0,08596 | 0,08596 | 0,08596 |
| Admitancia Y | S/km | 8,3361 + j 8,1142 | 8,3361 + j 8,1142 | 8,3361 + j 8,1142 |
| Admitancia \| Y \| | S/km | 11,63316 | 11,63316 | 11,63316 |
| Conductancia G | S/km | 8,33609 | 8,33609 | 8,33609 |
| Susceptancia B | S/km | 8,11419 | 8,11419 | 8,11419 |

**Tensiones inducidas**

| Corrientes de cortocircuito | | |
|---|---|---|
| Fallo trifásico simétrico $I_{RMS}$ | A | 40.000 |
| Fallo fase-fase $I_{12}$ | A | 40.000 |
| Fallo fase-tierra $I_{1E}$ | A | 32.000 |
| Fallos internos a la conexión $I_{1E}$ | A | 32.000 |
| Máxima tensión inducida permitida Regimen permanente $E_{MAX}$ | V | 65 |
| Máxima tensión inducida permitida En caso de cortocircuito $E_{MAX}$ | V | 15.000 |

| Sobretensión pantalla | | | Cable 1 | Cable 2 | Cable 3 |
|---|---|---|---|---|---|
| Corriente circulante en la pantalla $I_S$ | | A | 114,11 | 116,82 | 115,64 |
| Regimen permanente | | V/m | 0,2080 | 0,2080 | 0,2080 |
| Fallo trifásico simétrico | | V/m | 6,00401 | 6,00401 | 6,00401 |
| Fallo fase-fase | ≤ | V/m | 6,00401 | 6,00401 | 0,00000 |
| Fallo fase-tierra | $V_{12}$ / $V_{23}$ / $V_{31}$ | V/m | 4,80321 | 0,00000 | -4,80321 |
| Fallos internos a la conexión | ≤ | V/m | 4,80321 | 0,00000 | -4,80321 |

| Sobretensión pantalla @ 500m | | Max |
|---|---|---|
| Regimen permanente | V | 103,993 |
| Fallo trifásico simétrico | V | 3.002,007 |
| Fallo fase-fase | V | 3.002,007 |
| Fallo fase-tierra | V | 2.401,606 |
| Fallos internos a la conexión | V | 2.401,606 |
| Tensión nominal del limitador de tensión (SVL) | ≥ kV | 3,002 |

Los datos técnicos arriba mencionados son válidos únicamente bajo las condiciones indicadas. Los cambios de esas condiciones, así como otras instalaciones influyentes (cables adyacentes, otras fuentes de calor, etc.) solo se consideran en la medida en que también se indiquen específicamente.

**PROYECTO:**

# PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF

**TÍTULO**

## MEMORIA CÁLCULOS MECÁNICOS

**Nº DE DOCUMENTO**

**GOZU-SOL-LE-PE-MCM-0001**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº REVISIÓN:** | 02 | **DOCUMENTO EMITIDO PARA:** | LEGALIZACIÓN |
| **FECHA EMISIÓN:** | 20/10/2025 | | |

| | | |
|---|---|---|
| OCT | 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 | 26/06/2023 | Documento nuevo |
| 01 | 15/01/2025 | Proyecto |
| 02 | 20/10/2025 | Modificado de Proyecto |

# Índice

1 CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA LÍNEA AÉREA ..... 4
1.1 Cálculo mecánico de conductores y cables de tierra ..... 4
1.1.1 Características mecánicas de los cables ..... 4
1.1.2 Condiciones de cálculo ..... 5
1.1.3 Tracciones máximas ..... 7
1.1.4 Fenómenos vibratorios ..... 8
1.1.5 Flechas máximas ..... 8
1.1.6 Tablas de cálculo mecánico ..... 8
1.2 Cálculo mecánico de apoyos ..... 21
1.2.1 Cargas y sobrecargas a considerar ..... 21
1.2.2 Hipótesis de cálculo ..... 22
1.2.3 Coeficiente de seguridad ..... 31
1.3 Cálculo de cimentaciones ..... 33
1.3.1 Cimentaciones monobloque ..... 33
1.3.2 Cimentación de patas separadas ..... 33
1.4 Cálculo de herrajes ..... 35
1.5 Cálculo de aisladores ..... 36
1.6 Distancias de seguridad ..... 36
1.6.1 Distancia entre conductores ..... 37
1.6.2 Distancias a masa ..... 38
1.6.3 Distancia de los conductores al terreno ..... 38
1.6.4 Distancias en cruzamientos y paralelismos ..... 40
1.7 Distancias de seguridad ..... 43

# 1 CÁLCULOS MECÁNICOS DE LA LÍNEA AÉREA

Según el apartado 3.1.3 de la ITC-LAT-07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D. 223/2008), debido a la altitud de la línea proyectada, se deberá considerar a efectos de cálculo la zona A/B/C.

## 1.1 Cálculo mecánico de conductores y cables de tierra.

### 1.1.1 Características mecánicas de los cables

#### *1.1.1.1 Conductor*

Según establece la IT-LAT-07, deben cumplir la norma UNE-EN 50182. En función de la potencia a transportar, el emplazamiento de la línea, y el nivel de polución salina e industrial previsto, se instalarán tres conductores por fase de:

- aluminio reforzado con acero del tipo 242-AL1/39-ST1A (LA-280).
- aluminio reforzado con acero del tipo 483-AL1/33-ST1A (LA-510)

Las principales características de los conductores son las siguientes:

| CONDUCTOR | 242-AL1 / 39-ST1A (LA 280 HAWK) |
|---|---|
| Material | Aluminio – Acero |
| Sección total ($mm^2$) | 281,1 |
| Composición (Nº alambres) | 26+7 |
| Diámetro total (mm) | 21,80 |
| Masa por unidad de longitud (kg/km) | 976 |
| Carga de rotura (daN) | 8.489 |
| Módulo de elasticidad ($daN/mm^2$) | 7500 |
| Resistencia en c.c. (Ω/km) | 0,1195 |
| Coeficiente de dilatación lineal (ºC-1) | $18,9x10^{-6}$ |

| **CONDUCTOR** | **483-AL1/33-ST1A (LA-510)** |
|---|---|
| Material | Aluminio – Acero |
| Sección total ($mm^2$) | 516,8 |
| Composición (Nº alambres) | 45+7 |
| Diámetro total (mm) | 29,59 |
| Masa por unidad de longitud (kg/km) | 1.600 |
| Carga de rotura (daN) | 11.580 |
| Módulo de elasticidad ($daN/mm^2$) | 6.600 |
| Resistencia en c.c. (Ω/km) | 0,0599 |
| Coeficiente de dilatación lineal (ºC-1) | $20,9x10^{-6}$ |

#### 1.1.1.2 Cable de tierra

En función de las características eléctricas de la instalación, el emplazamiento de la línea, y el nivel de polución salina e industrial previsto, se instalará.

- Un cable de tierra y comunicaciones del tipo OPGW- Tipo 2 25 kA – 18 mm.

Las características de los cables de tierra son las siguientes:

| CABLE DE TIERRA | OPGW TIPO 2 25kA - 18 mm |
|---|---|
| Número de Fibras | 48 |
| Sección total ($mm^2$) | 168,86 |
| Diámetro total (mm) | 18 |
| Peso (kg/m) | 0,893 |
| Carga de Rotura (daN) | 14.154 |
| Módulo de elasticidad ($daN/mm^2$) | 12.547 |
| Coeficiente de dilatación lineal ($ºC^{-1}$) | $14,8 \times 10^{-6}$ |

### 1.1.2 Condiciones de cálculo

Para el cálculo de las flechas y tensiones de los conductores y cables de tierra se resuelve la ecuación de cambio de condiciones:

$$\frac{2 \cdot T_2}{p_2} \cdot senh \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} = \frac{2 \cdot T_1}{p_1} \cdot senh \frac{a \cdot p_1}{2 \cdot T_1} \left[ 1 + \alpha \cdot (\theta_2 - \theta_1) + \frac{T_2 - T_1}{E \cdot S} \right]$$

Donde:

E = Módulo de elasticidad en $daN/mm^2$.

$\alpha$ = Coeficiente de dilatación lineal en $ºC^{-1}$.

S = Sección del conductor en $mm^2$.

a = Vano en m.

$T_1$, $T_2$ = Tenses en daN. en los estados 1 y 2.

$P_1$, $P_2$ = Peso del conductor en los estados 1 y 2 en daN/m.

$\theta_1$, $\theta_2$ = Temperaturas del conductor en los estados 1 y 2 en ºC.

Para condiciones de viento o de hielo será necesario tener en cuenta, para la resolución de la ecuación de cambio de condiciones, la velocidad del viento V, el coeficiente K para el cálculo del manguito de hielo, y el diámetro del conductor.

Así se calcula el valor de T2 dados unos valores de T1, P1, θ1, P2 y 2. Conocido el valor de T2, se calcula la flecha correspondiente con la ecuación siguiente:

$$f = \frac{T_2}{p_2} \cdot \left( cosh \frac{a \cdot p_2}{2 \cdot T_2} - 1 \right)$$

El vano de cálculo o regulador se determinará para cada serie de vanos comprendidos entre dos apoyos de amarre, y vendrá dado por la expresión:

$$a_r = \frac{\sum \frac{b_i^3}{a_i^2}}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}} \cdot \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum \frac{b_i^2}{a_i}}}$$

Siendo:

$b_i$: distancia en línea recta entre los puntos de fijación del conductor en el vano i.

ai: proyección horizontal de $b_i$

En el caso de apoyos a nivel se tiene:

$$a_r = \sqrt{\frac{\sum a_i^3}{\sum a_i}}$$

Este valor es el indicado en las tablas. Para cada uno de ellos y en cada estado, la tracción horizontal es constante, por lo que la flecha individual de un vano concreto “ai” en una serie de vano regulador “ar” es:

$$\text{flecha}_{\text{vano a regular}} = \text{flecha}_{\text{vano regulador}} \cdot \left( \frac{\text{flecha}_{\text{vano a regular}}}{\text{flecha}_{\text{vano regulador}}} \right)^2$$

### 1.1.3 Tracciones máximas

Se verificará que la carga de rotura tanto del conductor como del cable de tierra es como mínimo 2,5 veces superior a su tracción máxima (no tense horizontal) en las condiciones más desfavorables según la Tabla 4 del apartado 3.2.1 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (R.D.223/2008):

| ZONA A | | | |
|---|---|---|---|
| **Hipótesis** | **Temperatura (°C)** | **Sobrecarga Viento** | **Sobrecarga hielo** |
| Tracción máxima viento | –5 | Según el apartado 3.1.2 Mínimo 120 ó 140 km/h según la tensión de línea | No se aplica |

| ZONA B | | | |
|---|---|---|---|
| **Hipótesis** | **Temperatura (°C)** | **Sobrecarga Viento** | **Sobrecarga hielo** |
| Tracción máxima viento | –10 | Según el apartado 3.1.2 Mínimo 120 ó 140 km/h según la tensión de línea | No se aplica |
| Tracción máxima de hielo | –15 | No se aplica | Según el apartado 3.1.3 |
| Tracción máxima hielo + viento (*) | –15 | Según el apartado 3.1.2 Mínimo 60 km/h | Según el apartado 3.1.3. |

| ZONA C | | | |
|---|---|---|---|
| **Hipótesis** | **Temperatura (°C)** | **Sobrecarga Viento** | **Sobrecarga hielo** |
| Tracción máxima viento | –15 | Según el apartado 3.1.2 Mínimo 120 ó 140 km/h según la tensión de línea | No se aplica |
| Tracción máxima de hielo | –20 | No se aplica | Según el apartado 3.1.3 |
| Tracción máxima hielo + viento (*) | –20 | Según el apartado 3.1.2 Mínimo 60 km/h | Según el apartado 3.1.3. |

(*) En líneas de categoría especial o a criterio de proyectista

### 1.1.4 Fenómenos vibratorios

A la hora de determinar las tracciones mecánicas de los conductores y cables de tierra deberá tenerse en cuenta la incidencia de posibles fenómenos vibratorios. El reglamento recomienda que la tracción a temperatura de 15 °C no supere el 22% de la carga de rotura, si se realiza el estudio de amortiguamiento y se instalan dichos dispositivos, o que bien no supere el 15% de la carga de rotura si no se instalan.

### 1.1.5 Flechas máximas

De acuerdo con la clasificación de las zonas de sobrecarga definidas en el apartado 3.1.3 de la IT-LAT-07, se determinará la flecha máxima de los conductores y cables de tierra en las hipótesis siguientes:

En zonas A, B y C:

a) Hipótesis de viento: Sometidos a la acción de su peso propio y a una sobrecarga de viento, según el apartado 3.1.2 de la IT-LAT-07, para una velocidad de viento de 120 km/h a la temperatura de + 15 °C.

b) Hipótesis de temperatura: Sometidos a la acción de su peso propio, a la temperatura máxima previsible, teniendo en cuenta las condiciones climatológicas y de servicio de la línea. Para las líneas de categoría especial, esta temperatura no será en ningún caso inferior a + 85 °C para los conductores de fase ni inferior a + 50 °C para los cables de tierra. Para el resto de las líneas, tanto para los conductores de fase como para los cables de tierra, esta temperatura no será en ningún caso inferior a + 50 °C.

c) Hipótesis de hielo: Sometidos a la acción de su peso propio y a la sobrecarga de hielo correspondiente a la zona, según el apartado 3.1.3 de la IT-LAT-07, a la temperatura de 0 °C.

### 1.1.6 Tablas de cálculo mecánico

A continuación, se presentan las tablas del cálculo mecánico de conductores para los diferentes tipos de cables y que resultan de aplicar la ecuación de cambio de condiciones, para cada una de las hipótesis de cálculo anteriores. Las flechas de regulación de los vanos pertenecientes a cada una de las series de cálculo se determinarán a partir de la expresión indicada en el apartado anterior.

Para el cálculo de las tablas de flechas y tenses se han impuesto las siguientes condiciones de partida, que deben cumplirse simultáneamente:

CONDICIONES DE CÁLCULO DEL CONDUCTOR 242-AL1/39-ST1A (LA-280)

| ZONA A | | |
|---|---|---|
| Tense máximo (daN) | -5+V | 2588 |
| E.D.S. (%) | 15ºC | 21 |
| Tense máximo vano flojo (daN) | -5+V | 500 |
| E.D.S. vano flojo (%) | 15ºC | 20 |

| ZONA B | | |
|---|---|---|
| Tense máximo (daN) | -15+H | 2951 |
| E.D.S. (%) | 10ºC | 23 |
| Tense máximo vano flojo (daN) | -15+H | 500 |
| E.D.S. vano flojo (%) | 10ºC | 20 |

| PARA ZONA C | | |
|---|---|---|
| Tense máximo (daN) | -20+H | 3051 |
| E.D.S. (%) | 10ºC | 22 |
| Tense máximo vano flojo (daN) | -20+H | 500 |
| E.D.S. vano flojo (%) | 10ºC | 20 |

CONDICIONES DE CÁLCULO DEL CONDUCTOR 483-AL1/33-ST1A (LA-510)

| ZONA A | | |
|---|---|---|
| Tense máximo (daN) | -5+V | 3386 |
| E.D.S. (%) | 15ºC | 18 |
| Tense máximo vano flojo (daN) | -5+V | 500 |
| E.D.S. vano flojo (%) | 15ºC | 20 |

| ZONA B | | |
|---|---|---|
| Tense máximo (daN) | -15+H | 3676 |
| E.D.S. (%) | 10ºC | 20 |
| Tense máximo vano flojo (daN) | -15+H | 500 |
| E.D.S. vano flojo (%) | 10ºC | 20 |

| PARA ZONA C | | |
|---|---|---|
| Tense máximo (daN) | -20+H | 3809 |
| E.D.S. (%) | 10ºC | 18 |
| Tense máximo vano flojo (daN) | -20+H | 500 |
| E.D.S. vano flojo (%) | 10ºC | 20 |

CONDICIONES DE CÁLCULO DEL CONDUCTOR OPGW TIPO 2 25kA - 18 mm

| ZONA A | | |
|---|---|---|
| Tense máximo (daN) | -5+V | 2490,5 |
| E.D.S. (%) | 15ºC | 13 |
| Tense máximo vano flojo (daN) | -5+V | 500 |
| E.D.S. vano flojo (%) | 15ºC | 20 |

| ZONA B | | |
|---|---|---|
| Tense máximo (daN) | -15+H | 2654,9 |
| E.D.S. (%) | 10ºC | 13 |
| Tense máximo vano flojo (daN) | -15+H | 500 |
| E.D.S. vano flojo (%) | 10ºC | 20 |

| PARA ZONA C | | |
|---|---|---|
| Tense máximo (daN) | -20+H | 2746,31 |
| E.D.S. (%) | 10ºC | 12 |
| Tense máximo vano flojo (daN) | -20+H | 500 |
| E.D.S. vano flojo (%) | 10ºC | 20 |

#### *1.1.6.1 Tabla tendido para conductores*

# FLECHAS Y TENSIONES

## LA 280 {1}

POSTEMEL, S.L.
Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532
Tlf:(+34) 95 451 99 66
Fax:(+34) 95 425 16 25
Apdo. de Correos 13314
41080 SEVILLA
e-mail:postemel@postemel.es
http://www.postemel.es

**Zona A**

T. max. a -5º+V 2588 daN
EDS a 15º 21% (1776 daN)

| | |
|---|---|
| Sección | 281,1 mm² |
| Peso | 0,977 Kg/m |
| Carga de Rotura | 8456 daN |
| Coef. Dilatación | 0,0000189 1/ºC |
| Modulo Elasticidad | 7553 daN/mm² |
| Diametro aparente | 21,8 mm |
| Viento sobre conductor | 1,48361111111111 daN/m |
| Resultante P+V | 1,766 daN |
| Resultante P+½V | 1,212 daN |
| Resultante P+H | ---- |

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

| Vano Nº | Vano | Vano Regul. | | CONDICIONES EN ZONA A | | | | | | | | | | | | Cs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 85º | 40º | 35º | 30º | 25º | 20º | 15º | 10º | 0º | -5º | -5º+½V | -5º+V | |
| 1 | 50,0 | 50,0 | T | 369 | 920 | 1061 | 1218 | 1387 | 1565 | 20,68% | 1937 | 2322 | 2517 | 2536 | **2588** | 3,27 |
| | | | F | 0,81 | 0,33 | 0,28 | 0,25 | 0,22 | 0,19 | 0,17 | 0,15 | 0,13 | 0,12 | 0,15 | 0,21 | |
| 2 | 100,0 | 100,0 | T | 628 | 1074 | 1167 | 1273 | 1392 | 1523 | 19,70% | 1820 | 2151 | 2326 | 2401 | **2588** | 3,27 |
| | | | F | 1,91 | 1,12 | 1,03 | 0,94 | 0,86 | 0,79 | 0,72 | 0,66 | 0,56 | 0,52 | 0,63 | 0,85 | |
| 3 | 150,0 | 150,0 | T | 813 | 1176 | 1242 | 1315 | 1396 | 1486 | 18,75% | 1695 | 1944 | 2083 | 2242 | **2588** | 3,26 |
| | | | F | 3,32 | 2,29 | 2,17 | 2,05 | 1,93 | 1,81 | 1,70 | 1,59 | 1,39 | 1,29 | 1,52 | 1,92 | |
| 4 | 200,0 | 200,0 | T | 948 | 1242 | 1289 | 1342 | 1398 | 1461 | 18,08% | 1603 | 1773 | 1870 | 2109 | **2588** | 3,26 |
| | | | F | 5,06 | 3,86 | 3,72 | 3,57 | 3,43 | 3,28 | 3,14 | 2,99 | 2,70 | 2,56 | 2,87 | 3,41 | |
| 5 | 250,0 | 250,0 | T | 1046 | 1285 | 1320 | 1359 | 1400 | 1444 | 17,64% | 1543 | 1659 | 1723 | 2014 | **2588** | 3,26 |
| | | | F | 7,17 | 5,83 | 5,67 | 5,51 | 5,35 | 5,19 | 5,02 | 4,85 | 4,52 | 4,35 | 4,70 | 5,34 | |
| 6 | 300,0 | 300,0 | T | 1118 | 1313 | 1341 | 1370 | 1401 | 1434 | 17,37% | 1505 | 1586 | 1631 | 1951 | **2588** | 3,25 |
| | | | F | 9,66 | 8,22 | 8,05 | 7,88 | 7,70 | 7,53 | 7,35 | 7,17 | 6,80 | 6,62 | 6,99 | 7,68 | |
| 7 | 350,0 | 350,0 | T | 1172 | 1333 | 1355 | 1378 | 1402 | 1427 | 17,18% | 1481 | 1540 | 1572 | 1909 | **2588** | 3,24 |
| | | | F | 12,54 | 11,02 | 10,84 | 10,66 | 10,48 | 10,30 | 10,11 | 9,92 | 9,54 | 9,35 | 9,73 | 10,46 | |
| 8 | 400,0 | 400,0 | T | 1213 | 1348 | 1365 | 1383 | 1402 | 1422 | 17,06% | 1464 | 1509 | 1533 | 1880 | **2588** | 3,24 |
| | | | F | 15,83 | 14,25 | 14,06 | 13,88 | 13,69 | 13,50 | 13,31 | 13,12 | 12,72 | 12,52 | 12,91 | 13,67 | |
| 9 | 450,0 | 450,0 | T | 1245 | 1358 | 1373 | 1387 | 1403 | 1419 | 16,97% | 1452 | 1487 | 1506 | 1859 | **2588** | 3,23 |
| | | | F | 19,53 | 17,90 | 17,71 | 17,52 | 17,33 | 17,14 | 16,94 | 16,74 | 16,34 | 16,14 | 16,53 | 17,31 | |
| 10 | 500,0 | 500,0 | T | 1270 | 1366 | 1378 | 1390 | 1403 | 1416 | 16,90% | 1443 | 1471 | 1486 | 1844 | **2588** | 3,22 |
| | | | F | 23,66 | 21,98 | 21,79 | 21,59 | 21,40 | 21,20 | 21,00 | 20,80 | 20,40 | 20,20 | 20,59 | 21,38 | |
| 11 | 550,0 | 550,0 | T | 1290 | 1372 | 1382 | 1393 | 1403 | 1414 | 16,85% | 1436 | 1460 | 1472 | 1832 | **2588** | 3,21 |
| | | | F | 28,20 | 26,49 | 26,30 | 26,10 | 25,90 | 25,70 | 25,50 | 25,30 | 24,89 | 24,69 | 25,08 | 25,88 | |
| 12 | 600,0 | 600,0 | T | 1305 | 1377 | 1386 | 1394 | 1403 | 1413 | 16,82% | 1431 | 1451 | 1461 | 1824 | **2588** | 3,20 |
| | | | F | 33,17 | 31,44 | 31,24 | 31,04 | 30,84 | 30,64 | 30,44 | 30,23 | 29,82 | 29,61 | 30,01 | 30,82 | |
| 13 | 650,0 | 650,0 | T | 1318 | 1381 | 1388 | 1396 | 1404 | 1411 | 16,79% | 1428 | 1444 | 1453 | 1817 | **2588** | 3,19 |
| | | | F | 38,58 | 36,82 | 36,62 | 36,41 | 36,21 | 36,01 | 35,80 | 35,60 | 35,19 | 34,98 | 35,37 | 36,19 | |
| 14 | 700,0 | 700,0 | T | 1329 | 1384 | 1390 | 1397 | 1404 | 1410 | 16,76% | 1424 | 1439 | 1446 | 1811 | **2588** | 3,18 |
| | | | F | 44,41 | 42,63 | 42,43 | 42,23 | 42,02 | 41,82 | 41,61 | 41,41 | 40,99 | 40,78 | 41,17 | 42,00 | |
| 15 | 750,0 | 750,0 | T | 1338 | 1386 | 1392 | 1398 | 1404 | 1410 | 16,74% | 1422 | 1434 | 1441 | 1807 | **2588** | 3,17 |
| | | | F | 50,69 | 48,88 | 48,68 | 48,48 | 48,27 | 48,06 | 47,86 | 47,65 | 47,23 | 47,02 | 47,42 | 48,25 | |
| 16 | 800,0 | 800,0 | T | 1345 | 1388 | 1393 | 1399 | 1404 | 1409 | 16,73% | 1420 | 1431 | 1436 | 1803 | **2588** | 3,15 |
| | | | F | 57,40 | 55,58 | 55,37 | 55,17 | 54,96 | 54,75 | 54,54 | 54,34 | 53,92 | 53,70 | 54,10 | 54,94 | |
| 17 | 850,0 | 850,0 | T | 1351 | 1390 | 1395 | 1399 | 1404 | 1409 | 16,71% | 1418 | 1428 | 1433 | 1800 | **2588** | 3,14 |
| | | | F | 64,55 | 62,71 | 62,51 | 62,30 | 62,09 | 61,88 | 61,67 | 61,46 | 61,04 | 60,83 | 61,23 | 62,07 | |
| 18 | 900,0 | 900,0 | T | 1357 | 1392 | 1396 | 1400 | 1404 | 1408 | 16,70% | 1417 | 1425 | 1430 | 1797 | **2588** | 3,12 |
| | | | F | 72,14 | 70,29 | 70,09 | 69,88 | 69,67 | 69,46 | 69,25 | 69,04 | 68,61 | 68,40 | 68,80 | 69,65 | |
| 19 | 950,0 | 950,0 | T | 1361 | 1393 | 1397 | 1400 | 1404 | 1408 | 16,69% | 1415 | 1423 | 1427 | 1795 | **2588** | 3,11 |
| | | | F | 80,18 | 78,32 | 78,11 | 77,90 | 77,69 | 77,48 | 77,27 | 77,06 | 76,63 | 76,42 | 76,82 | 77,67 | |
| 20 | 1000 | 1000 | T | 1365 | 1394 | 1397 | 1401 | 1404 | 1407 | 16,68% | 1414 | 1421 | 1425 | 1793 | **2588** | 3,09 |
| | | | F | 88,67 | 86,80 | 86,59 | 86,37 | 86,16 | 85,95 | 85,74 | 85,53 | 85,10 | 84,88 | 85,28 | 86,14 | |
| 21 | 1050 | 1050 | T | 1368 | 1395 | 1398 | 1401 | 1404 | 1407 | 16,68% | 1413 | 1420 | 1423 | 1792 | **2588** | 3,08 |
| | | | F | 97,61 | 95,72 | 95,51 | 95,30 | 95,09 | 94,87 | 94,66 | 94,45 | 94,02 | 93,80 | 94,20 | 95,07 | |

# FLECHAS Y TENSIONES

## LA 280 {1}

POSTEMEL, S.L.
Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532
Tlf:(+34) 95 451 99 66
Fax:(+34) 95 425 16 25
Apdo. de Correos 13314
41080 SEVILLA
e-mail:postemel@postemel.es
http://www.postemel.es

| | |
|---|---|
| Sección | 281,1 mm² |
| Peso | 0,977 Kg/m |
| Carga de Rotura | 8456 daN |
| Coef. Dilatación | 0,0000189 1/ºC |
| Modulo Elasticidad | 7553 daN/mm² |
| Diametro aparente | 21,8 mm |
| Viento sobre conductor | 1,48361111111111 daN/m |
| Resultante P+V | 1,766 daN |
| Resultante P+½V | 1,212 daN |
| Resultante P+H | 1,799 daN (Zona B) |

**Zona B**

T. max. a -15º+H 2951 daN
EDS a 10º 23% (1945 daN)

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

| Vano Nº | Vano | Vano Regul. | | CONDICIONES EN ZONA B | | | | | | | | | | | | Cs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 85º | 40º | 30º | 20º | 15º | 10º | 0º | 0º+H | -5º+V | -10º | -15º | -15º+H | |
| 1 | 50,0 | 50,0 | T | 367 | 908 | 1203 | 1549 | 1733 | 22,71% | 2305 | 2392 | 2572 | 2696 | 2893 | **2951** | 2,85 |
| | | | F | 0,82 | 0,33 | 0,25 | 0,19 | 0,17 | 0,16 | 0,13 | 0,24 | 0,21 | 0,11 | 0,10 | 0,19 | |
| 2 | 100,0 | 100,0 | T | 634 | 1094 | 1298 | 1554 | 1700 | 21,94% | 2190 | 2484 | 2622 | 2547 | 2731 | **2951** | 2,82 |
| | | | F | 1,89 | 1,10 | 0,92 | 0,77 | 0,70 | 0,65 | 0,55 | 0,91 | 0,84 | 0,47 | 0,44 | 0,76 | |
| 3 | 150,0 | 150,0 | T | 833 | 1224 | 1374 | 1559 | 1666 | 21,09% | 2046 | 2578 | 2677 | 2344 | 2503 | **2951** | 2,79 |
| | | | F | 3,24 | 2,20 | 1,96 | 1,73 | 1,62 | 1,51 | 1,32 | 1,96 | 1,86 | 1,15 | 1,08 | 1,71 | |
| 4 | 200,0 | 200,0 | T | 984 | 1313 | 1427 | 1563 | 1640 | 20,40% | 1918 | 2657 | 2723 | 2143 | 2268 | **2951** | 2,75 |
| | | | F | 4,88 | 3,65 | 3,36 | 3,07 | 2,92 | 2,78 | 2,50 | 3,39 | 3,24 | 2,24 | 2,11 | 3,05 | |
| 5 | 250,0 | 250,0 | T | 1098 | 1375 | 1463 | 1565 | 1622 | 19,92% | 1823 | 2717 | 2760 | 1985 | 2076 | **2951** | 2,73 |
| | | | F | 6,83 | 5,45 | 5,12 | 4,79 | 4,62 | 4,45 | 4,11 | 5,17 | 5,00 | 3,77 | 3,61 | 4,76 | |
| 6 | 300,0 | 300,0 | T | 1185 | 1419 | 1488 | 1567 | 1610 | 19,59% | 1758 | 2764 | 2788 | 1874 | 1939 | **2951** | 2,71 |
| | | | F | 9,11 | 7,61 | 7,25 | 6,89 | 6,70 | 6,51 | 6,14 | 7,33 | 7,13 | 5,76 | 5,56 | 6,86 | |
| 7 | 350,0 | 350,0 | T | 1253 | 1450 | 1506 | 1568 | 1602 | 19,36% | 1713 | 2799 | 2809 | 1799 | 1846 | **2951** | 2,69 |
| | | | F | 11,73 | 10,13 | 9,75 | 9,37 | 9,17 | 8,97 | 8,57 | 9,85 | 9,64 | 8,16 | 7,96 | 9,34 | |
| 8 | 400,0 | 400,0 | T | 1306 | 1473 | 1519 | 1569 | 1595 | 19,20% | 1683 | 2826 | 2825 | 1748 | 1783 | **2951** | 2,67 |
| | | | F | 14,71 | 13,03 | 12,63 | 12,23 | 12,03 | 11,82 | 11,40 | 12,75 | 12,52 | 10,98 | 10,76 | 12,21 | |
| 9 | 450,0 | 450,0 | T | 1347 | 1491 | 1529 | 1570 | 1591 | 19,08% | 1661 | 2846 | 2837 | 1712 | 1739 | **2951** | 2,66 |
| | | | F | 18,05 | 16,30 | 15,90 | 15,48 | 15,27 | 15,06 | 14,63 | 16,02 | 15,79 | 14,19 | 13,97 | 15,45 | |
| 10 | 500,0 | 500,0 | T | 1380 | 1504 | 1536 | 1570 | 1588 | 18,99% | 1644 | 2863 | 2847 | 1685 | 1707 | **2951** | 2,65 |
| | | | F | 21,75 | 19,95 | 19,54 | 19,11 | 18,90 | 18,68 | 18,25 | 19,68 | 19,43 | 17,80 | 17,57 | 19,09 | |
| 11 | 550,0 | 550,0 | T | 1407 | 1515 | 1542 | 1570 | 1585 | 18,93% | 1632 | 2876 | 2854 | 1666 | 1683 | **2951** | 2,64 |
| | | | F | 25,83 | 23,99 | 23,56 | 23,13 | 22,91 | 22,69 | 22,25 | 23,71 | 23,46 | 21,80 | 21,57 | 23,10 | |
| 12 | 600,0 | 600,0 | T | 1429 | 1523 | 1546 | 1571 | 1583 | 18,88% | 1623 | 2886 | 2860 | 1651 | 1666 | **2951** | 2,63 |
| | | | F | 30,29 | 28,41 | 27,97 | 27,54 | 27,31 | 27,09 | 26,64 | 28,13 | 27,87 | 26,19 | 25,96 | 27,51 | |
| 13 | 650,0 | 650,0 | T | 1447 | 1530 | 1550 | 1571 | 1582 | 18,84% | 1616 | 2895 | 2865 | 1639 | 1652 | **2951** | 2,62 |
| | | | F | 35,12 | 33,21 | 32,77 | 32,33 | 32,10 | 31,88 | 31,43 | 32,93 | 32,67 | 30,97 | 30,74 | 32,30 | |
| 14 | 700,0 | 700,0 | T | 1462 | 1535 | 1553 | 1571 | 1581 | 18,80% | 1610 | 2902 | 2869 | 1630 | 1641 | **2951** | 2,61 |
| | | | F | 40,34 | 38,40 | 37,95 | 37,51 | 37,28 | 37,06 | 36,60 | 38,12 | 37,85 | 36,14 | 35,91 | 37,48 | |
| 15 | 750,0 | 750,0 | T | 1474 | 1539 | 1555 | 1571 | 1579 | 18,78% | 1605 | 2907 | 2872 | 1623 | 1632 | **2951** | 2,60 |
| | | | F | 45,94 | 43,98 | 43,53 | 43,08 | 42,85 | 42,62 | 42,16 | 43,70 | 43,43 | 41,70 | 41,47 | 43,05 | |
| 16 | 800,0 | 800,0 | T | 1485 | 1543 | 1557 | 1571 | 1579 | 18,76% | 1601 | 2912 | 2875 | 1617 | 1625 | **2951** | 2,59 |
| | | | F | 51,93 | 49,94 | 49,49 | 49,04 | 48,81 | 48,58 | 48,12 | 49,67 | 49,39 | 47,65 | 47,42 | 49,01 | |
| 17 | 850,0 | 850,0 | T | 1494 | 1546 | 1559 | 1571 | 1578 | 18,74% | 1598 | 2916 | 2878 | 1612 | 1619 | **2951** | 2,58 |
| | | | F | 58,31 | 56,30 | 55,85 | 55,39 | 55,16 | 54,93 | 54,46 | 56,03 | 55,75 | 54,00 | 53,76 | 55,36 | |
| 18 | 900,0 | 900,0 | T | 1501 | 1549 | 1560 | 1572 | 1577 | 18,72% | 1595 | 2920 | 2880 | 1607 | 1614 | **2951** | 2,56 |
| | | | F | 65,08 | 63,06 | 62,60 | 62,14 | 61,91 | 61,67 | 61,21 | 62,78 | 62,50 | 60,74 | 60,50 | 62,11 | |
| 19 | 950,0 | 950,0 | T | 1508 | 1551 | 1561 | 1572 | 1577 | 18,71% | 1593 | 2923 | 2881 | 1604 | 1609 | **2951** | 2,55 |
| | | | F | 72,25 | 70,20 | 69,74 | 69,28 | 69,05 | 68,81 | 68,34 | 69,93 | 69,64 | 67,87 | 67,64 | 69,25 | |
| 20 | 1000 | 1000 | T | 1514 | 1553 | 1562 | 1572 | 1576 | 18,70% | 1591 | 2925 | 2883 | 1601 | 1606 | **2951** | 2,54 |
| | | | F | 79,81 | 77,75 | 77,29 | 76,82 | 76,58 | 76,35 | 75,88 | 77,47 | 77,19 | 75,41 | 75,17 | 76,79 | |
| 21 | 1050 | 1050 | T | 1519 | 1555 | 1563 | 1572 | 1576 | 18,69% | 1589 | 2928 | 2884 | 1598 | 1603 | **2951** | 2,53 |
| | | | F | 87,76 | 85,69 | 85,23 | 84,76 | 84,52 | 84,29 | 83,81 | 85,42 | 85,13 | 83,34 | 83,10 | 84,73 | |

# FLECHAS Y TENSIONES

POSTEMEL, S.L.
Ctra. Madrid - Cádiz, Km 532
Tlf:(+34) 95 451 99 66
Fax:(+34) 95 425 16 25
Apdo. de Correos 13314
41080 SEVILLA
e-mail:postemel@postemel.es
http://www.postemel.es

## LA 280 {1}

**Zona C**

T. max. a -20º+H 3051 daN
EDS a 10º 22% (1860 daN)

| | |
|---|---|
| Sección | 281,1 mm² |
| Peso | 0,977 Kg/m |
| Carga de Rotura | 8456 daN |
| Coef. Dilatación | 0,0000189 1/ºC |
| Modulo Elasticidad | 7553 daN/mm² |
| Diametro aparente | 21,8 mm |
| Viento sobre conductor | 1,48361111111111 daN/m |
| Resultante P+V | 1,766 daN |
| Resultante P+½V | 1,212 daN |
| Resultante P+H | 2,639 daN (Zona C) |

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

| Vano Nº | Vano | Vano Regul. | | CONDICIONES EN ZONA C | | | | | | | | | | | | Cs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 85º | 40º | 30º | 20º | 15º | 10º | 0º | -5º | -5º+V | -10º | -15º | -20º+H | |
| 1 | 50,0 | 50,0 | T | 348 | 797 | 1060 | 1386 | 1564 | 20,67% | 2128 | 2321 | 2403 | 2516 | 2712 | **3051** | 2,75 |
| | | | F | 0,86 | 0,38 | 0,28 | 0,22 | 0,19 | 0,17 | 0,14 | 0,13 | 0,23 | 0,12 | 0,11 | 0,27 | |
| 2 | 100,0 | 100,0 | T | 581 | 927 | 1080 | 1280 | 1399 | 18,11% | 1829 | 1992 | 2306 | 2162 | 2337 | **3051** | 2,71 |
| | | | F | 2,06 | 1,29 | 1,11 | 0,94 | 0,86 | 0,78 | 0,65 | 0,60 | 0,96 | 0,55 | 0,51 | 1,08 | |
| 3 | 150,0 | 150,0 | T | 735 | 996 | 1091 | 1208 | 1278 | 16,02% | 1535 | 1640 | 2220 | 1755 | 1879 | **3051** | 2,68 |
| | | | F | 3,67 | 2,71 | 2,47 | 2,23 | 2,11 | 1,99 | 1,76 | 1,64 | 2,24 | 1,54 | 1,43 | 2,43 | |
| 4 | 200,0 | 200,0 | T | 836 | 1034 | 1097 | 1171 | 1212 | 14,86% | 1360 | 1418 | 2162 | 1482 | 1552 | **3051** | 2,65 |
| | | | F | 5,74 | 4,64 | 4,37 | 4,10 | 3,96 | 3,81 | 3,53 | 3,38 | 4,09 | 3,23 | 3,09 | 4,33 | |
| 5 | 250,0 | 250,0 | T | 905 | 1056 | 1101 | 1150 | 1177 | 14,26% | 1268 | 1303 | 2126 | 1340 | 1380 | **3051** | 2,63 |
| | | | F | 8,29 | 7,10 | 6,81 | 6,52 | 6,37 | 6,22 | 5,91 | 5,75 | 6,50 | 5,59 | 5,43 | 6,76 | |
| 6 | 300,0 | 300,0 | T | 952 | 1070 | 1103 | 1138 | 1157 | 13,91% | 1218 | 1241 | 2104 | 1265 | 1290 | **3051** | 2,61 |
| | | | F | 11,35 | 10,09 | 9,79 | 9,49 | 9,33 | 9,18 | 8,86 | 8,70 | 9,46 | 8,53 | 8,37 | 9,75 | |
| 7 | 350,0 | 350,0 | T | 985 | 1079 | 1104 | 1130 | 1144 | 13,70% | 1188 | 1204 | 2089 | 1221 | 1238 | **3051** | 2,59 |
| | | | F | 14,94 | 13,63 | 13,32 | 13,01 | 12,85 | 12,69 | 12,37 | 12,21 | 12,97 | 12,04 | 11,87 | 13,27 | |
| 8 | 400,0 | 400,0 | T | 1009 | 1085 | 1105 | 1125 | 1136 | 13,56% | 1169 | 1181 | 2079 | 1193 | 1206 | **3051** | 2,58 |
| | | | F | 19,05 | 17,71 | 17,39 | 17,08 | 16,92 | 16,76 | 16,43 | 16,27 | 17,04 | 16,10 | 15,93 | 17,34 | |
| 9 | 450,0 | 450,0 | T | 1027 | 1090 | 1105 | 1122 | 1130 | 13,46% | 1156 | 1165 | 2071 | 1175 | 1184 | **3051** | 2,57 |
| | | | F | 23,71 | 22,33 | 22,02 | 21,70 | 21,53 | 21,37 | 21,04 | 20,88 | 21,65 | 20,71 | 20,54 | 21,97 | |
| 10 | 500,0 | 500,0 | T | 1041 | 1093 | 1106 | 1119 | 1126 | 13,40% | 1147 | 1154 | 2066 | 1162 | 1169 | **3051** | 2,55 |
| | | | F | 28,91 | 27,51 | 27,19 | 26,87 | 26,70 | 26,54 | 26,21 | 26,04 | 26,82 | 25,88 | 25,71 | 27,14 | |
| 11 | 550,0 | 550,0 | T | 1051 | 1096 | 1106 | 1117 | 1123 | 13,35% | 1140 | 1146 | 2062 | 1152 | 1158 | **3051** | 2,54 |
| | | | F | 34,66 | 33,24 | 32,92 | 32,59 | 32,43 | 32,26 | 31,93 | 31,76 | 32,54 | 31,60 | 31,43 | 32,86 | |
| 12 | 600,0 | 600,0 | T | 1059 | 1097 | 1107 | 1116 | 1120 | 13,31% | 1135 | 1140 | 2059 | 1145 | 1150 | **3051** | 2,52 |
| | | | F | 40,96 | 39,52 | 39,20 | 38,87 | 38,71 | 38,54 | 38,21 | 38,04 | 38,82 | 37,87 | 37,70 | 39,15 | |
| 13 | 650,0 | 650,0 | T | 1066 | 1099 | 1107 | 1115 | 1119 | 13,28% | 1131 | 1135 | 2056 | 1139 | 1144 | **3051** | 2,51 |
| | | | F | 47,82 | 46,37 | 46,04 | 45,71 | 45,54 | 45,38 | 45,04 | 44,87 | 45,66 | 44,71 | 44,54 | 45,99 | |
| 14 | 700,0 | 700,0 | T | 1071 | 1100 | 1107 | 1114 | 1117 | 13,25% | 1128 | 1131 | 2054 | 1135 | 1139 | **3051** | 2,49 |
| | | | F | 55,24 | 53,77 | 53,44 | 53,11 | 52,94 | 52,78 | 52,44 | 52,27 | 53,06 | 52,10 | 51,93 | 53,39 | |
| 15 | 750,0 | 750,0 | T | 1072 | 1097 | 1103 | 1108 | 1111 | 13,18% | 1121 | 1124 | 2045 | 1127 | 1130 | 3039 | **2,49** |
| | | | F | 63,47 | 61,99 | 61,66 | 61,33 | 61,16 | 61,00 | 60,66 | 60,49 | 61,27 | 60,32 | 60,15 | 61,60 | |
| 16 | 800,0 | 800,0 | T | 1068 | 1090 | 1095 | 1100 | 1103 | 13,07% | 1110 | 1113 | 2029 | 1116 | 1118 | 3018 | **2,48** |
| | | | F | 72,55 | 71,07 | 70,74 | 70,41 | 70,24 | 70,07 | 69,73 | 69,57 | 70,34 | 69,40 | 69,23 | 70,67 | |
| 17 | 850,0 | 850,0 | T | 1064 | 1083 | 1087 | 1091 | 1094 | 12,96% | 1100 | 1103 | 2013 | 1105 | 1107 | 2996 | **2,48** |
| | | | F | 82,37 | 80,89 | 80,56 | 80,23 | 80,06 | 79,90 | 79,56 | 79,39 | 80,16 | 79,22 | 79,05 | 80,48 | |
| 18 | 900,0 | 900,0 | T | 1058 | 1075 | 1079 | 1082 | 1084 | 12,85% | 1090 | 1092 | 1996 | 1094 | 1096 | 2973 | **2,48** |
| | | | F | 92,99 | 91,51 | 91,17 | 90,84 | 90,67 | 90,51 | 90,17 | 90,00 | 90,77 | 89,84 | 89,67 | 91,08 | |
| 19 | 950,0 | 950,0 | T | 1052 | 1066 | 1070 | 1073 | 1075 | 12,73% | 1080 | 1082 | 1979 | 1083 | 1085 | 2949 | **2,48** |
| | | | F | 104,43 | 102,95 | 102,62 | 102,28 | 102,12 | 101,95 | 101,61 | 101,45 | 102,20 | 101,28 | 101,11 | 102,51 | |
| 20 | 1000 | 1000 | T | 1044 | 1057 | 1060 | 1063 | 1065 | 12,61% | 1069 | 1071 | 1961 | 1072 | 1074 | 2923 | **2,47** |
| | | | F | 116,75 | 115,27 | 114,93 | 114,60 | 114,44 | 114,27 | 113,93 | 113,77 | 114,51 | 113,60 | 113,43 | 114,81 | |
| 21 | 1050 | 1050 | T | 1036 | 1048 | 1050 | 1053 | 1054 | 12,48% | 1058 | 1060 | 1942 | 1061 | 1062 | 2895 | **2,47** |
| | | | F | 130,00 | 128,52 | 128,18 | 127,85 | 127,69 | 127,52 | 127,19 | 127,02 | 127,76 | 126,85 | 126,69 | 128,05 | |

# FLECHAS Y TENSIONES

## LA 510 ( 483-AL1/33-ST1A ) {1}

POSTEMEL

*Ctra. Madrid - Cádiz Km. 532*
*Apdo. de correos 13.314 - 41.080 Sevilla*
*Telf. +(34) 95 451 99 66 - Fax +34 95 425 16 25 -*

**Zona A**

Tense Máximo a -5 º + V 3386 daN
E.D.S. a 15 º 18% ( 2084,4daN)

| | |
|---|---|
| Sección | 516,8 mm² |
| Peso | 1,6 Kg/m |
| Carga de Rotura | 11580 Kg |
| Coef. Dilatación | 2,09E-05 1/ºC |
| Módulo Elasticidad | 6600 Kg/mm² |
| Diámetro aparente | 29,59 mm |
| Viento sobre conductor | 2,014 Kg/m |

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

| A. Ini. A. Fin. | Vano | Vano Regul. | T F | CONDICIONES EN ZONA A | | | | | | | | | | | | Cs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 85º | 50º | 30º | 25º | 20º | 15º | 15º+V | 10º | 5º | 0º | -5º | -5º+V | |
| 1 | 50 | 50 | T | 485 | 764 | 1250 | 1457 | 1703 | 17,11% | 2226 | 2283 | 2601 | 2930 | 3266 | **3386** | 3,42 |
| 2 | | | F | 1,01 | 0,64 | 0,39 | 0,34 | 0,29 | 0,25 | 0,36 | 0,21 | 0,19 | 0,17 | 0,15 | 0,24 | |
| 2 | 100 | 100 | T | 863 | 1178 | 1547 | 1680 | 1835 | 17,4% | 2563 | 2219 | 2449 | 2701 | 2974 | **3386** | 3,42 |
| 3 | | | F | 2,27 | 1,67 | 1,27 | 1,17 | 1,07 | 0,97 | 1,25 | 0,88 | 0,8 | 0,73 | 0,66 | 0,94 | |
| 3 | 150 | 150 | T | 1146 | 1441 | 1724 | 1817 | 1921 | 17,6% | 2800 | 2171 | 2319 | 2486 | 2672 | **3386** | 3,41 |
| 4 | | | F | 3,85 | 3,07 | 2,56 | 2,43 | 2,3 | 2,17 | 2,57 | 2,03 | 1,9 | 1,78 | 1,65 | 2,12 | |
| 4 | 200 | 200 | T | 1356 | 1613 | 1832 | 1899 | 1972 | 17,72% | 2959 | 2141 | 2238 | 2345 | 2463 | **3386** | 3,41 |
| 5 | | | F | 5,79 | 4,87 | 4,29 | 4,14 | 3,98 | 3,83 | 4,32 | 3,67 | 3,51 | 3,35 | 3,19 | 3,77 | |
| 5 | 250 | 250 | T | 1510 | 1730 | 1900 | 1950 | 2004 | 17,8% | 3067 | 2123 | 2189 | 2261 | 2338 | **3386** | 3,4 |
| 6 | | | F | 8,13 | 7,1 | 6,46 | 6,29 | 6,12 | 5,95 | 6,51 | 5,78 | 5,61 | 5,43 | 5,25 | 5,9 | |
| 6 | 300 | 300 | T | 1625 | 1810 | 1945 | 1984 | 2024 | 17,85% | 3141 | 2112 | 2159 | 2210 | 2264 | **3386** | 3,4 |
| 7 | | | F | 10,88 | 9,77 | 9,09 | 8,91 | 8,73 | 8,55 | 9,16 | 8,37 | 8,19 | 8 | 7,81 | 8,49 | |
| 7 | 350 | 350 | T | 1711 | 1867 | 1976 | 2006 | 2037 | 17,88% | 3193 | 2104 | 2140 | 2178 | 2217 | **3386** | 3,39 |
| 8 | | | F | 14,07 | 12,9 | 12,18 | 12 | 11,81 | 11,63 | 12,26 | 11,44 | 11,25 | 11,05 | 10,86 | 11,56 | |
| 8 | 400 | 400 | T | 1777 | 1909 | 1998 | 2022 | 2047 | 17,9% | 3231 | 2099 | 2127 | 2156 | 2186 | **3386** | 3,38 |
| 9 | | | F | 17,71 | 16,48 | 15,75 | 15,56 | 15,37 | 15,18 | 15,84 | 14,98 | 14,79 | 14,59 | 14,39 | 15,11 | |
| 9 | 450 | 450 | T | 1828 | 1940 | 2014 | 2033 | 2053 | 17,91% | 3259 | 2096 | 2118 | 2141 | 2164 | **3386** | 3,37 |
| 10 | | | F | 21,81 | 20,54 | 19,78 | 19,59 | 19,4 | 19,2 | 19,88 | 19 | 18,8 | 18,6 | 18,4 | 19,13 | |
| 10 | 500 | 500 | T | 1867 | 1963 | 2025 | 2042 | 2058 | 17,93% | 3280 | 2093 | 2111 | 2130 | 2149 | **3386** | 3,36 |
| 11 | | | F | 26,37 | 25,06 | 24,29 | 24,1 | 23,9 | 23,7 | 24,4 | 23,5 | 23,3 | 23,1 | 22,89 | 23,63 | |
| 11 | 550 | 550 | T | 1899 | 1982 | 2034 | 2048 | 2062 | 17,94% | 3297 | 2091 | 2106 | 2121 | 2137 | **3386** | 3,35 |
| 12 | | | F | 31,4 | 30,07 | 29,28 | 29,08 | 28,88 | 28,68 | 29,39 | 28,48 | 28,28 | 28,07 | 27,87 | 28,61 | |
| 12 | 600 | 600 | T | 1924 | 1996 | 2041 | 2053 | 2065 | 17,94% | 3310 | 2090 | 2102 | 2115 | 2128 | **3386** | 3,33 |
| 13 | | | F | 36,9 | 35,55 | 34,75 | 34,55 | 34,35 | 34,15 | 34,87 | 33,94 | 33,74 | 33,53 | 33,32 | 34,08 | |
| 13 | 650 | 650 | T | 1944 | 2008 | 2047 | 2057 | 2068 | 17,94% | 3320 | 2089 | 2099 | 2110 | 2121 | **3386** | 3,32 |
| 14 | | | F | 42,88 | 41,51 | 40,7 | 40,5 | 40,3 | 40,09 | 40,82 | 39,89 | 39,68 | 39,47 | 39,26 | 40,02 | |
| 14 | 700 | 700 | T | 1961 | 2017 | 2052 | 2060 | 2069 | 17,94% | 3329 | 2088 | 2097 | 2106 | 2116 | **3386** | 3,3 |
| 15 | | | F | 49,34 | 47,95 | 47,14 | 46,94 | 46,73 | 46,52 | 47,26 | 46,32 | 46,11 | 45,9 | 45,69 | 46,45 | |
| 15 | 750 | 750 | T | 1975 | 2025 | 2055 | 2063 | 2071 | 17,95% | 3336 | 2087 | 2095 | 2103 | 2112 | **3386** | 3,29 |
| 16 | | | F | 56,29 | 54,88 | 54,07 | 53,86 | 53,65 | 53,44 | 54,19 | 53,24 | 53,03 | 52,82 | 52,61 | 53,37 | |
| 16 | 800 | 800 | T | 1987 | 2031 | 2058 | 2065 | 2072 | 17,95% | 3341 | 2086 | 2093 | 2101 | 2108 | **3386** | 3,27 |
| 17 | | | F | 63,73 | 62,3 | 61,48 | 61,27 | 61,06 | 60,85 | 61,61 | 60,64 | 60,43 | 60,22 | 60,01 | 60,78 | |
| 17 | 850 | 850 | T | 1997 | 2037 | 2061 | 2067 | 2073 | 17,95% | 3346 | 2086 | 2092 | 2098 | 2105 | **3386** | 3,25 |
| 18 | | | F | 71,65 | 70,22 | 69,39 | 69,18 | 68,97 | 68,76 | 69,52 | 68,55 | 68,33 | 68,12 | 67,91 | 68,68 | |
| 18 | 900 | 900 | T | 2005 | 2041 | 2063 | 2069 | 2074 | 17,96% | 3350 | 2085 | 2091 | 2097 | 2102 | **3386** | 3,23 |
| 19 | | | F | 80,07 | 78,63 | 77,79 | 77,58 | 77,37 | 77,16 | 77,92 | 76,94 | 76,73 | 76,52 | 76,3 | 77,08 | |
| 19 | 950 | 950 | T | 2013 | 2045 | 2065 | 2070 | 2075 | 17,96% | 3354 | 2085 | 2090 | 2095 | 2100 | **3386** | 3,21 |
| 20 | | | F | 88,99 | 87,53 | 86,69 | 86,48 | 86,27 | 86,05 | 86,82 | 85,84 | 85,62 | 85,41 | 85,2 | 85,98 | |
| 20 | 1000 | 1000 | T | 2019 | 2049 | 2066 | 2071 | 2075 | 17,96% | 3357 | 2085 | 2089 | 2094 | 2099 | **3386** | 3,19 |
| 21 | | | F | 98,41 | 96,94 | 96,09 | 95,88 | 95,67 | 95,45 | 96,23 | 95,24 | 95,02 | 94,81 | 94,59 | 95,38 | |
| 21 | 1050 | 1050 | T | 2024 | 2052 | 2068 | 2072 | 2076 | 17,96% | 3359 | 2084 | 2088 | 2093 | 2097 | **3386** | 3,17 |
| 22 | | | F | 108,34 | 106,86 | 106 | 105,79 | 105,57 | 105,36 | 106,14 | 105,14 | 104,92 | 104,71 | 104,49 | 105,28 | |

# FLECHAS Y TENSIONES

## LA 510 ( 483-AL1/33-ST1A ) {1}

POSTEMEL

*Ctra. Madrid - Cádiz Km. 532*
*Apdo. de correos 13.314 - 41.080 Sevilla*
*Telf. +(34) 95 451 99 66 - Fax +34 95 425 16 25 -*

| | |
|---|---|
| Sección | 516,8 mm² |
| Peso | 1,6 Kg/m |
| Carga de Rotura | 11580 Kg |
| Coef. Dilatación | 2,09E-05 1/ºC |
| Módulo Elasticidad | 6600 Kg/mm² |
| Diámetro aparente | 29,59 mm |
| Viento sobre conductor | 2,014 Kg/m |

**Zona B**

Tense Máximo a -15º + H 3676 daN
E.D.S. a 10º 20% ( 2316daN)

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

| A. Ini. A. Fin. | Vano | Vano Regul. | T F | CONDICIONES EN ZONA B | | | | | | | | | | | | Cs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 85º | 50º | 25º | 20º | 15º+V | 10º | 5º | 0º | 0º+H | -5º | -10º+V | -15º+H | |
| 1 | 50 | 50 | T | 463 | 693 | 1231 | 1435 | 1966 | 16,87% | 2252 | 2569 | 2743 | 2897 | 3355 | **3676** | 3,15 |
| 2 | | | F | 1,06 | 0,71 | 0,4 | 0,34 | 0,41 | 0,25 | 0,22 | 0,19 | 0,29 | 0,17 | 0,24 | 0,22 | |
| 2 | 100 | 100 | T | 839 | 1125 | 1567 | 1704 | 2427 | 17,68% | 2255 | 2489 | 2970 | 2745 | 3426 | **3676** | 3,14 |
| 3 | | | F | 2,34 | 1,74 | 1,25 | 1,15 | 1,32 | 0,96 | 0,87 | 0,79 | 1,07 | 0,71 | 0,93 | 0,87 | |
| 3 | 150 | 150 | T | 1134 | 1419 | 1778 | 1878 | 2752 | 18,27% | 2258 | 2417 | 3156 | 2595 | 3492 | **3676** | 3,13 |
| 4 | | | F | 3,9 | 3,11 | 2,48 | 2,35 | 2,61 | 2,09 | 1,96 | 1,83 | 2,27 | 1,7 | 2,06 | 1,95 | |
| 4 | 200 | 200 | T | 1362 | 1623 | 1914 | 1989 | 2979 | 18,66% | 2260 | 2369 | 3289 | 2490 | 3541 | **3676** | 3,12 |
| 5 | | | F | 5,77 | 4,84 | 4,1 | 3,95 | 4,29 | 3,63 | 3,47 | 3,31 | 3,88 | 3,15 | 3,61 | 3,47 | |
| 5 | 250 | 250 | T | 1537 | 1768 | 2004 | 2061 | 3140 | 18,9% | 2261 | 2338 | 3382 | 2422 | 3576 | **3676** | 3,12 |
| 6 | | | F | 7,99 | 6,94 | 6,12 | 5,95 | 6,36 | 5,6 | 5,43 | 5,25 | 5,89 | 5,06 | 5,58 | 5,42 | |
| 6 | 300 | 300 | T | 1672 | 1873 | 2065 | 2110 | 3255 | 19,07% | 2262 | 2319 | 3448 | 2380 | 3601 | **3676** | 3,11 |
| 7 | | | F | 10,58 | 9,44 | 8,56 | 8,38 | 8,83 | 8 | 7,81 | 7,62 | 8,33 | 7,43 | 7,98 | 7,81 | |
| 7 | 350 | 350 | T | 1776 | 1950 | 2108 | 2144 | 3340 | 19,18% | 2262 | 2306 | 3495 | 2351 | 3618 | **3676** | 3,1 |
| 8 | | | F | 13,56 | 12,35 | 11,42 | 11,23 | 11,72 | 10,84 | 10,64 | 10,44 | 11,18 | 10,23 | 10,82 | 10,63 | |
| 8 | 400 | 400 | T | 1857 | 2008 | 2139 | 2168 | 3403 | 19,26% | 2263 | 2297 | 3530 | 2332 | 3631 | **3676** | 3,09 |
| 9 | | | F | 16,95 | 15,67 | 14,7 | 14,51 | 15,03 | 14,1 | 13,9 | 13,69 | 14,47 | 13,48 | 14,09 | 13,89 | |
| 9 | 450 | 450 | T | 1921 | 2051 | 2162 | 2186 | 3451 | 19,31% | 2263 | 2290 | 3556 | 2319 | 3640 | **3676** | 3,08 |
| 10 | | | F | 20,74 | 19,42 | 18,42 | 18,22 | 18,77 | 17,8 | 17,59 | 17,38 | 18,18 | 17,17 | 17,79 | 17,59 | |
| 10 | 500 | 500 | T | 1972 | 2085 | 2179 | 2199 | 3488 | 19,35% | 2263 | 2285 | 3576 | 2309 | 3648 | **3676** | 3,07 |
| 11 | | | F | 24,96 | 23,59 | 22,57 | 22,36 | 22,94 | 21,94 | 21,73 | 21,51 | 22,33 | 21,3 | 21,93 | 21,72 | |
| 11 | 550 | 550 | T | 2013 | 2112 | 2192 | 2209 | 3517 | 19,39% | 2263 | 2282 | 3591 | 2301 | 3653 | **3676** | 3,06 |
| 12 | | | F | 29,6 | 28,2 | 27,16 | 26,95 | 27,54 | 26,52 | 26,3 | 26,09 | 26,92 | 25,87 | 26,51 | 26,3 | |
| 12 | 600 | 600 | T | 2046 | 2133 | 2203 | 2217 | 3541 | 19,41% | 2263 | 2279 | 3604 | 2295 | 3657 | **3676** | 3,05 |
| 13 | | | F | 34,67 | 33,24 | 32,19 | 31,97 | 32,58 | 31,54 | 31,32 | 31,1 | 31,95 | 30,88 | 31,53 | 31,31 | |
| 13 | 650 | 650 | T | 2073 | 2151 | 2211 | 2224 | 3559 | 19,43% | 2263 | 2277 | 3613 | 2291 | 3661 | **3676** | 3,04 |
| 14 | | | F | 40,18 | 38,73 | 37,66 | 37,44 | 38,05 | 37 | 36,78 | 36,56 | 37,42 | 36,34 | 36,99 | 36,77 | |
| 14 | 700 | 700 | T | 2096 | 2165 | 2218 | 2229 | 3575 | 19,45% | 2263 | 2275 | 3621 | 2287 | 3664 | **3676** | 3,03 |
| 15 | | | F | 46,13 | 44,65 | 43,57 | 43,35 | 43,97 | 42,91 | 42,68 | 42,46 | 43,33 | 42,24 | 42,9 | 42,68 | |
| 15 | 750 | 750 | T | 2115 | 2176 | 2224 | 2233 | 3588 | 19,46% | 2263 | 2274 | 3628 | 2284 | 3666 | **3676** | 3,01 |
| 16 | | | F | 52,51 | 51,02 | 49,92 | 49,7 | 50,34 | 49,26 | 49,03 | 48,81 | 49,68 | 48,58 | 49,25 | 49,03 | |
| 16 | 800 | 800 | T | 2131 | 2186 | 2228 | 2237 | 3598 | 19,46% | 2263 | 2273 | 3633 | 2282 | 3668 | **3676** | 3 |
| 17 | | | F | 59,35 | 57,83 | 56,73 | 56,51 | 57,15 | 56,06 | 55,83 | 55,61 | 56,49 | 55,38 | 56,05 | 55,82 | |
| 17 | 850 | 850 | T | 2145 | 2194 | 2232 | 2240 | 3607 | 19,48% | 2263 | 2272 | 3638 | 2280 | 3669 | **3676** | 2,99 |
| 18 | | | F | 66,63 | 65,1 | 63,98 | 63,76 | 64,41 | 63,31 | 63,08 | 62,85 | 63,74 | 62,63 | 63,3 | 63,07 | |
| 18 | 900 | 900 | T | 2157 | 2201 | 2235 | 2242 | 3615 | 19,48% | 2264 | 2271 | 3642 | 2278 | 3671 | **3676** | 2,97 |
| 19 | | | F | 74,35 | 72,81 | 71,69 | 71,46 | 72,12 | 71,01 | 70,78 | 70,55 | 71,45 | 70,32 | 71 | 70,77 | |
| 19 | 950 | 950 | T | 2167 | 2207 | 2238 | 2244 | 3621 | 19,49% | 2264 | 2270 | 3645 | 2277 | 3672 | **3676** | 2,96 |
| 20 | | | F | 82,54 | 80,98 | 79,85 | 79,62 | 80,28 | 79,17 | 78,94 | 78,71 | 79,61 | 78,48 | 79,16 | 78,93 | |
| 20 | 1000 | 1000 | T | 2175 | 2213 | 2241 | 2246 | 3627 | 19,5% | 2264 | 2269 | 3648 | 2275 | 3673 | **3676** | 2,94 |
| 21 | | | F | 91,18 | 89,6 | 88,47 | 88,24 | 88,91 | 87,78 | 87,55 | 87,32 | 88,22 | 87,09 | 87,77 | 87,54 | |
| 21 | 1050 | 1050 | T | 2183 | 2217 | 2243 | 2248 | 3632 | 19,5% | 2264 | 2269 | 3651 | 2274 | 3674 | **3676** | 2,92 |
| 22 | | | F | 100,27 | 98,69 | 97,54 | 97,31 | 97,99 | 96,85 | 96,62 | 96,39 | 97,3 | 96,16 | 96,85 | 96,61 | |

# FLECHAS Y TENSIONES

## LA 510 ( 483-AL1/33-ST1A ) {1}

POSTEMEL

*Ctra. Madrid - Cádiz Km. 532*
*Apdo. de correos 13.314 - 41.080 Sevilla*
*Telf. +(34) 95 451 99 66 - Fax +34 95 425 16 25 -*

**Zona C**

Tense Máximo a -20 º + H 3809 daN
E.D.S a 10 º 18% ( 2084,4daN)

| | |
|---|---|
| Sección | 516,8 mm² |
| Peso | 1,6 Kg/m |
| Carga de Rotura | 11580 Kg |
| Coef. Dilatación | 2,09E-05 1/ºC |
| Módulo Elasticidad | 6600 Kg/mm² |
| Diámetro aparente | 29,59 mm |
| Viento sobre conductor | 2,014 Kg/m |

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

| A. Ini. A. Fin. | Vano | Vano Regul. | T F | CONDICIONES EN ZONA Usuario | | | | | | | | | | | | Cs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 85º | 50º | 25º | 20º | 15º+V | 10º | 5º | 0º+H | -5º | -10º | -15º+V | -20º+H | |
| 1 | 50 | 50 | T | 445 | 641 | 1066 | 1231 | 1758 | 14,48% | 1952 | 2690 | 2568 | 2896 | 3354 | **3809** | 3,04 |
| 2 | | | F | 1,1 | 0,76 | 0,46 | 0,4 | 0,45 | 0,29 | 0,25 | 0,41 | 0,19 | 0,17 | 0,24 | 0,29 | |
| 2 | 100 | 100 | T | 785 | 1013 | 1338 | 1436 | 2132 | 14,55% | 1841 | 3057 | 2227 | 2457 | 3161 | **3809** | 3,03 |
| 3 | | | F | 2,5 | 1,94 | 1,47 | 1,37 | 1,5 | 1,16 | 1,07 | 1,44 | 0,88 | 0,8 | 1,01 | 1,16 | |
| 3 | 150 | 150 | T | 1029 | 1236 | 1476 | 1539 | 2349 | 14,59% | 1777 | 3298 | 1989 | 2115 | 3010 | **3809** | 3,02 |
| 4 | | | F | 4,3 | 3,58 | 2,99 | 2,87 | 3,06 | 2,61 | 2,48 | 3,01 | 2,22 | 2,09 | 2,39 | 2,61 | |
| 4 | 200 | 200 | T | 1198 | 1373 | 1550 | 1594 | 2477 | 14,6% | 1746 | 3450 | 1870 | 1940 | 2921 | **3809** | 3,01 |
| 5 | | | F | 6,56 | 5,72 | 5,07 | 4,93 | 5,16 | 4,64 | 4,5 | 5,12 | 4,2 | 4,05 | 4,37 | 4,63 | |
| 5 | 250 | 250 | T | 1317 | 1460 | 1594 | 1625 | 2556 | 14,61% | 1729 | 3547 | 1809 | 1853 | 2869 | **3809** | 3,01 |
| 6 | | | F | 9,33 | 8,41 | 7,7 | 7,56 | 7,81 | 7,25 | 7,1 | 7,78 | 6,79 | 6,62 | 6,96 | 7,24 | |
| 6 | 300 | 300 | T | 1401 | 1518 | 1621 | 1644 | 2607 | 14,62% | 1719 | 3612 | 1775 | 1804 | 2837 | **3809** | 3 |
| 7 | | | F | 12,63 | 11,66 | 10,91 | 10,76 | 11,04 | 10,45 | 10,29 | 11,01 | 9,96 | 9,8 | 10,14 | 10,44 | |
| 7 | 350 | 350 | T | 1462 | 1558 | 1639 | 1656 | 2642 | 14,62% | 1713 | 3656 | 1754 | 1775 | 2817 | **3809** | 2,98 |
| 8 | | | F | 16,49 | 15,47 | 14,7 | 14,54 | 14,84 | 14,22 | 14,06 | 14,81 | 13,73 | 13,57 | 13,91 | 14,21 | |
| 8 | 400 | 400 | T | 1506 | 1586 | 1651 | 1665 | 2666 | 14,63% | 1709 | 3687 | 1740 | 1756 | 2804 | **3809** | 2,97 |
| 9 | | | F | 20,92 | 19,86 | 19,07 | 18,91 | 19,21 | 18,59 | 18,42 | 19,19 | 18,09 | 17,92 | 18,26 | 18,58 | |
| 9 | 450 | 450 | T | 1539 | 1606 | 1659 | 1671 | 2683 | 14,63% | 1706 | 3710 | 1731 | 1743 | 2794 | **3809** | 2,96 |
| 10 | | | F | 25,92 | 24,84 | 24,03 | 23,87 | 24,18 | 23,54 | 23,37 | 24,16 | 23,04 | 22,87 | 23,21 | 23,53 | |
| 10 | 500 | 500 | T | 1565 | 1622 | 1666 | 1675 | 2696 | 14,63% | 1704 | 3727 | 1724 | 1734 | 2787 | **3809** | 2,94 |
| 11 | | | F | 31,51 | 30,4 | 29,58 | 29,42 | 29,73 | 29,08 | 28,92 | 29,72 | 28,58 | 28,41 | 28,75 | 29,07 | |
| 11 | 550 | 550 | T | 1585 | 1633 | 1671 | 1678 | 2706 | 14,63% | 1702 | 3741 | 1719 | 1727 | 2782 | **3809** | 2,93 |
| 12 | | | F | 37,68 | 36,55 | 35,73 | 35,56 | 35,88 | 35,22 | 35,05 | 35,86 | 34,71 | 34,54 | 34,89 | 35,21 | |
| 12 | 600 | 600 | T | 1601 | 1642 | 1674 | 1681 | 2714 | 14,63% | 1701 | 3751 | 1715 | 1722 | 2778 | **3809** | 2,91 |
| 13 | | | F | 44,44 | 43,3 | 42,47 | 42,3 | 42,62 | 41,96 | 41,79 | 42,61 | 41,45 | 41,27 | 41,62 | 41,95 | |
| 13 | 650 | 650 | T | 1613 | 1650 | 1677 | 1683 | 2720 | 14,63% | 1700 | 3759 | 1712 | 1718 | 2775 | **3809** | 2,89 |
| 14 | | | F | 51,81 | 50,65 | 49,81 | 49,64 | 49,97 | 49,3 | 49,13 | 49,95 | 48,78 | 48,61 | 48,95 | 49,29 | |
| 14 | 700 | 700 | T | 1624 | 1656 | 1679 | 1684 | 2724 | 14,63% | 1699 | 3765 | 1710 | 1715 | 2773 | **3809** | 2,87 |
| 15 | | | F | 59,78 | 58,6 | 57,75 | 57,58 | 57,92 | 57,24 | 57,07 | 57,9 | 56,72 | 56,55 | 56,89 | 57,23 | |
| 15 | 750 | 750 | T | 1632 | 1660 | 1681 | 1686 | 2728 | 14,63% | 1699 | 3771 | 1708 | 1712 | 2771 | **3809** | 2,85 |
| 16 | | | F | 68,35 | 67,17 | 66,31 | 66,14 | 66,47 | 65,79 | 65,62 | 66,46 | 65,27 | 65,09 | 65,44 | 65,78 | |
| 16 | 800 | 800 | T | 1639 | 1664 | 1683 | 1687 | 2732 | 14,63% | 1698 | 3775 | 1706 | 1710 | 2769 | **3809** | 2,83 |
| 17 | | | F | 77,54 | 76,35 | 75,48 | 75,31 | 75,65 | 74,96 | 74,78 | 75,63 | 74,43 | 74,26 | 74,61 | 74,95 | |
| 17 | 850 | 850 | T | 1645 | 1668 | 1684 | 1688 | 2734 | 14,63% | 1698 | 3779 | 1705 | 1708 | 2768 | **3809** | 2,81 |
| 18 | | | F | 87,35 | 86,14 | 85,27 | 85,1 | 85,44 | 84,74 | 84,57 | 85,43 | 84,22 | 84,04 | 84,39 | 84,73 | |
| 18 | 900 | 900 | T | 1650 | 1670 | 1685 | 1688 | 2737 | 14,63% | 1698 | 3782 | 1704 | 1707 | 2766 | **3809** | 2,78 |
| 19 | | | F | 97,78 | 96,56 | 95,68 | 95,51 | 95,85 | 95,15 | 94,98 | 95,84 | 94,62 | 94,44 | 94,8 | 95,14 | |
| 19 | 950 | 950 | T | 1655 | 1673 | 1686 | 1689 | 2739 | 14,63% | 1697 | 3785 | 1703 | 1706 | 2765 | **3809** | 2,76 |
| 20 | | | F | 108,84 | 107,61 | 106,73 | 106,55 | 106,9 | 106,19 | 106,02 | 106,89 | 105,66 | 105,48 | 105,84 | 106,18 | |
| 20 | 1000 | 1000 | T | 1658 | 1675 | 1687 | 1690 | 2740 | 14,64% | 1697 | 3787 | 1702 | 1705 | 2765 | **3809** | 2,73 |
| 21 | | | F | 120,54 | 119,3 | 118,41 | 118,23 | 118,58 | 117,87 | 117,69 | 118,57 | 117,33 | 117,15 | 117,51 | 117,86 | |
| 21 | 1050 | 1050 | T | 1662 | 1677 | 1688 | 1690 | 2742 | 14,64% | 1697 | 3789 | 1701 | 1704 | 2764 | **3809** | 2,71 |
| 22 | | | F | 132,88 | 131,63 | 130,73 | 130,55 | 130,9 | 130,19 | 130,01 | 130,89 | 129,64 | 129,46 | 129,82 | 130,18 | |

#### *1.1.6.2 Tabla tendido para conductor OPGW*

# FLECHAS Y TENSIONES

## OPGW TIPO2 25 kA 18mm {1}

POSTEMEL

*Ctra. Madrid - Cádiz Km. 532*
*Apdo. de correos 13.314 - 41.080 Sevilla*
*Telf. +(34) 95 451 99 66 - Fax +34 95 425 16 25 -*

**Zona A**

Tense Máximo a -5 º + V 2490,5 daN
E.D.S. a 15 º 13% ( 1840,02daN)

| | |
|---|---|
| Sección | 168,86 mm² |
| Peso | 0,91 Kg/m |
| Carga de Rotura | 14154 Kg |
| Coef. Dilatación | 1,48E-05 1/ºC |
| Módulo Elasticidad | 12547 Kg/mm² |
| Diámetro aparente | 18 mm |
| Viento sobre conductor | 1,225 Kg/m |

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

| A. Ini. A. Fin. | Vano | Vano Regul. | T F | CONDICIONES EN ZONA A | | | | | | | | | | | | Cs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 85º | 50º | 30º | 25º | 20º | 15º | 15º+V | 10º | 5º | 0º | -5º | -5º+V | |
| 1 | 50 | 50 | T | 451 | 901 | 1401 | 1542 | 1687 | 12,96% | 1919 | 1983 | 2134 | 2286 | 2438 | **2491** | 5,68 |
| 2 | | | F | 0,62 | 0,31 | 0,2 | 0,18 | 0,17 | 0,15 | 0,25 | 0,14 | 0,13 | 0,12 | 0,11 | 0,19 | |
| 2 | 100 | 100 | T | 716 | 1062 | 1417 | 1525 | 1641 | 12,46% | 2029 | 1890 | 2022 | 2158 | 2297 | **2490** | 5,68 |
| 3 | | | F | 1,56 | 1,05 | 0,79 | 0,73 | 0,68 | 0,63 | 0,93 | 0,59 | 0,55 | 0,52 | 0,49 | 0,76 | |
| 3 | 150 | 150 | T | 898 | 1176 | 1431 | 1509 | 1594 | 11,9% | 2132 | 1783 | 1886 | 1996 | 2110 | **2490** | 5,68 |
| 4 | | | F | 2,8 | 2,14 | 1,76 | 1,66 | 1,58 | 1,49 | 2 | 1,41 | 1,33 | 1,26 | 1,19 | 1,71 | |
| 4 | 200 | 200 | T | 1027 | 1252 | 1441 | 1497 | 1558 | 11,47% | 2213 | 1693 | 1769 | 1849 | 1935 | **2490** | 5,67 |
| 5 | | | F | 4,35 | 3,57 | 3,1 | 2,98 | 2,87 | 2,75 | 3,43 | 2,64 | 2,52 | 2,41 | 2,31 | 3,04 | |
| 5 | 250 | 250 | T | 1121 | 1305 | 1448 | 1489 | 1533 | 11,16% | 2273 | 1630 | 1684 | 1741 | 1802 | **2491** | 5,67 |
| 6 | | | F | 6,22 | 5,35 | 4,82 | 4,69 | 4,55 | 4,42 | 5,21 | 4,28 | 4,14 | 4,01 | 3,87 | 4,76 | |
| 6 | 300 | 300 | T | 1191 | 1341 | 1452 | 1484 | 1517 | 10,96% | 2318 | 1588 | 1627 | 1668 | 1711 | **2490** | 5,66 |
| 7 | | | F | 8,44 | 7,49 | 6,92 | 6,77 | 6,63 | 6,48 | 7,36 | 6,33 | 6,18 | 6,03 | 5,87 | 6,85 | |
| 7 | 350 | 350 | T | 1243 | 1368 | 1455 | 1480 | 1505 | 10,82% | 2351 | 1559 | 1588 | 1619 | 1650 | **2490** | 5,65 |
| 8 | | | F | 11,01 | 10,01 | 9,4 | 9,25 | 9,09 | 8,93 | 9,88 | 8,77 | 8,61 | 8,45 | 8,29 | 9,33 | |
| 8 | 400 | 400 | T | 1282 | 1387 | 1458 | 1477 | 1497 | 10,72% | 2377 | 1539 | 1562 | 1585 | 1609 | **2490** | 5,64 |
| 9 | | | F | 13,95 | 12,89 | 12,26 | 12,1 | 11,94 | 11,78 | 12,77 | 11,61 | 11,45 | 11,28 | 11,11 | 12,19 | |
| 9 | 450 | 450 | T | 1313 | 1401 | 1459 | 1475 | 1491 | 10,65% | 2396 | 1525 | 1543 | 1561 | 1580 | **2490** | 5,63 |
| 10 | | | F | 17,25 | 16,16 | 15,51 | 15,34 | 15,18 | 15,01 | 16,04 | 14,84 | 14,67 | 14,5 | 14,32 | 15,43 | |
| 10 | 500 | 500 | T | 1337 | 1412 | 1461 | 1474 | 1487 | 10,6% | 2411 | 1514 | 1529 | 1543 | 1558 | **2490** | 5,62 |
| 11 | | | F | 20,92 | 19,8 | 19,14 | 18,97 | 18,8 | 18,63 | 19,69 | 18,45 | 18,28 | 18,11 | 17,93 | 19,06 | |
| 11 | 550 | 550 | T | 1356 | 1420 | 1462 | 1473 | 1484 | 10,56% | 2423 | 1506 | 1518 | 1530 | 1543 | **2490** | 5,6 |
| 12 | | | F | 24,97 | 23,82 | 23,15 | 22,98 | 22,8 | 22,63 | 23,71 | 22,46 | 22,28 | 22,1 | 21,93 | 23,07 | |
| 12 | 600 | 600 | T | 1371 | 1427 | 1462 | 1472 | 1481 | 10,53% | 2432 | 1500 | 1510 | 1520 | 1531 | **2490** | 5,59 |
| 13 | | | F | 29,4 | 28,23 | 27,55 | 27,37 | 27,2 | 27,02 | 28,13 | 26,85 | 26,67 | 26,49 | 26,31 | 27,46 | |
| 13 | 650 | 650 | T | 1383 | 1433 | 1463 | 1471 | 1479 | 10,51% | 2440 | 1496 | 1504 | 1513 | 1521 | **2490** | 5,57 |
| 14 | | | F | 34,21 | 33,02 | 32,33 | 32,15 | 31,98 | 31,8 | 32,92 | 31,62 | 31,45 | 31,27 | 31,09 | 32,25 | |
| 14 | 700 | 700 | T | 1393 | 1437 | 1464 | 1470 | 1477 | 10,48% | 2446 | 1492 | 1499 | 1506 | 1514 | **2490** | 5,55 |
| 15 | | | F | 39,4 | 38,2 | 37,5 | 37,33 | 37,15 | 36,97 | 38,1 | 36,79 | 36,61 | 36,43 | 36,25 | 37,42 | |
| 15 | 750 | 750 | T | 1402 | 1441 | 1464 | 1470 | 1476 | 10,47% | 2451 | 1489 | 1495 | 1501 | 1508 | **2490** | 5,54 |
| 16 | | | F | 44,98 | 43,77 | 43,06 | 42,89 | 42,71 | 42,53 | 43,67 | 42,35 | 42,17 | 41,98 | 41,8 | 42,98 | |
| 16 | 800 | 800 | T | 1409 | 1444 | 1464 | 1470 | 1475 | 10,46% | 2456 | 1486 | 1492 | 1497 | 1503 | **2490** | 5,52 |
| 17 | | | F | 50,95 | 49,73 | 49,01 | 48,84 | 48,66 | 48,47 | 49,63 | 48,29 | 48,11 | 47,93 | 47,75 | 48,93 | |
| 17 | 850 | 850 | T | 1415 | 1446 | 1465 | 1469 | 1474 | 10,45% | 2460 | 1484 | 1489 | 1494 | 1499 | **2490** | 5,5 |
| 18 | | | F | 57,31 | 56,08 | 55,36 | 55,18 | 55 | 54,81 | 55,98 | 54,63 | 54,45 | 54,27 | 54,08 | 55,27 | |
| 18 | 900 | 900 | T | 1420 | 1448 | 1465 | 1469 | 1473 | 10,44% | 2463 | 1482 | 1486 | 1491 | 1495 | **2490** | 5,47 |
| 19 | | | F | 64,06 | 62,82 | 62,09 | 61,91 | 61,73 | 61,55 | 62,72 | 61,36 | 61,18 | 61 | 60,81 | 62,01 | |
| 19 | 950 | 950 | T | 1425 | 1450 | 1465 | 1469 | 1473 | 10,44% | 2465 | 1480 | 1484 | 1488 | 1492 | **2490** | 5,45 |
| 20 | | | F | 71,21 | 69,95 | 69,23 | 69,04 | 68,86 | 68,68 | 69,85 | 68,49 | 68,31 | 68,12 | 67,94 | 69,14 | |
| 20 | 1000 | 1000 | T | 1429 | 1452 | 1465 | 1469 | 1472 | 10,43% | 2468 | 1479 | 1483 | 1486 | 1490 | **2490** | 5,43 |
| 21 | | | F | 78,75 | 77,48 | 76,75 | 76,57 | 76,39 | 76,2 | 77,39 | 76,02 | 75,83 | 75,65 | 75,46 | 76,67 | |
| 21 | 1050 | 1050 | T | 1432 | 1453 | 1465 | 1468 | 1472 | 10,42% | 2470 | 1478 | 1481 | 1484 | 1488 | **2490** | 5,4 |
| 22 | | | F | 86,69 | 85,41 | 84,68 | 84,49 | 84,31 | 84,12 | 85,32 | 83,94 | 83,75 | 83,57 | 83,38 | 84,59 | |

# FLECHAS Y TENSIONES

## OPGW TIPO2 25 kA 18mm {1}

POSTEMEL

*Ctra. Madrid - Cádiz Km. 532*
*Apdo. de correos 13.314 - 41.080 Sevilla*
*Telf. +(34) 95 451 99 66 - Fax +34 95 425 16 25 -*

| | |
|---|---|
| Sección | 168,86 mm² |
| Peso | 0,91 Kg/m |
| Carga de Rotura | 14154 Kg |
| Coef. Dilatación | 1,48E-05 1/ºC |
| Módulo Elasticidad | 12547 Kg/mm² |
| Diámetro aparente | 18 mm |
| Viento sobre conductor | 1,225 Kg/m |

**Zona B**

Tense Máximo a -15 º + H 2654,9 daN
E.D.S. a 10 º 13% ( 1840,02daN)

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

| A. Ini. A. Fin. | Vano | Vano Regul. | T F | CONDICIONES EN ZONA B | | | | | | | | | | | | Cs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 85º | 50º | 25º | 20º | 15º+V | 10º | 5º | 0º | 0º+H | -5º | -10º+V | -15º+H | |
| 1 | 50 | 50 | T | 422 | 803 | 1404 | 1545 | 1787 | 12,98% | 1986 | 2137 | 2221 | 2289 | 2494 | **2655** | 5,33 |
| 2 | | | F | 0,66 | 0,35 | 0,2 | 0,18 | 0,27 | 0,15 | 0,14 | 0,13 | 0,23 | 0,12 | 0,19 | 0,19 | |
| 2 | 100 | 100 | T | 683 | 990 | 1411 | 1519 | 1920 | 12,41% | 1883 | 2014 | 2299 | 2150 | 2483 | **2655** | 5,32 |
| 3 | | | F | 1,63 | 1,13 | 0,79 | 0,73 | 0,99 | 0,64 | 0,59 | 0,55 | 0,9 | 0,52 | 0,76 | 0,78 | |
| 3 | 150 | 150 | T | 864 | 1116 | 1416 | 1494 | 2039 | 11,78% | 1764 | 1866 | 2376 | 1974 | 2472 | **2655** | 5,31 |
| 4 | | | F | 2,91 | 2,25 | 1,77 | 1,68 | 2,09 | 1,51 | 1,42 | 1,35 | 1,96 | 1,27 | 1,72 | 1,76 | |
| 4 | 200 | 200 | T | 994 | 1199 | 1421 | 1476 | 2129 | 11,29% | 1667 | 1740 | 2439 | 1818 | 2462 | **2655** | 5,3 |
| 5 | | | F | 4,49 | 3,72 | 3,14 | 3,03 | 3,56 | 2,79 | 2,68 | 2,57 | 3,4 | 2,46 | 3,08 | 3,12 | |
| 5 | 250 | 250 | T | 1088 | 1256 | 1423 | 1463 | 2196 | 10,96% | 1599 | 1651 | 2486 | 1706 | 2455 | **2655** | 5,28 |
| 6 | | | F | 6,42 | 5,56 | 4,9 | 4,77 | 5,4 | 4,5 | 4,36 | 4,23 | 5,21 | 4,09 | 4,83 | 4,88 | |
| 6 | 300 | 300 | T | 1157 | 1296 | 1425 | 1455 | 2245 | 10,74% | 1555 | 1592 | 2521 | 1631 | 2449 | **2655** | 5,27 |
| 7 | | | F | 8,69 | 7,76 | 7,05 | 6,91 | 7,6 | 6,61 | 6,46 | 6,31 | 7,4 | 6,16 | 6,97 | 7,02 | |
| 7 | 350 | 350 | T | 1209 | 1324 | 1426 | 1450 | 2281 | 10,59% | 1525 | 1552 | 2547 | 1581 | 2445 | **2655** | 5,26 |
| 8 | | | F | 11,33 | 10,34 | 9,59 | 9,44 | 10,19 | 9,13 | 8,97 | 8,81 | 9,97 | 8,65 | 9,5 | 9,56 | |
| 8 | 400 | 400 | T | 1248 | 1345 | 1427 | 1446 | 2308 | 10,48% | 1504 | 1525 | 2567 | 1547 | 2442 | **2655** | 5,25 |
| 9 | | | F | 14,33 | 13,3 | 12,52 | 12,37 | 13,15 | 12,04 | 11,88 | 11,72 | 12,92 | 11,55 | 12,43 | 12,49 | |
| 9 | 450 | 450 | T | 1278 | 1360 | 1428 | 1443 | 2329 | 10,41% | 1490 | 1506 | 2582 | 1523 | 2440 | **2655** | 5,24 |
| 10 | | | F | 17,71 | 16,65 | 15,85 | 15,69 | 16,51 | 15,36 | 15,19 | 15,02 | 16,27 | 14,86 | 15,75 | 15,82 | |
| 10 | 500 | 500 | T | 1302 | 1372 | 1429 | 1441 | 2345 | 10,36% | 1479 | 1492 | 2594 | 1506 | 2438 | **2655** | 5,22 |
| 11 | | | F | 21,48 | 20,38 | 19,57 | 19,4 | 20,24 | 19,07 | 18,9 | 18,73 | 20 | 18,56 | 19,47 | 19,54 | |
| 11 | 550 | 550 | T | 1321 | 1381 | 1429 | 1439 | 2358 | 10,32% | 1471 | 1482 | 2603 | 1493 | 2437 | **2655** | 5,21 |
| 12 | | | F | 25,63 | 24,51 | 23,68 | 23,51 | 24,37 | 23,17 | 23 | 22,83 | 24,12 | 22,66 | 23,58 | 23,65 | |
| 12 | 600 | 600 | T | 1336 | 1388 | 1429 | 1438 | 2368 | 10,29% | 1465 | 1474 | 2610 | 1483 | 2436 | **2655** | 5,19 |
| 13 | | | F | 30,17 | 29,03 | 28,19 | 28,02 | 28,9 | 27,68 | 27,5 | 27,33 | 28,64 | 27,16 | 28,09 | 28,16 | |
| 13 | 650 | 650 | T | 1348 | 1394 | 1429 | 1437 | 2376 | 10,26% | 1460 | 1468 | 2616 | 1476 | 2435 | **2655** | 5,18 |
| 14 | | | F | 35,1 | 33,94 | 33,1 | 32,92 | 33,81 | 32,58 | 32,4 | 32,23 | 33,56 | 32,05 | 32,99 | 33,06 | |
| 14 | 700 | 700 | T | 1358 | 1399 | 1430 | 1436 | 2383 | 10,24% | 1456 | 1463 | 2621 | 1470 | 2434 | **2655** | 5,16 |
| 15 | | | F | 40,43 | 39,26 | 38,4 | 38,23 | 39,13 | 37,88 | 37,7 | 37,53 | 38,87 | 37,35 | 38,29 | 38,37 | |
| 15 | 750 | 750 | T | 1367 | 1403 | 1430 | 1435 | 2388 | 10,22% | 1453 | 1459 | 2625 | 1465 | 2434 | **2655** | 5,14 |
| 16 | | | F | 46,15 | 44,97 | 44,1 | 43,93 | 44,84 | 43,58 | 43,4 | 43,22 | 44,57 | 43,04 | 43,99 | 44,07 | |
| 16 | 800 | 800 | T | 1374 | 1406 | 1430 | 1435 | 2393 | 10,21% | 1450 | 1455 | 2628 | 1461 | 2433 | **2655** | 5,12 |
| 17 | | | F | 52,27 | 51,08 | 50,21 | 50,03 | 50,95 | 49,68 | 49,5 | 49,32 | 50,68 | 49,14 | 50,1 | 50,17 | |
| 17 | 850 | 850 | T | 1380 | 1408 | 1430 | 1434 | 2397 | 10,19% | 1448 | 1453 | 2631 | 1457 | 2433 | **2655** | 5,1 |
| 18 | | | F | 58,8 | 57,59 | 56,71 | 56,53 | 57,46 | 56,18 | 56 | 55,82 | 57,19 | 55,64 | 56,6 | 56,68 | |
| 18 | 900 | 900 | T | 1385 | 1411 | 1430 | 1434 | 2400 | 10,19% | 1446 | 1450 | 2634 | 1454 | 2432 | **2655** | 5,08 |
| 19 | | | F | 65,72 | 64,5 | 63,62 | 63,44 | 64,38 | 63,08 | 62,91 | 62,73 | 64,11 | 62,55 | 63,51 | 63,59 | |
| 19 | 950 | 950 | T | 1389 | 1413 | 1430 | 1434 | 2403 | 10,18% | 1445 | 1448 | 2636 | 1452 | 2432 | **2655** | 5,06 |
| 20 | | | F | 73,05 | 71,82 | 70,93 | 70,76 | 71,7 | 70,4 | 70,22 | 70,04 | 71,42 | 69,86 | 70,82 | 70,9 | |
| 20 | 1000 | 1000 | T | 1393 | 1414 | 1430 | 1433 | 2405 | 10,17% | 1443 | 1447 | 2637 | 1450 | 2432 | **2655** | 5,04 |
| 21 | | | F | 80,79 | 79,55 | 78,66 | 78,48 | 79,43 | 78,12 | 77,93 | 77,75 | 79,15 | 77,57 | 78,54 | 78,62 | |
| 21 | 1050 | 1050 | T | 1396 | 1416 | 1430 | 1433 | 2407 | 10,17% | 1442 | 1445 | 2639 | 1448 | 2432 | **2655** | 5,01 |
| 22 | | | F | 88,93 | 87,69 | 86,79 | 86,61 | 87,56 | 86,24 | 86,06 | 85,88 | 87,28 | 85,7 | 86,67 | 86,75 | |

# FLECHAS Y TENSIONES

## OPGW TIPO2 25 kA 18mm {1}

POSTEMEL

*Ctra. Madrid - Cádiz Km. 532*
*Apdo. de correos 13.314 - 41.080 Sevilla*
*Telf. +(34) 95 451 99 66 - Fax +34 95 425 16 25 -*

**Zona C**

Tense Máximo a -20 º + H 2746,31 daN
E.D.S a 10 º 12% ( 1698,48daN)

| | |
|---|---|
| Sección | 168,86 mm² |
| Peso | 0,91 Kg/m |
| Carga de Rotura | 14154 Kg |
| Coef. Dilatación | 1,48E-05 1/ºC |
| Módulo Elasticidad | 12547 Kg/mm² |
| Diámetro aparente | 18 mm |
| Viento sobre conductor | 1,225 Kg/m |

Tenses en daN. Flechas en metros. Vanos en metros. Cs es la relación entre la carga de rotura del cable y su tracción máxima.

| A. Ini. A. Fin. | Vano | Vano Regul. | T F | CONDICIONES EN ZONA Usuario | | | | | | | | | | | | Cs |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 85º | 50º | 25º | 20º | 15º+V | 10º | 5º | 0º+H | -5º | -10º | -15º+V | -20º+H | |
| 1 | 50 | 50 | T | 397 | 720 | 1273 | 1409 | 1661 | 11,98% | 1843 | 2212 | 2143 | 2295 | 2499 | **2746** | 5,15 |
| 2 | | | F | 0,7 | 0,39 | 0,22 | 0,2 | 0,29 | 0,16 | 0,15 | 0,34 | 0,13 | 0,12 | 0,19 | 0,28 | |
| 2 | 100 | 100 | T | 617 | 847 | 1167 | 1254 | 1681 | 10,27% | 1564 | 2361 | 1806 | 1935 | 2291 | **2746** | 5,14 |
| 3 | | | F | 1,81 | 1,32 | 0,96 | 0,89 | 1,13 | 0,77 | 0,71 | 1,28 | 0,62 | 0,58 | 0,83 | 1,1 | |
| 3 | 150 | 150 | T | 747 | 912 | 1100 | 1149 | 1695 | 8,9% | 1324 | 2475 | 1468 | 1550 | 2091 | **2746** | 5,13 |
| 4 | | | F | 3,36 | 2,75 | 2,28 | 2,19 | 2,52 | 1,99 | 1,9 | 2,75 | 1,71 | 1,62 | 2,04 | 2,48 | |
| 4 | 200 | 200 | T | 827 | 947 | 1067 | 1095 | 1703 | 8,19% | 1194 | 2552 | 1272 | 1316 | 1960 | **2746** | 5,12 |
| 5 | | | F | 5,4 | 4,72 | 4,19 | 4,08 | 4,45 | 3,85 | 3,74 | 4,74 | 3,51 | 3,39 | 3,87 | 4,41 | |
| 5 | 250 | 250 | T | 878 | 967 | 1049 | 1067 | 1708 | 7,82% | 1129 | 2603 | 1175 | 1200 | 1883 | **2746** | 5,1 |
| 6 | | | F | 7,96 | 7,22 | 6,66 | 6,54 | 6,94 | 6,3 | 6,18 | 7,27 | 5,94 | 5,81 | 6,3 | 6,89 | |
| 6 | 300 | 300 | T | 911 | 980 | 1038 | 1051 | 1711 | 7,62% | 1093 | 2638 | 1124 | 1140 | 1836 | **2746** | 5,09 |
| 7 | | | F | 11,04 | 10,27 | 9,69 | 9,57 | 9,98 | 9,32 | 9,2 | 10,34 | 8,95 | 8,82 | 9,3 | 9,93 | |
| 7 | 350 | 350 | T | 934 | 988 | 1032 | 1041 | 1714 | 7,5% | 1072 | 2662 | 1093 | 1104 | 1807 | **2746** | 5,07 |
| 8 | | | F | 14,67 | 13,87 | 13,27 | 13,15 | 13,57 | 12,9 | 12,78 | 13,95 | 12,53 | 12,4 | 12,87 | 13,52 | |
| 8 | 400 | 400 | T | 950 | 993 | 1028 | 1035 | 1715 | 7,42% | 1058 | 2679 | 1074 | 1082 | 1787 | **2746** | 5,05 |
| 9 | | | F | 18,85 | 18,02 | 17,42 | 17,29 | 17,72 | 17,05 | 16,92 | 18,12 | 16,67 | 16,54 | 17,01 | 17,67 | |
| 9 | 450 | 450 | T | 962 | 997 | 1025 | 1030 | 1716 | 7,36% | 1048 | 2691 | 1061 | 1067 | 1773 | **2746** | 5,03 |
| 10 | | | F | 23,57 | 22,74 | 22,12 | 22 | 22,43 | 21,75 | 21,62 | 22,84 | 21,37 | 21,24 | 21,7 | 22,38 | |
| 10 | 500 | 500 | T | 971 | 1000 | 1022 | 1027 | 1717 | 7,33% | 1042 | 2701 | 1051 | 1057 | 1763 | **2746** | 5,01 |
| 11 | | | F | 28,86 | 28,01 | 27,39 | 27,27 | 27,7 | 27,01 | 26,89 | 28,12 | 26,63 | 26,5 | 26,97 | 27,65 | |
| 11 | 550 | 550 | T | 978 | 1002 | 1021 | 1025 | 1717 | 7,3% | 1037 | 2708 | 1045 | 1049 | 1756 | **2746** | 4,98 |
| 12 | | | F | 34,71 | 33,85 | 33,23 | 33,1 | 33,54 | 32,85 | 32,72 | 33,96 | 32,46 | 32,33 | 32,79 | 33,48 | |
| 12 | 600 | 600 | T | 983 | 1004 | 1020 | 1023 | 1718 | 7,27% | 1033 | 2714 | 1040 | 1043 | 1750 | **2746** | 4,96 |
| 13 | | | F | 41,12 | 40,26 | 39,63 | 39,5 | 39,94 | 39,24 | 39,11 | 40,37 | 38,86 | 38,73 | 39,19 | 39,89 | |
| 13 | 650 | 650 | T | 987 | 1005 | 1019 | 1021 | 1718 | 7,26% | 1030 | 2718 | 1036 | 1039 | 1746 | **2746** | 4,93 |
| 14 | | | F | 48,11 | 47,23 | 46,6 | 46,47 | 46,91 | 46,21 | 46,08 | 47,35 | 45,82 | 45,69 | 46,16 | 46,86 | |
| 14 | 700 | 700 | T | 991 | 1006 | 1018 | 1020 | 1718 | 7,24% | 1028 | 2722 | 1032 | 1035 | 1742 | **2746** | 4,9 |
| 15 | | | F | 55,66 | 54,78 | 54,14 | 54,01 | 54,46 | 53,75 | 53,62 | 54,9 | 53,36 | 53,23 | 53,7 | 54,4 | |
| 15 | 750 | 750 | T | 993 | 1007 | 1017 | 1019 | 1719 | 7,23% | 1026 | 2725 | 1030 | 1032 | 1740 | **2746** | 4,86 |
| 16 | | | F | 63,79 | 62,9 | 62,26 | 62,13 | 62,58 | 61,87 | 61,74 | 63,03 | 61,48 | 61,35 | 61,81 | 62,53 | |
| 16 | 800 | 800 | T | 996 | 1008 | 1017 | 1019 | 1719 | 7,22% | 1024 | 2727 | 1028 | 1030 | 1737 | **2746** | 4,83 |
| 17 | | | F | 72,51 | 71,61 | 70,96 | 70,83 | 71,29 | 70,57 | 70,44 | 71,74 | 70,18 | 70,05 | 70,51 | 71,23 | |
| 17 | 850 | 850 | T | 997 | 1008 | 1016 | 1018 | 1719 | 7,21% | 1023 | 2729 | 1026 | 1028 | 1735 | **2746** | 4,79 |
| 18 | | | F | 81,8 | 80,9 | 80,25 | 80,12 | 80,58 | 79,86 | 79,73 | 81,03 | 79,46 | 79,33 | 79,8 | 80,52 | |
| 18 | 900 | 900 | T | 999 | 1009 | 1016 | 1017 | 1719 | 7,21% | 1022 | 2731 | 1025 | 1026 | 1734 | **2746** | 4,76 |
| 19 | | | F | 91,69 | 90,78 | 90,13 | 90 | 90,46 | 89,73 | 89,6 | 90,91 | 89,34 | 89,2 | 89,67 | 90,4 | |
| 19 | 950 | 950 | T | 1000 | 1009 | 1016 | 1017 | 1719 | 7,21% | 1021 | 2733 | 1024 | 1025 | 1732 | **2746** | 4,72 |
| 20 | | | F | 102,18 | 101,26 | 100,6 | 100,47 | 100,93 | 100,2 | 100,07 | 101,39 | 99,8 | 99,67 | 100,14 | 100,87 | |
| 20 | 1000 | 1000 | T | 1002 | 1010 | 1015 | 1017 | 1719 | 7,2% | 1020 | 2734 | 1023 | 1024 | 1731 | **2746** | 4,68 |
| 21 | | | F | 113,26 | 112,33 | 111,67 | 111,54 | 112 | 111,27 | 111,14 | 112,47 | 110,87 | 110,74 | 111,21 | 111,94 | |
| 21 | 1050 | 1050 | T | 1003 | 1010 | 1015 | 1016 | 1719 | 7,19% | 1020 | 2735 | 1022 | 1023 | 1730 | **2746** | 4,64 |
| 22 | | | F | 124,95 | 124,02 | 123,35 | 123,21 | 123,68 | 122,94 | 122,81 | 124,15 | 122,54 | 122,41 | 122,88 | 123,62 | |

## 1.2 Cálculo mecánico de apoyos

### 1.2.1 Cargas y sobrecargas a considerar

El cálculo mecánico de los elementos constituyentes de la línea, cualquiera que sea la naturaleza de éstos, se efectuará bajo la acción de las cargas y sobrecargas que a continuación se indican, combinadas en la forma y en las condiciones que se fijan en los apartados siguientes.

En el caso de que puedan preverse acciones de todo tipo más desfavorables que las que a continuación se prescriben, deberá el proyectista adoptar de modo justificativo valores distintos a los establecidos.

- CARGAS PERMANENTES

Se considerarán las cargas verticales debidas al peso propio de los distintos elementos: conductores, aisladores, herrajes, cables de tierra –si los hubiere–, apoyos y cimentaciones.

- FUERZAS DE VIENTO

Se considerará un viento mínimo de referencia de 120 km/h (33,3 m/s) de velocidad, excepto en las líneas de categoría especial, donde se considerará un viento mínimo de 140 km/h (38,89 m/s) de velocidad. Se supondrá el viento horizontal, actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

  - Fuerzas del viento sobre los conductores y cables de tierra

    En el caso de sobrecargas combinadas de hielo y de viento, se deberá considerar el diámetro incluido el espesor del manguito de hielo.

    La fuerza total del viento sobre los conductores en haz estará definida como la suma de las fuerzas sobre cada uno de los conductores, sin tener en cuenta posibles efectos de pantalla entre conductores, ni aún en el caso de haces de conductores de fase.

    En las fuerzas del viento sobre apoyos en ángulo, ha de tenerse en cuenta la influencia del cambio en la dirección de la línea, así como las longitudes de los vanos adyacentes.

  - Fuerzas del viento sobre las cadenas de aisladores
  - Fuerza del viento sobre los apoyos

- SOBRECARGAS DE HIELO

A estos efectos, el país se clasifica en tres zonas:

  - Zona A: La situada a menos de 500 metros de altitud sobre el nivel del mar.

- Zona B: La situada a una altitud entre 500 y 1.000 metros sobre el nivel del mar.
- Zona C: La situada a una altitud superior a 1.000 sobre el nivel del mar.

Las sobrecargas serán las siguientes:

- Zona A: No se tendrá en cuenta sobrecarga alguna motivada por el hielo.
- Zona B: Se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor: 0,18 x √d daN por metro lineal siendo d el diámetro del conductor o cable de tierra en milímetros.
- Zona C: Se considerarán sometidos los conductores y cables de tierra a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor: 0,36 x √d daN por metro lineal siendo d el diámetro del conductor o cable de tierra en milímetros.

- DESEQUILIBRIO DE TRACCIONES
- ESFUERZOS LONGITUDINALES DE ROTURA DE CABLES

Se considerará la rotura de los conductores (uno o varios) de una sola fase o cable de tierra por apoyo, independientemente del número de circuitos o cables de tierra instalados en él. Este esfuerzo se considerará aplicado en el punto que produzca la solicitación más desfavorable para cualquier elemento del apoyo, teniendo en cuenta la torsión producida en el caso de que aquel esfuerzo sea excéntrico.

- ESFUERZOS RESULTANTES DE ÁNGULO

En los apoyos situados en un punto en el que el trazado de la línea ofrezca un cambio de dirección se tendrá en cuenta, además, el esfuerzo resultante de ángulo de las tracciones de los conductores y cables de tierra.

### 1.2.2 Hipótesis de cálculo

Las diferentes hipótesis que se tendrán en cuenta en el cálculo de los apoyos serán las que se especifican en las tablas siguientes según el tipo de apoyo y la zona de cálculo.

En el caso de los apoyos especiales, se considerarán las distintas acciones combinadas en unas hipótesis definidas con los mismos criterios utilizados en las hipótesis de los apoyos normales.

En las líneas de tensión nominal hasta 66 kV, en los apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión y amarre con conductores de carga mínima de rotura inferior a 6600 daN, se puede prescindir de la consideración de la cuarta hipótesis, cuando en la línea se verifiquen simultáneamente las siguientes condiciones:

a) Que los conductores y cables de tierra tengan un coeficiente de seguridad de 3 como mínimo.

b) Que el coeficiente de seguridad de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis tercera sea el correspondiente a las hipótesis normales.

c) Que se instalen apoyos de anclaje cada 3 kilómetros como máximo.

En las siguientes tablas se resumen las condiciones que definen las distintas hipótesis de cálculo de los apoyos.

### *1.2.2.1 Apoyos de líneas situados en Zona A*

| TIPO DE APOYO | TIPO DE ESFUERZO | 1.ª HIPÓTESIS (Viento) | 3.ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones) | 4.ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores) |
|---|---|---|---|---|
| **Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo** | V | Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea. | | |
| | T | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2).<br>correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:<br>–Conductores y cables de tierra.<br>– Apoyo.<br>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo. (apdo. 3.1.6.). | ALINEACIÓN:<br>No aplica.<br>ÁNGULO:<br>Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | |
| | L | No aplica. | Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.1). | Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.1). |
| **Amarre de Alineación o Amarre de Ángulo** | V | Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea. | | |
| | T | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:<br>–Conductores y cables de tierra.<br>– Apoyo.<br>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | ALINEACIÓN:<br>No aplica.<br>ÁNGULO:<br>Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.) | |
| | L | No aplica. | Desequilibrio de tracciones (apdo 3.1.4.2). | Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2). |
| Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C. | | | | |

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

| TIPO DE APOYO | TIPO DE ESFUERZO | 1.ª HIPÓTESIS (Viento) | 3.ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones) | 4.ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores) |
|---|---|---|---|---|
| **Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo** | V | Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea. | | |
| | T | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:<br>– Conductores y cables de tierra.<br>– Apoyo.<br>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | ALINEACIÓN:<br>No aplica.<br>ÁNGULO:<br>Resultante de ángulo(apdo. 3.1.6.). | |
| | L | No aplica | Desequilibrio de tracciones (apartado 3.1.4.3) | Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.) |
| **Fin de línea** | V | Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea. | No aplica | Cargas permanentes (apdo 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea. |
| | T | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:<br>–Conductores y cables de tierra.<br>–Apoyo. | | No aplica. |
| | L | Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4). | | Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4). |
| Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerarán sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -5 °C. | | | | |

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

### *1.2.2.2 Apoyos de líneas situados en Zona B y C*

| TIPO DE APOYO | TIPO DE ESFUERZO | 1.ª HIPÓTESIS (Viento) | 2.ª HIPÓTESIS (Hielo) | 2.ª HIPÓTESIS (Hielo + Viento) | 3.ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones) | 4.ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Suspensión de Alineación o Suspensión de Ángulo** | V | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea. | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2) | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2) | |
| | T | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:<br>–Conductores y cables de tierra.<br>–Apoyo.<br>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | ALINEACIÓN:<br>No se aplica.<br><br>ÁNGULO:<br>Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre:<br>–Conductores y cables de tierra.<br>–Apoyo.<br>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.) | ALINEACIÓN:<br>No se aplica.<br><br>ÁNGULO:<br>Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.) | |
| | L | No aplica. | | | Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.2) | Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2.) |

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:
**1.ª Hipótesis:** Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.
**Resto hipótesis:** Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2.ª Hipótesis (Hielo + Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

| TIPO DE APOYO | TIPO DE ESFUERZO | 1.ª HIPÓTESIS (Viento) | 2.ª HIPÓTESIS | | 3.ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones) | 4.ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (Hielo) | (Hielo + Viento) | | |
| **Amarre de Alineación o Suspensión de Ángulo** | V | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea. | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2) | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). | |
| | T | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:<br>–Conductores y cables de tierra.<br>–Apoyo.<br>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.) | ALINEACIÓN:<br>No se aplica.<br>ÁNGULO:<br>Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre:<br>–Conductores y cables de tierra.<br>–Apoyo.<br>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.) | ALINEACIÓN:<br>No se aplica.<br>ÁNGULO:<br>Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.) | |
| | L | No aplica. | | | Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.1) | Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.2.) |

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:
**1.ª Hipótesis:** Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de -10 °C en zona B y -15 °C en zona C.
**Resto hipótesis:** Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de -15 °C en zona B y -20 °C en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2.ª Hipótesis (Hielo + Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

| TIPO DE APOYO | TIPO DE ESFUERZO | 1.ª HIPÓTESIS (Viento) | 2.ª HIPÓTESIS (Hielo) | 2.ª HIPÓTESIS (Hielo + Viento) | 3.ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones) | 4.ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **Anclaje de Alineación o Anclaje de Ángulo** | V | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea. | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). | |
| | T | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:<br>–Conductores y cables de tierra.<br>–Apoyo.<br>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | ALINEACIÓN:<br>No se aplica.<br>ÁNGULO:<br>Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.). | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre:<br>–Conductores y cables de tierra.<br>–Apoyo.<br>SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.) | ALINEACIÓN:<br>No se aplica.<br>ÁNGULO:<br>Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.) | |
| | L | No aplica. | | | Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.3) | Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.3.) |

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:
**1.ª Hipótesis:** Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de –10 ºC en zona B y –15 ºC en zona C.
**Resto hipótesis:** Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de –15 ºC en zona B y -20 ºC en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2.ª Hipótesis (Hielo + Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

| TIPO DE APOYO | TIPO DE ESFUERZO | 1.ª HIPÓTESIS (Viento) | 2.ª HIPÓTESIS | | 3.ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones) | 4.ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | (Hielo) | (Hielo + Viento) | | |
| Fin de línea | V | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea. | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). | No aplica. | Cargas permanentes (apdo. 3.1.1) considerando los conductores y cables de tierra sometidos a la sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3). Para las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo se considerarán los conductores de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). |
| | T | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea, sobre:<br>–Conductores y cables de tierra.<br>–Apoyo. | No aplica. | Esfuerzo del viento (apdo. 3.1.2) para una velocidad mínima de 60 km/h y sobrecarga de hielo (apdo. 3.1.3) sobre:<br>–Conductores y cables de tierra.<br>–Apoyo. | | No aplica. |
| | L | Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4). | Desequilibrio de tracciones (apdo. 3.1.4.4). | | | Rotura de conductores y cables de tierra (apdo. 3.1.5.4.) |

Para la determinación de las tensiones de los conductores y cables de tierra se considerará:
**1.ª Hipótesis:** Sometidos a una sobrecarga de viento (apdo. 3.1.2) correspondiente a una velocidad mínima de 120 o 140 km/h según la categoría de la línea y a la temperatura de –10 ºC en zona B y –15 ºC en zona C.
**Resto hipótesis:** Sometidos a una sobrecarga de hielo mínima (apdo. 3.1.3) y a la temperatura de –15 ºC en zona B y -20 ºC en zona C. En las líneas de categoría especial, además de la sobrecarga de hielo, se considerarán los conductores y cables de tierra sometidos a una sobrecarga de viento mínima correspondiente a 60 km/h (apdo. 3.1.2). La 2.ª Hipótesis (Hielo + Viento) será de aplicación exclusiva para las líneas de categoría especial.

V = Esfuerzo vertical L = Esfuerzo longitudinal T = Esfuerzo transversal

### 1.2.3 Coeficiente de seguridad

Los coeficientes de seguridad de los apoyos serán diferentes según el carácter de la hipótesis de cálculo a que han de ser aplicados. En este sentido, las hipótesis se clasifican de acuerdo con la tabla siguiente.

| Tipo de apoyo | Hipótesis normales | Hipótesis anormales |
|---|---|---|
| Alineación | 1ª, 2ª | 3ª, 4ª |
| Ángulo | 1ª, 2ª | 3ª, 4ª |
| Anclaje | 1ª, 2ª | 3ª, 4ª |
| Fin de línea | 1ª, 2ª | 4ª |

El coeficiente de seguridad de los apoyos no será inferior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales.

En las páginas siguientes se muestran las hipótesis de carga de los apoyos:

#### 1.2.3.1.1 Hipótesis de carga de diseño

**CARGAS CIRCUITO 220 kV**

| APOYO | FL | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIPOTESIS | 1ª | | | | 2ª | | | | 3ª | | | | 4ª | | | |
| COEF. SEG. | 1,5 | | | | 1,5 | | | | 1,2 | | | | 1,2 | | | |
| CARGA (daN) | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI |
| CABLE DE FASE | 7072 | 878,8 | 7950,8 | 393,9 | 7540 | 317,2 | 7857,2 | 860,6 | - | - | - | - | 7540 | 0 | 7540 | 860,6 |
| CABLE DE TIERRA | 3237 | 349,7 | 3586,7 | 156 | 3640 | 144,3 | 3784,3 | 362,7 | - | - | - | - | 3640 | 0 | 3640 | 362,7 |

| APOYO | AM Y ANG | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIPOTESIS | 1ª | | | | 2ª | | | | 3ª | | | | 4ª | | | |
| COEF. SEG. | 1,5 | | | | 1,5 | | | | 1,2 | | | | 1,2 | | | |
| CARGA (daN) | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI |
| FASE | 201,5 | 9309,3 | 9510,8 | 868,4 | 192,4 | 9620 | 9812,4 | 1218,1 | 3000,4 | 7129,2 | 10129,6 | 1218,1 | 2809,3 | 9453,6 | 12262,9 | 1218,1 |
| TIERRA | 7,8 | 4421,3 | 4429,1 | 412,1 | 41,6 | 4678,7 | 4720,3 | 561,6 | 1423,5 | 3463,2 | 4886,7 | 561,6 | 2763,8 | 4605,9 | 7369,7 | 561,6 |

| APOYO | SUS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIPOTESIS | 1ª | | | | 2ª | | | | 3ª | | | | 4ª | | | |
| COEF. SEG. | 1,5 | | | | 1,5 | | | | 1,2 | | | | 1,2 | | | |
| CARGA (daN) | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI |
| FASE | 0 | 1937 | 1937 | 1232,4 | 0 | 705,9 | 705,9 | 2310,1 | 1131 | 0 | 1131 | 2310,1 | 2827,5 | 0 | 2827,5 | 2310,1 |
| TIERRA | 0 | 786,5 | 786,5 | 552,5 | 0 | 323,7 | 323,7 | 1041,3 | 546 | 0 | 546 | 1041,3 | 1820 | 0 | 1820 | 1041,3 |

**CARGAS CIRCUITO 400 kV**

| APOYO | FL | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIPOTESIS | 1ª | | | | 2ª | | | | 3ª | | | | 4ª | | | |
| COEF. SEG. | 1,5 | | | | 1,5 | | | | 1,2 | | | | 1,2 | | | |
| CARGA (daN) | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI |
| FASE | 14315,6 | 1240,2 | 15555,8 | 764,4 | 14820 | 384,8 | 15204,8 | 1344,2 | - | - | - | - | 14820 | 1,3 | 14821,3 | 1344,2 |
| TIERRA | 2869,1 | 245,7 | 3114,8 | 128,7 | 3250 | 101,4 | 3351,4 | 275,6 | - | - | - | - | 3250 | 0 | 3250 | 275,6 |

| APOYO | AM Y ANG | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIPOTESIS | 1ª | | | | 2ª | | | | 3ª | | | | 4ª | | | |
| COEF. SEG. | 1,5 | | | | 1,5 | | | | 1,2 | | | | 1,2 | | | |
| CARGA (daN) | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI |
| FASE | 110,5 | 15048,8 | 15159,3 | 972,4 | 0 | 13257,4 | 13257,4 | 2613 | 6748,3 | 9180,6 | 15928,9 | 2613 | 6748,3 | 12240,8 | 18989,1 | 2613 |
| TIERRA | 22,1 | 3031,6 | 3053,7 | 140,4 | 0 | 2952,3 | 2952,3 | 539,5 | 1479,4 | 2013,7 | 3493,1 | 539,5 | 2960,1 | 2684,5 | 5644,6 | 539,5 |

| APOYO | SUS | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| HIPOTESIS | 1ª | | | | 2ª | | | | 3ª | | | | 4ª | | | |
| COEF. SEG. | 1,5 | | | | 1,5 | | | | 1,2 | | | | 1,2 | | | |
| CARGA (daN) | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI | LONG | TRANS | HORIZ | VERTI |
| FASE | 0 | 3506,1 | 3506,1 | 3725,8 | 0 | 1088,1 | 1088,1 | 5432,7 | 2047,5 | 0 | 2047,5 | 5432,7 | 3412,5 | 0 | 3412,5 | 5432,7 |
| TIERRA | 0 | 698,1 | 698,1 | 728 | 0 | 287,3 | 287,3 | 1193,4 | 487,5 | 0 | 487,5 | 1193,4 | 1625 | 0 | 1625 | 1193,4 |

## 1.3 Cálculo de cimentaciones

Las cimentaciones de los apoyos serán de hormigón en masa de calidad HM-20 y deberán cumplir lo especificado en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

### 1.3.1 Cimentaciones monobloque

Se compone de un macizo prismático de sección cuadrada.

Se comprobará el coeficiente de seguridad al vuelco, que es la relación entre el momento estabilizador mínimo (debido a los pesos propios, así como las reacciones y empujes pasivos del terreno), respecto a la arista más cargada de la cimentación y el momento volcador máximo motivado por las acciones externas.

El coeficiente de seguridad no será inferior a los siguientes valores:

- Hipótesis normales: 1,5
- Hipótesis anormales: 1,20

No se admitirá un ángulo de giro de la cimentación cuya tangente sea superior a 0,01 para alcanzar el equilibrio de las acciones volcadoras máximas con las reacciones del terreno.

### 1.3.2 Cimentación de patas separadas

Se compondrán de macizos independientes que podrán ser prismáticos o cilíndricos, con o sin cueva.

Se diseñarán para absorber las cargas de compresión y arranque que el apoyo transmite al suelo. El cálculo de dichas cargas estará basado en el método del talud natural o ángulo de arrastre de tierras.

- Comprobación al arranque

Se considerarán todas las fuerzas que se oponen al arranque del apoyo:

- Peso del apoyo.
- Peso propio de la cimentación.
- Peso de las tierras que arrastraría el macizo de hormigón al ser arrancado.
- Carga resistente de los pernos, en el caso de realizarse cimentaciones mixtas o en roca.

Se comprobará que el coeficiente de estabilidad de la cimentación, definido como la relación entre las fuerzas que se oponen al arranque del apoyo y la carga nominal de arranque, no sea inferior a 1,5 para las hipótesis normales y 1,2 para las hipótesis anormales.

En el caso de no disponer de las características reales del terreno mediante ensayos realizados en el emplazamiento de la línea, se recomienda utilizar como ángulo de talud natural o de arranque de tierras: 30º para terreno normal y 20º para terreno flojo.

- Comprobación a compresión

Se considerarán todas las cargas de compresión que la cimentación transmite al terreno:

- Peso del apoyo.
- Peso propio de la cimentación.
- Peso de las tierras que actúan sobre la solera de la cimentación.
- Carga de compresión ejercida por el apoyo.

Se comprobará que todas las cargas de compresión anteriores, divididas por la superficie de la solera de la cimentación, no sobrepasa la carga admisible del terreno.

En la línea proyectada se ha previsto la instalación de cimentaciones del tipo

- Monobloque prismática de sección cuadrada
- De patas independientes cilíndricas con cueva (pata de elefante)

Sus dimensiones se recogen en el Documento “Planos” y han sido calculadas por el fabricante de los apoyos con los siguientes parámetros:

| PARÁMETROS DE CÁLCULO DE LAS CIMENTACIONES | |
|---|---|
| Tipo de terreno | Normal |
| Carga admisible (daN/cm$^2$) | 3 |
| Ángulo de talud natural o de arranque de tierras (Grados sexag.) | 30 |
| Densidad del terreno (kg/m$^3$) | 1.750 |
| Densidad del hormigón (kg/m$^3$) | 2.200 |

Antes de la construcción de la línea se verificarán in situ las características del terreno para cada uno de los apoyos. Las dimensiones de las cimentaciones se ajustarán a dichas características para cumplir los coeficientes de seguridad preceptivos.

## 1.4 Cálculo de herrajes

Los herrajes sometidos a tensión mecánica por los conductores y cables de tierra o por los aisladores, deberán tener un coeficiente de seguridad mecánica no inferior a 3 respecto a su carga mínima de rotura. Cuando la carga mínima de rotura se comprobase sistemáticamente mediante ensayos, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5.

Las grapas de amarre del conductor deben soportar una tensión mecánica en el amarre igual o superior al 95% de la carga de rotura del mismo, sin que se produzca su deslizamiento.

En el caso de la línea proyectada se tiene:

- **CCTOS 220 kV**

| CADENAS DE SUSPENSIÓN | |
|---|---|
| Tipo de cadena | Doble |
| Número de bastones de la cadena | 2 |
| Carga de rotura mínima de la cadena (kN) | 420 |
| Coeficiente de seguridad | 8,40 |

| CADENAS DE AMARRE | |
|---|---|
| Tipo de cadena | Doble |
| Número de bastones de la cadena | 2 |
| Carga de rotura mínima de la cadena (kN) | 420 |
| Coeficiente de seguridad | > 4,95 |

- **CCTOS 400 kV**

| CADENAS DE SUSPENSIÓN | |
|---|---|
| Tipo de cadena | Doble |
| Número de bastones de la cadena | 2 |
| Carga de rotura mínima de la cadena (kN) | 640 |
| Coeficiente de seguridad | 12,800 |

| CADENAS DE AMARRE | |
|---|---|
| Tipo de cadena | Doble |
| Número de bastones de la cadena | 2 |
| Carga de rotura mínima de la cadena (kN) | 640 |
| Coeficiente de seguridad | > 5,45 |

## 1.5 Cálculo de aisladores

El criterio de fallo será la rotura o pérdida de sus cualidades aislantes, al ser sometidos simultáneamente a tensión eléctrica y solicitación mecánica del tipo al que realmente vayan a encontrase sometidos.

El coeficiente de seguridad mecánica no será inferior a 3. Si la carga de rotura electromecánica mínima garantizada se obtuviese mediante control estadístico en la recepción, el coeficiente de seguridad podrá reducirse a 2,5

En el caso de la línea proyectada, con la disposición de aisladores y cadenas previstas, se tiene:

| COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL AISLADOR 400 kV | |
|---|---|
| Tense máximo (kN) | 39,13 |
| CME del aislador (kN) | 320 |
| Coeficiente de seguridad | > 5,45 |

| COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA MECÁNICA DEL AISLADOR 220 kV | |
|---|---|
| Tense máximo (kN) | 38,60 |
| CME del aislador (kN) | 320 |
| Coeficiente de seguridad | > 5,53 |

## 1.6 Distancias de seguridad

Se consideran tres tipos de distancias eléctricas:

$D_{el}$ = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase y objetos a potencial de tierra en sobretensiones de frente lento o rápido.

$D_{pp}$ = Distancia de aislamiento en el aire mínima especificada, para prevenir una descarga disruptiva entre conductores de fase durante sobretensiones de frente lento o rápido.

$a_{som}$ = Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores.

### 1.6.1 Distancia entre conductores

La distancia mínima reglamentaria entre conductores según el apartado 5.4.1. de la ITC-LAT 07 es:

$$D = K \cdot \sqrt{F + L} + K' \cdot D_{pp}$$

Siendo:

- D = Separación entre conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos en metros.
- K = Coeficiente que depende de la oscilación de los conductores con el viento según la tabla:

| Ángulo de oscilación | Valores de K | |
|---|---|---|
| | Líneas de tensión nominal superior a 30 kV | Líneas de tensión nominal igual o inferior a 30 kV |
| Superior a 65° | 0,7 | 0,65 |
| Comprendido entre 40° y 65° | 0,65 | 0,6 |
| Inferior a 40° | 0,6 | 0,55 |

- K'= Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea K'=0,85 para líneas de categoría especial y K'=0,75 para el resto de líneas.
- F = Flecha máxima en metros, para las hipótesis según el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07.
- L = Longitud en metros de la cadena de suspensión. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos L=0.
- $D_{pp}$ = Distancia mínima aérea especificada, cuyo valor se indica en la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC-LAT 07, en función de la tensión más elevada de la línea.

| Tensión nominal de la red Un (kV) | Tensión más elevada de la red $U_S$ (kV) | Del (m) | $D_{pp}$ (m) |
|---|---|---|---|
| 220 | 245 | 1,70 | 2,00 |

### 1.6.2 Distancias a masa

En el apartado 5.4.2. de la ITC-LAT 07 se establece que la separación mínima entre conductores y sus accesorios en tensión y los apoyos no será inferior a Del con un mínimo de 0,2 metros.

Del se obtiene de la tabla 15 del apartado 5.2 de la ITC-LAT 07 en función de la tensión más elevada de la línea:

| Tensión nominal de la red Un (kV) | Tensión más elevada de la red $U_S$ (kV) | Distancia a masa=Del (m) |
|---|---|---|
| 220 | 245 | 1,70 |
| 400 | 420 | 2,80 |

En el caso de las cadenas de suspensión, se considerarán los conductores y la cadena de aisladores desviados bajo la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h

A estos efectos se considerará la tensión mecánica del conductor sometido a la acción de la mitad de la presión de viento correspondiente a un viento de velocidad 120 km/h y a la temperatura de -5 °C para zona A, de -10 °C para zona B y de -15 °C para zona C.

### 1.6.3 Distancia de los conductores al terreno

Según se establecen en apartado 5.2 de la ITC-LAT 07, la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su máxima flecha vertical según las hipótesis de temperatura y de hielo según el apartado 3.2.3 de la ITC-LAT 07, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables, a una altura mínima de:

$$D_{add} + D_{el} = 5{,}3 + D_{el}$$

Con un mínimo de 6 metros.

En el caso de la línea proyectada se tiene:

| Dmin (m) | TENSION NOMINAL 400 kV | TENSION NOMINAL 220 kV | No menor s/RLAT |
|---|---|---|---|
| Terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables (m)<br>Apdo 5.5 ITC-LAT 07 | Dadd + Del = 5,3 + 2,8 = 8,1 m | Dadd + Del = 5,3 + 1,7 = 7 m | 6,00 m |

No obstante, en lugares de difícil acceso las anteriores distancias podrán ser reducidas en un metro.

Cuando las líneas atraviesen explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas la altura mínima será de 7 metros, con objeto de evitar accidentes por proyección de agua o por circulación de maquinaria agrícola, camiones y otros vehículos.

En la hipótesis del cálculo de flechas máximas bajo la acción del viento sobre los conductores, la distancia mínima anterior se podrá reducir en un metro, considerándose en este caso el conductor con la desviación producida por el viento.

### 1.6.4 Distancias en cruzamientos y paralelismos

Se muestran a continuación, a modo resumen, las distancias mínimas requeridas en lo referido a cruzamientos por la ITC-LAT-07.

#### *1.6.4.1 Cruzamientos*

| Dmin (m) | TENSION NOMINAL 400 kV | TENSION NOMINAL 220 kV | No menor s/RLAT |
|---|---|---|---|
| Terreno, caminos, sendas y a cursos de agua no navegables (m)<br>Apdo 5.5 ITC-LAT 07 | Dadd + Del = 5,3 + 2,8 = 8,1 m | Dadd + Del = 5,3 + 1,7 = 7 m | 6,00 m |
| Líneas aéreas eléctricas o de telecomunicación. Distancia de línea inferior a parte más próximas línea superior (m)<br>Apdo 5.6 ITC-LAT 07. | Dadd + Del = 1,5 + 2,8 = 4,3 m, no menor de 7 m | Dadd + Del = 1,5 + 1,7 = 3,2 m, no menor de 5 m | S/ tensión |
| Líneas aéreas eléctricas o de telecomunicación (fase-fase) (m)<br>Apdo 5.6 ITC-LAT 07. | Dadd + Dpp = 4 + 3,2 = 7,2 m | Dadd+ Dpp = 3,5 + 2 = 5,5 m<br>Dadd+ Dpp = 3,5 + 2 = 5,5 m | - |
| Líneas aéreas eléctricas o de telecomunicación (fase-c. guarda) (m)<br>Apdo 5.6 ITC-LAT 07. | Dadd + Del = 1,5 + 2,8 = 4,3 m | Dadd + Del = 1,5 + 1,7 = 3,2 m | 2,00 m |
| Carreteras (m)<br>Apdo 5.7 ITC-LAT 07. | Dadd + Del = 7,5 + 2,8 = 10,3 m | Dadd + Del = 7,5 + 1,7 = 9,2 m | 7,00 m |
| Ferrocarriles sin electrificar (m)<br>Apdo 5.8 ITC-LAT 07. | Dadd + Del = 7,5 + 2,8 = 10,3 m | Dadd + Del = 7,5 + 1,7 = 9,2 m | 7,00 m |
| Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses (m)<br>Apdo 5.9 ITC-LAT 07. | Dadd + Del = 3,5 + 2,8 = 6,3 m | Dadd + Del = 3,5 + 1,7 = 5,2 m | 4,00 m |
| Teleféricos y cables transportadores (m)<br>Apdo 5.10 ITC-LAT 07. | Dadd + Del = 4,5 + 2,8 = 7,3 m | Dadd + Del = 4,5 + 1,7 = 6,2 m | 5,00 m |
| Ríos y canales, navegables o flotables (m). Gálibo conocido.<br>Apdo 5.11 ITC-LAT 07. | Galibo + Dadd + Del = G + 3,5 + 2,8 = G+6,3 m | Galibo + Dadd + Del = G + 3,5 + 1,7 = G+5,2 m | - |
| Ríos y canales, navegables o flotables (m). Gálibo desconocido.<br>Apdo 5.11 ITC-LAT 07. | Galibo + Dadd + Del = 4,7 + 3,5 + 2,8 = 11 m | Galibo + Dadd + Del = 4,7 + 3,5 + 1,7 = 9,9 m | - |

### 1.6.4.2 Paralelismos

| | D (m) |
|---|---|
| Líneas aéreas eléctricas o de telecomunicación. (m)<br>Apdo 5.6 ITC-LAT 07. | >1,5H |
| Carreteras (m)<br>Apdo 5.7 ITC-LAT 07. | >1,5H<br>Carreteras Estado:<br>Min 50 m autopistas, autovías o vías rápidas y 25 (el resto) |
| Ferrocarriles sin electrificar (m)<br>Apdo 5.8 ITC-LAT 07. | >1,5H<br>Min 50 m |
| Ferrocarriles electrificados, tranvías y trolebuses (m)<br>Apdo 5.9 ITC-LAT 07. | >1,5H<br>Min 50 m |
| Ríos y canales, navegables o flotables (m). Gálibo conocido.<br>Apdo 5.11 ITC-LAT 07. | >1,5H<br>Min 25 m |

Siendo H la altura total del apoyo más alto.

En el documento "Planos" se muestra para cada paralelismo que la distancia proyectada es mayor que la mínima requerida por el Reglamento. Paso por zonas

### 1.6.4.3 Bosques, Árboles y Masa de Arbolado

Se establece una zona de protección de la línea definida por la zona de servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia de seguridad a ambos lados de dicha proyección:

$$D_{add} + D_{el} = 1,5 + Del\ (m)$$

Con un mínimo de 2 metros.

| Dmin (m) | TENSION NOMINAL 400 kV | TENSION NOMINAL 220 kV | No menor s/RLAT |
|---|---|---|---|
| Bosques, árboles, y masas de arbolado (m)<br>Apdo 5.12 ITC-LAT 07. | Dadd + Del = 1,5 + 2,8 = 4,3 m | Dadd + Del = 1,5 + 1,7 = 3,2 m | 2,00 m |

### 1.6.4.4 Edificio, Construcciones y Zonas Urbanas

Conforme a lo establecido en el Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo, incrementada por la siguiente distancia mínima de seguridad a ambos lados:

$$D_{add} + D_{el} = 3,3 + Del\ (m)$$

Con un mínimo de 5 metros.

Análogamente, no se construirán líneas por encima de edificios e instalaciones industriales en la franja definida anteriormente.

No obstante, en los casos de mutuo acuerdo entre las partes, las distancias mínimas que deberán existir en las condiciones más desfavorables, entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella, serán las siguientes:

- Sobre puntos accesibles a las personas: 5,5 + Del, en metros, con un mínimo de 6 metros.
- Sobre puntos no accesibles a las personas: 3,3 + Del, en metros, con un mínimo de 4 metros.

Se procurará asimismo en las condiciones más desfavorables, el mantener las anteriores distancias, en proyección horizontal, entre los conductores de la línea y los edificios y construcciones inmediatos.

| Min (m) | TENSION NOMINAL 400 kV | TENSION NOMINAL 220 kV | No menor s/RLAT |
|---|---|---|---|
| Edificios, construcciones y zonas urbanas. Franja de no edificabilidad (m)<br>Apdo 5.12 ITC-LAT 07. | Dadd + Del = 3,3 + 2,8 = 6,1 m | Dadd + Del = 3,3 + 1,7 = 5 m | 5,00 m |
| Distancia entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella punto accesible.<br>Apdo 5.12 ITC-LAT 07. | Dadd + Del = 5,5 + 2,8 = 8,3 m | Dadd + Del = 5,5 + 1,7 = 7,2 m | 6,00 m |
| Distancia entre los conductores de la línea eléctrica y los edificios o construcciones que se encuentren bajo ella punto NO accesible.<br>Apdo 5.12 ITC-LAT 07. | Dadd + Del = 3,3 + 2,8 = 6,1 m | Dadd + Del = 3,3 + 1,7 = 5 m | 4,00 m |

## 1.7 Distancias de seguridad

Los cables subterráneos cumplen los requisitos señalados en el apartado 5 de la ITC-LAT 06 y las condiciones que pudieran imponer otros organismos competentes de la Administración, solicitando condicionado si procede al Organismo o Entidad afectada.

En la siguiente tabla se indican las condiciones que deben cumplir los cruzamientos y paralelismos de los cables subterráneos con otros servicios, en los distintos casos particulares:

| Instalación afectada | Tipo de afección | Condiciones |
|---|---|---|
| Calles y carreteras | Cruce | Canalización entubada hormigonada.<br>≥ 0,8 m desde la parte superior del tubo a la rasante del terreno.<br>Se procurará que el cruce sea perpendicular al eje del vial. |
| | Paralelismo | - |
| Ferrocarriles | Cruce | Canalización entubada hormigonada (≥ 1,5 m por cada extremo).<br>≥ 1,1 m desde la parte superior del tubo a la rasante del terreno.<br>Se procurará que el cruce sea perpendicular al eje de las vías. |
| | Paralelismo | - |
| Otros cables de energía eléctrica | Cruce | Se procurará que los cables de alta tensión discurran por debajo de los de baja tensión.<br>≥ 25 cm entre cables<br>Distancia del punto de cruce al empalme ≥ 1 m |
| | Paralelismo | ≥ 25 cm entre cables |
| Cables de telecomunicación | Cruce | ≥ 20 cm entre cables<br>Distancia del punto de cruce al empalme ≥ 1 m |
| | Paralelismo | ≥ 20 cm entre cables |

| Instalación afectada | Tipo de afección | Condiciones |
|---|---|---|
| Agua | Cruce | ≥ 20 cm entre cables y canalización de agua<br>Empalmes y juntas a ≥ 1 m del punto de cruce |
| | Paralelismo | ≥ 20 cm entre cables y canalización de agua<br>Empalmes y juntas a ≥ 1 m del punto de cruce.<br>Distancia mínima ≥ 20 cm en proyección horizontal.<br>Entre aristas importantes de agua y cables eléctricos ≥ 1 m.<br>La canalización de agua por debajo del nivel de los cables eléctricos. |
| Gas | Cruce | Será función de la presión de la instalación y de la existencia o no de protección suplementaria. En el caso más desfavorable ≥ 40 cm.<br>Empalmes y juntas a ≥ 1 m |
| | Paralelismo | Será función de la presión de la instalación y de la existencia o no de protección suplementaria. En el caso más desfavorable ≥ 40 cm.<br>Empalmes y juntas a ≥ 1 m |
| Saneamiento de pluviales y fecales | Cruce | Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. |
| | Paralelismo | - |
| Depósitos de combustible | Cruce | Instalar protección mecánica.<br>≥ 120 cm entre cables y depósito |
| | Paralelismo | - |

1. En paralelismo se procurará evitar que los cables eléctricos queden en el mismo plano vertical que el servicio afectado.

2. Deberán tenerse en cuenta los condicionantes de las administraciones locales o autonómicas, así como las condiciones establecidas por cada organismo afectado.

**PROYECTO:**

# PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF

**TÍTULO**

## PLANOS

**Nº DE DOCUMENTO**

**GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0001**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº REVISIÓN:** | 02 | **DOCUMENTO EMITIDO PARA:** | LEGALIZACIÓN |
| **FECHA EMISIÓN:** | 20/10/2025 | | |

| | | |
|---|---|---|
| OCT | 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 | 26/06/2024 | Versión inicial |
| 01 | 29/01/2025 | Proyecto |
| 02 | 20/10/2025 | Modificación de Proyecto |

## Índice de planos

| | |
|---|---|
| SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0002 |
| PLANTA GENERAL SOBRE ORTOFOTO | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0003 |
| APOYOS Y CIMENTACIONES | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0004 |
| AISLAMIENTO Y HERRAJES DEL CONDUCTOR | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0005 |
| HERRAJES DEL CABLE DE TIERRA | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0006 |
| AMORTIGUADOR - SEPARADOR DEL CONDUCTOR | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0007 |
| AMORTIGUADOR DEL CABLE DE TIERRA | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0008 |
| BALIZAS DE SEÑALIZACION Y NUMERACIÓN | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0009 |
| PROTECCIÓN AVIFAUNA | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0010 |
| PUESTA A TIERRA APOYOS | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0011 |
| SEÑALIZACIÓN APOYOS | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0012 |
| CANALIZACIONES | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0013 |
| SISTEMA DE CONEXIÓN DE PANTALLAS | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0014 |
| AFECCIONES SOBRE CATASTRAL | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0015 |
| PLANTA Y PERFIL AÉREO | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0016 |
| CÁMARA DE EMPALMES | GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0017 |

SITUACION INSTALACION COMPLETA
ESCALA: 1:140000

SITUACION LINEA OBJETO PROYECTO
ESCALA: 1:50000

DATUM: ETRS89 HUSO 30

**LEYENDA**

- LINEA AEREA OBJETO DE PROYECTO
- LINEA SUBTERRANEA OBJETO DE PROYECTO
- TIPO APOYO: ALINEACION / VERTICE /FIN LINEA / PAS
- AP-NNNN-1 PUNTO APOYO LINEA ELECTRICA

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00A | 18/11/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

TÍTULO PLANO:

SITUACION Y EMPLAZAMIENTO

"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"

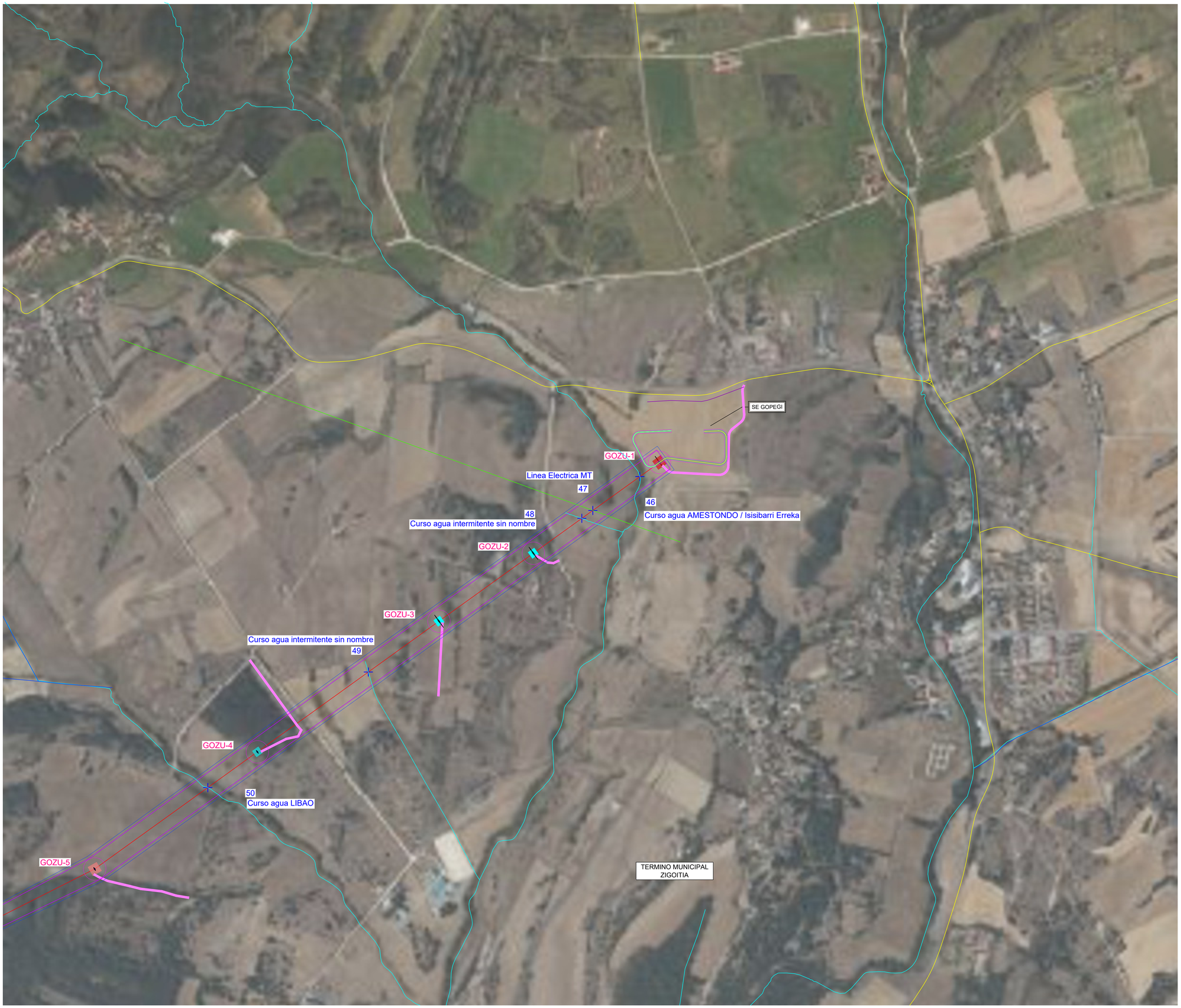
ESCALA: INDICADAS

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0002

HOJA 01 DE 01




N

DATUM: ETRS89 HUSO 30

**LEYENDA**

- LINEA AEREA OBJETO DE PROYECTO
- LINEA SUBTERRANEA OBJETO DE PROYECTO
- TIPO APOYO: ALINEACION / VERTICE /FIN LINEA
- AP-NNNN-1 PUNTO APOYO LINEA ELECTRICA
- SUPERFICIE VUELO LAAT
- SUPERFICIE NO EDIFICABILIDAD
- CAMINO ACCESO APOYOS
- OCUPACION ZANJA
- SERVIDUMBRE SEGURIDAD
- SERVIDUMBRE TEMPORAL

**LEYENDA CRUZAMIENTOS**

- CR-XX DEFINICION SIMBOLOGIA PUNTO CRUCE
- CARRETERA
- RIOS, ARROYOS, EMBALSES
- CAUCES-ARTIFICIAL_ACEQUIAS
- LINEA ELECTRICA
- LINEA TELECOMUNICACION
- FERROCARRIL
- GASODUCTO / OLEODUCTO
- CAMINO SANTIAGO
- VIAS VERDES/RUTAS VERDES

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00A | 14/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE GOPEGI-BIFURCACIÓN ZF

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

PLANTA GENERAL SOBRE ORTOFOTO

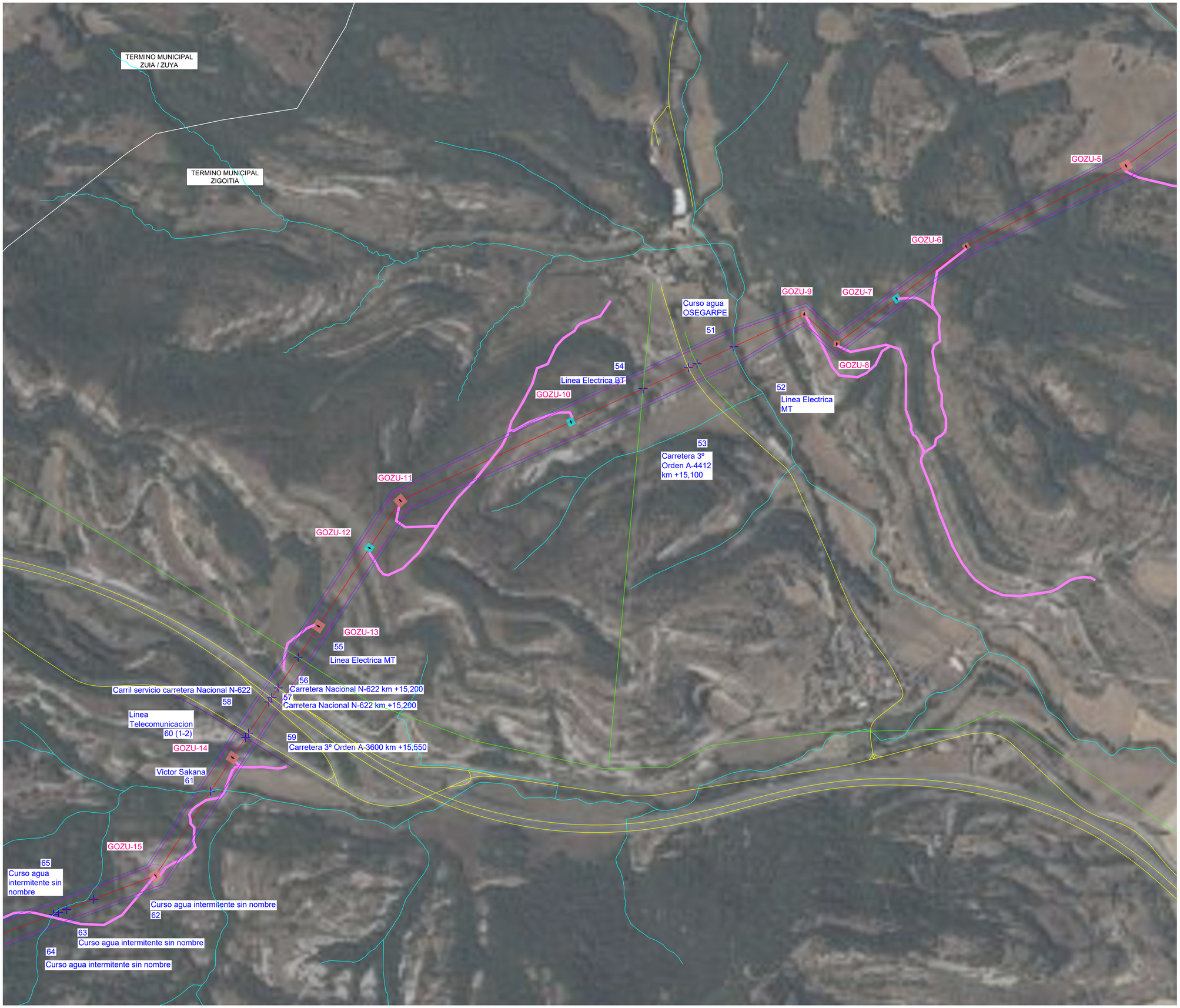
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L. SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1/4000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0003




N

DATUM: ETRS89 HUSO 30

**LEYENDA**

- LINEA AEREA OBJETO DE PROYECTO
- LINEA SUBTERRANEA OBJETO DE PROYECTO
- TIPO APOYO: ALINEACION / VERTICE /FIN LINEA
- AP-NNNN-1 PUNTO APOYO LINEA ELECTRICA
- SUPERFICIE VUELO LAAT
- SUPERFICIE NO EDIFICABILIDAD
- CAMINO ACCESO APOYOS
- OCUPACION ZANJA
- SERVIDUMBRE SEGURIDAD
- SERVIDUMBRE TEMPORAL

**LEYENDA CRUZAMIENTOS**

- CR-XX DEFINICION SIMBOLOGIA PUNTO CRUCE
- CARRETERA
- RIOS, ARROYOS, EMBALSES
- CAUCES-ARTIFICIAL_ACEQUIAS
- LINEA ELECTRICA
- LINEA TELECOMUNICACION
- FERROCARRIL
- GASODUCTO / OLEODUCTO
- CAMINO SANTIAGO
- VIAS VERDES/RUTAS VERDES

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00A | 14/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE GOPEGI-BIFURCACIÓN ZF

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

PLANTA GENERAL SOBRE ORTOFOTO

"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"

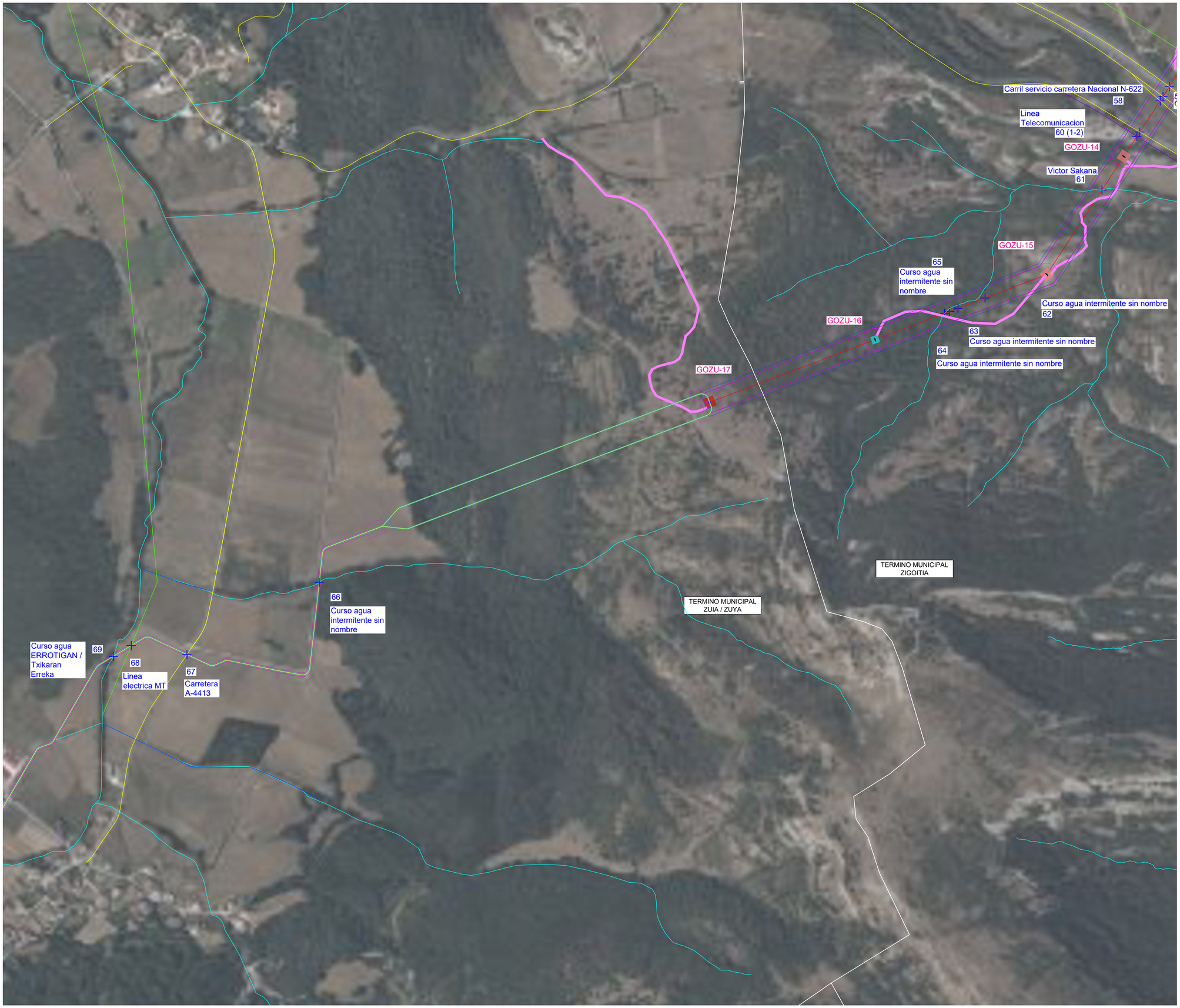
ESCALA 1/4000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0003

HOJA 02 DE 04




N

DATUM: ETRS89 HUSO 30

**LEYENDA**

- LINEA AEREA OBJETO DE PROYECTO
- LINEA SUBTERRANEA OBJETO DE PROYECTO
- TIPO APOYO: ALINEACION / VERTICE /FIN LINEA
- AP-NNNN-1 PUNTO APOYO LINEA ELECTRICA
- SUPERFICIE VUELO LAAT
- SUPERFICIE NO EDIFICABILIDAD
- CAMINO ACCESO APOYOS
- OCUPACION ZANJA
- SERVIDUMBRE SEGURIDAD
- SERVIDUMBRE TEMPORAL

**LEYENDA CRUZAMIENTOS**

- CR-XX DEFINICION SIMBOLOGIA PUNTO CRUCE
- CARRETERA
- RIOS, ARROYOS, EMBALSES
- CAUCES-ARTIFICIAL_ACEQUIAS
- LINEA ELECTRICA
- LINEA TELECOMUNICACION
- FERROCARRIL
- GASODUCTO / OLEODUCTO
- CAMINO SANTIAGO
- VIAS VERDES/RUTAS VERDES

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00A | 14/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE GOPEGI-BIFURCACIÓN ZF

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

PLANTA GENERAL SOBRE ORTOFOTO

"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 1/4000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0003

N

DATUM: ETRS89 HUSO 30

**LEYENDA**

- LINEA AEREA OBJETO DE PROYECTO
- LINEA SUBTERRANEA OBJETO DE PROYECTO
- TIPO APOYO: ALINEACION / VERTICE /FIN LINEA
- AP-NNNN-1 PUNTO APOYO LINEA ELECTRICA
- SUPERFICIE VUELO LAAT
- SUPERFICIE NO EDIFICABILIDAD
- CAMINO ACCESO APOYOS
- OCUPACION ZANJA
- SERVIDUMBRE SEGURIDAD
- SERVIDUMBRE TEMPORAL

**LEYENDA CRUZAMIENTOS**

- CR-XX DEFINICION SIMBOLOGIA PUNTO CRUCE
- CARRETERA
- RIOS, ARROYOS, EMBALSES
- CAUCES-ARTIFICIAL_ACEQUIAS
- LINEA ELECTRICA
- LINEA TELECOMUNICACION
- FERROCARRIL
- GASODUCTO / OLEODUCTO
- CAMINO SANTIAGO
- VIAS VERDES/RUTAS VERDES

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00A | 14/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE GOPEGI-BIFURCACIÓN ZF

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

PLANTA GENERAL SOBRE ORTOFOTO

"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"

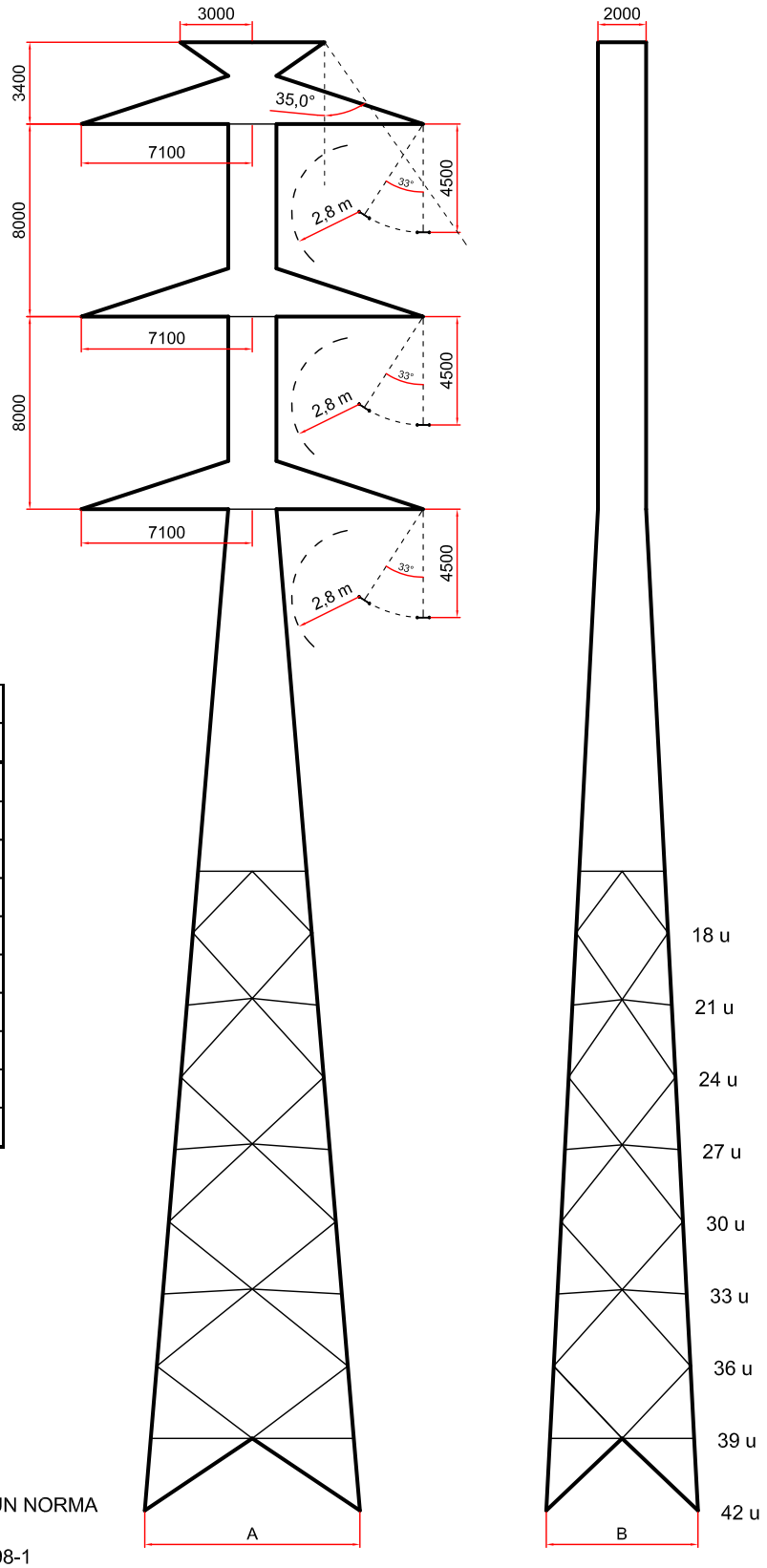
ESCALA 1/4000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0003

COTAS EN mm




| HURACÁN DC | | |
|---|---|---|
| 85/110/140/170 | | |
| **Hu** | **A (mm)** | **B (mm)** |
| **18** | 4933 | 3819 |
| **21** | 5433 | 4129 |
| **24** | 5933 | 4439 |
| **27** | 6433 | 4759 |
| **30** | 6933 | 5059 |
| **33** | 7433 | 5369 |
| **36** | 7933 | 5679 |
| **39** | 8433 | 5989 |
| **42** | 8933 | 6300 |

PERFILES Y CARTELAS DE CALIDAD S275 JR Y S355 J0 SEGÚN NORMA UNE-EN-10025

TORNILLERÍA DE CALIDAD 5.6 SEGÚN NORMA UNE-EN-ISO-898-1

TUERCAS Y ARANDELAS DE CALIDAD 5.0 SEGÚN NORMA UNE-EN-ISO-20898-2

GALVANIZADO EN CALIENTE SEGÚN NORMA ASTM A23 O UNE-EN-ISO-1461

| Revisión Revission | Fecha Date | Proyectado Projected | Dibujado Drawn | Controlado Checked | Descripción Description | Aprobado Aproved |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |
| | | | | | | |

Proyecto / Project: SERIE HURACÁN 400 kV DC

Descripción / Description: APOYO DE SUSPENSIÓN DC

Ingeniería y fabricante: POSTEMEL

| | Fecha Date | Nombre Name |
|---|---|---|
| Proyectado Projected | FEB 2021 | DCG |
| Dibujado Drawn | FEB 2021 | JMRV |
| Controlado Checked | FEB 2021 | DCG |
| Aprobado Aproved | FEB 2021 | DCG |

Plano Número / Drawing Number

Rev. / Rev.: 0

Hoja / Sheet: 1 de / of 1

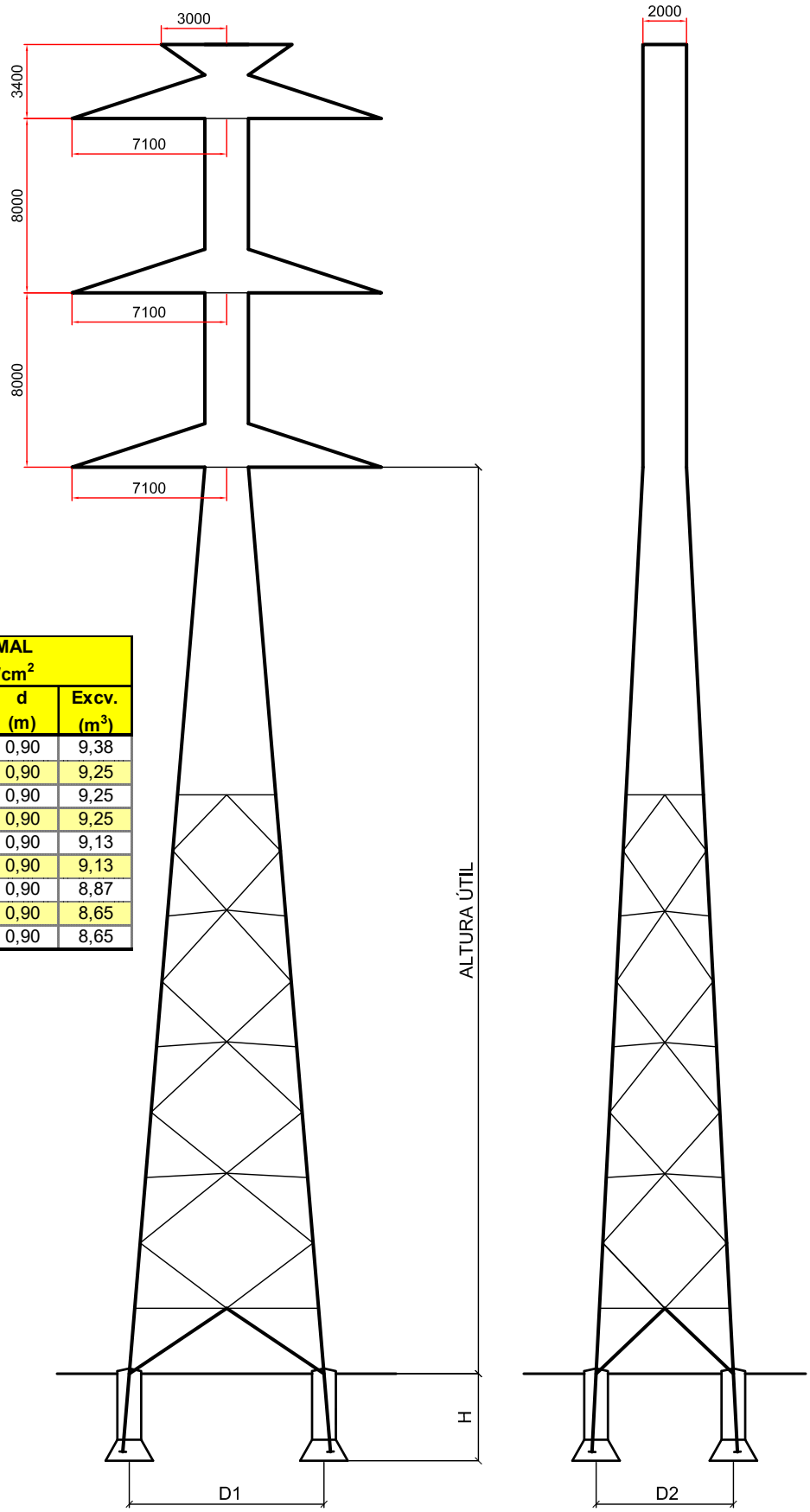
Escala / Scale

Formato / Format: ISO A4

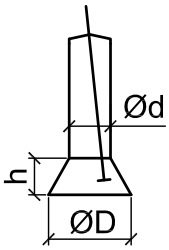
Plotear / Plot: 1:1

Este documento es propiedad de POSTEMEL, S.L. Queda prohibida su reproducción total o parcial, así como a transmitir cualquier información en él contenida sin la previa autorización por escrito de POSTEMEL, S.L.

COTAS EN mm




| ALTURA UTIL (m) | D (ladoxlado) (m) | TERRENO NORMAL α=30º σ=3 Kg/cm² H (m) | h (m) | D (m) | d (m) | Excv. (m³) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 42 | 9,25 x 6,50 | 3,05 | 0,65 | 1,60 | 0,90 | 9,38 |
| 39 | 8,75 x 6,19 | 3,00 | 0,65 | 1,60 | 0,90 | 9,25 |
| 36 | 8,25 x 5,88 | 3,00 | 0,65 | 1,60 | 0,90 | 9,25 |
| 33 | 7,75 x 5,57 | 3,00 | 0,65 | 1,60 | 0,90 | 9,25 |
| 30 | 7,25 x 5,25 | 2,95 | 0,65 | 1,60 | 0,90 | 9,13 |
| 27 | 6,75 x 4,94 | 2,95 | 0,65 | 1,60 | 0,90 | 9,13 |
| 24 | 6,25 x 4,63 | 2,95 | 0,60 | 1,55 | 0,90 | 8,87 |
| 21 | 5,75 x 4,32 | 2,95 | 0,55 | 1,50 | 0,90 | 8,65 |
| 18 | 5,25 x 4,01 | 2,95 | 0,55 | 1,50 | 0,90 | 8,65 |




CIMENTACIÓN CILÍNDRICA CON CUEVA (PATA DE ELEFANTE)

| Revisión Revision | Fecha Date | Proyectado Projected | Dibujado Drawn | Controlado Checked | Descripción Description | Aprobado Aproved |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Proyecto / Project: HURACÁN 85 DC

Descripción / Description: CIMENTACIÓN TERRENO NORMAL

Ingeniería y fabricante: POSTEMEL

| | Fecha Date | Nombre Name |
|---|---|---|
| Proyectado Projected | FEB 2021 | DCG |
| Dibujado Drawn | FEB 2021 | JMRV |
| Controlado Checked | FEB 2021 | DCG |
| Aprobado Aproved | FEB 2021 | DCG |

Plano Número / Drawing Number

Rev. / Rev.: 0

Hoja / Sheet: 1 de / of 1

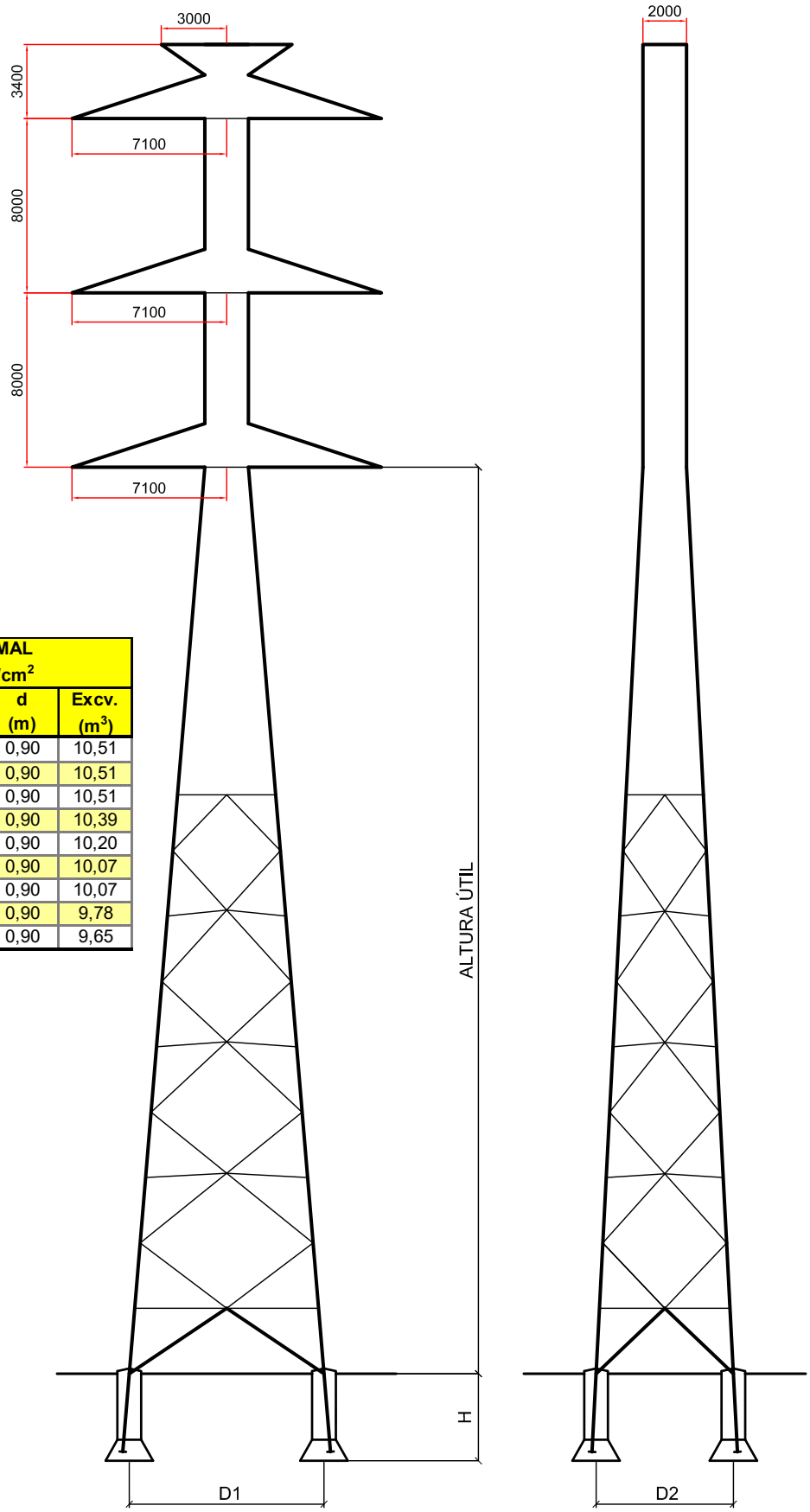
Escala / Scale

Formato / Format: ISO A4

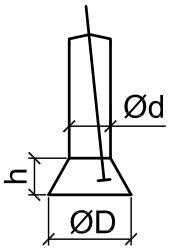
Plotear / Plot: 1:1

Este documento es propiedad de POSTEMEL, S.L. Queda prohibida su reproducción total o parcial, así como a transmitir cualquier información en él contenida sin la previa autorización por escrito de POSTEMEL, S.L.

COTAS EN mm




| ALTURA UTIL (m) | D (ladoxlado) (m) | TERRENO NORMAL α=30º σ=3 Kg/cm² | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | H (m) | h (m) | D (m) | d (m) | Excv. ($m^3$) |
| 42 | 9,25 x 6,50 | 3,20 | 0,75 | 1,75 | 0,90 | 10,51 |
| 39 | 8,75 x 6,19 | 3,20 | 0,75 | 1,75 | 0,90 | 10,51 |
| 36 | 8,25 x 5,88 | 3,20 | 0,75 | 1,75 | 0,90 | 10,51 |
| 33 | 7,75 x 5,57 | 3,15 | 0,75 | 1,75 | 0,90 | 10,39 |
| 30 | 7,25 x 5,25 | 3,20 | 0,70 | 1,70 | 0,90 | 10,20 |
| 27 | 6,75 x 4,94 | 3,15 | 0,70 | 1,70 | 0,90 | 10,07 |
| 24 | 6,25 x 4,63 | 3,15 | 0,70 | 1,70 | 0,90 | 10,07 |
| 21 | 5,75 x 4,32 | 3,15 | 0,65 | 1,65 | 0,90 | 9,78 |
| 18 | 5,25 x 4,01 | 3,10 | 0,65 | 1,65 | 0,90 | 9,65 |




CIMENTACIÓN CILÍNDRICA CON CUEVA (PATA DE ELEFANTE)

| Revisión Revision | Fecha Date | Proyectado Projected | Dibujado Drawn | Controlado Checked | Descripción Description | Aprobado Aproved |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Proyecto / Project: HURACÁN 110 DC

Descripción / Description: CIMENTACIÓN TERRENO NORMAL

Ingeniería y fabricante: POSTEMEL

| | Fecha Date | Nombre Name |
|---|---|---|
| Proyectado Projected | FEB 2021 | DCG |
| Dibujado Drawn | FEB 2021 | JMRV |
| Controlado Checked | FEB 2021 | DCG |
| Aprobado Aproved | FEB 2021 | DCG |

Plano Número / Drawing Number

Rev. / Rev.: 0

Hoja / Sheet: 1 de / of 1

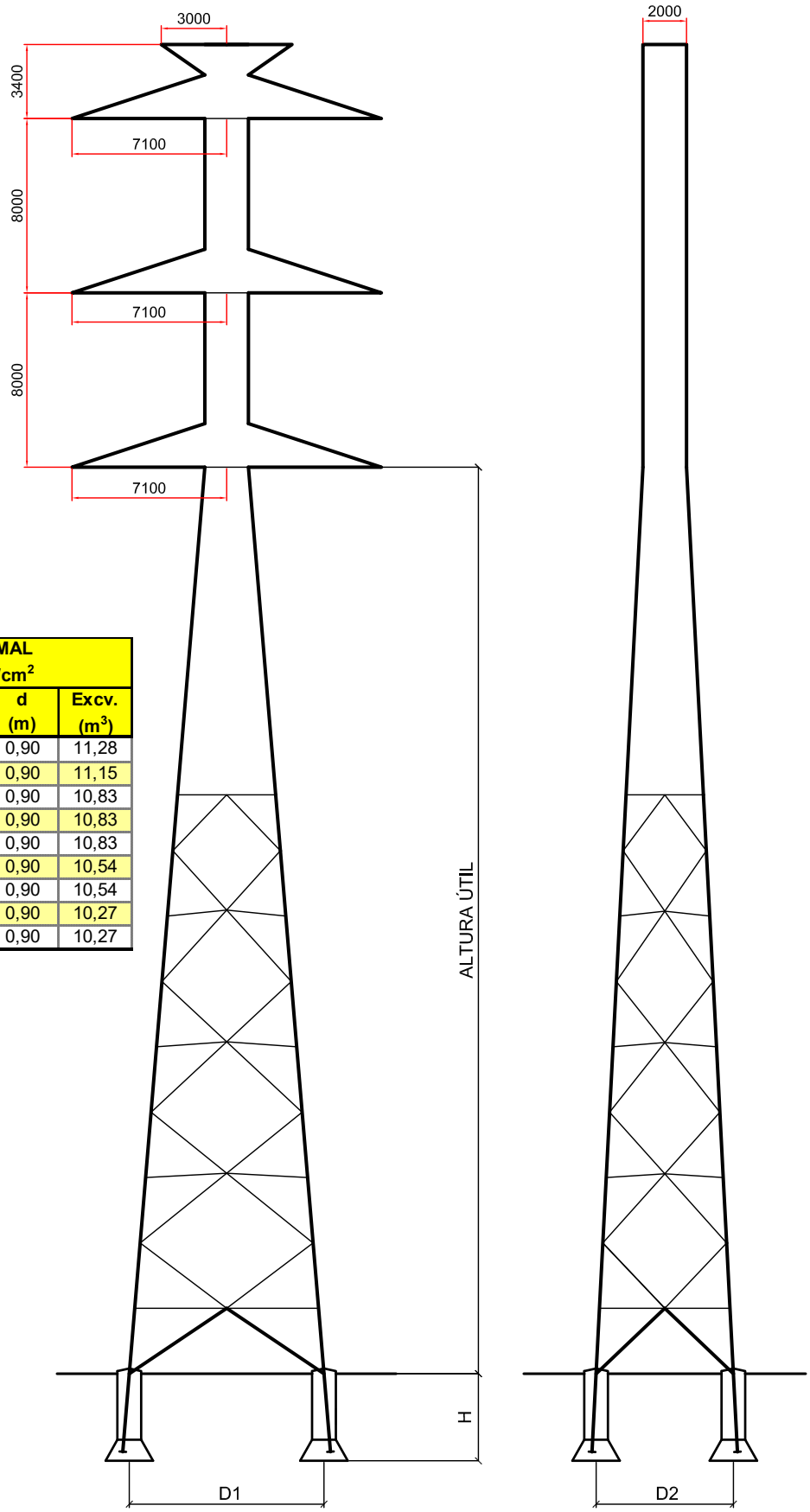
Escala / Scale

Formato / Format: ISO A4

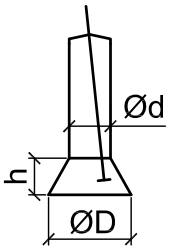
Plotear / Plot: 1:1

Este documento es propiedad de POSTEMEL, S.L. Queda prohibida su reproducción total o parcial, así como a transmitir cualquier información en él contenida sin la previa autorización por escrito de POSTEMEL, S.L.

COTAS EN mm




| ALTURA UTIL (m) | D (ladoxlado) (m) | TERRENO NORMAL α=30º σ=3 Kg/cm² | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | H (m) | h (m) | D (m) | d (m) | Excv. ($m^3$) |
| 42 | 9,25 x 6,50 | 3,50 | 0,75 | 1,75 | 0,90 | 11,28 |
| 39 | 8,75 x 6,19 | 3,45 | 0,75 | 1,75 | 0,90 | 11,15 |
| 36 | 8,25 x 5,88 | 3,45 | 0,70 | 1,70 | 0,90 | 10,83 |
| 33 | 7,75 x 5,57 | 3,45 | 0,70 | 0,70 | 0,90 | 10,83 |
| 30 | 7,25 x 5,25 | 3,45 | 0,70 | 0,70 | 0,90 | 10,83 |
| 27 | 6,75 x 4,94 | 3,45 | 0,65 | 1,65 | 0,90 | 10,54 |
| 24 | 6,25 x 4,63 | 3,45 | 0,65 | 1,65 | 0,90 | 10,54 |
| 21 | 5,75 x 4,32 | 3,40 | 0,65 | 1,60 | 0,90 | 10,27 |
| 18 | 5,25 x 4,01 | 3,40 | 0,65 | 1,60 | 0,90 | 10,27 |




CIMENTACIÓN CILÍNDRICA CON CUEVA (PATA DE ELEFANTE)

| Revisión Revision | Fecha Date | Proyectado Projected | Dibujado Drawn | Controlado Checked | Descripción Description | Aprobado Aproved |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Proyecto / Project: HURACÁN 140 DC

Descripción / Description: CIMENTACIÓN TERRENO NORMAL

Ingeniería y fabricante: POSTEMEL

| | Fecha Date | Nombre Name |
|---|---|---|
| Proyectado Projected | FEB 2021 | DCG |
| Dibujado Drawn | FEB 2021 | JMRV |
| Controlado Checked | FEB 2021 | DCG |
| Aprobado Aproved | FEB 2021 | DCG |

Plano Número / Drawing Number

Rev. / Rev.: 0

Hoja / Sheet: 1 de / of 1

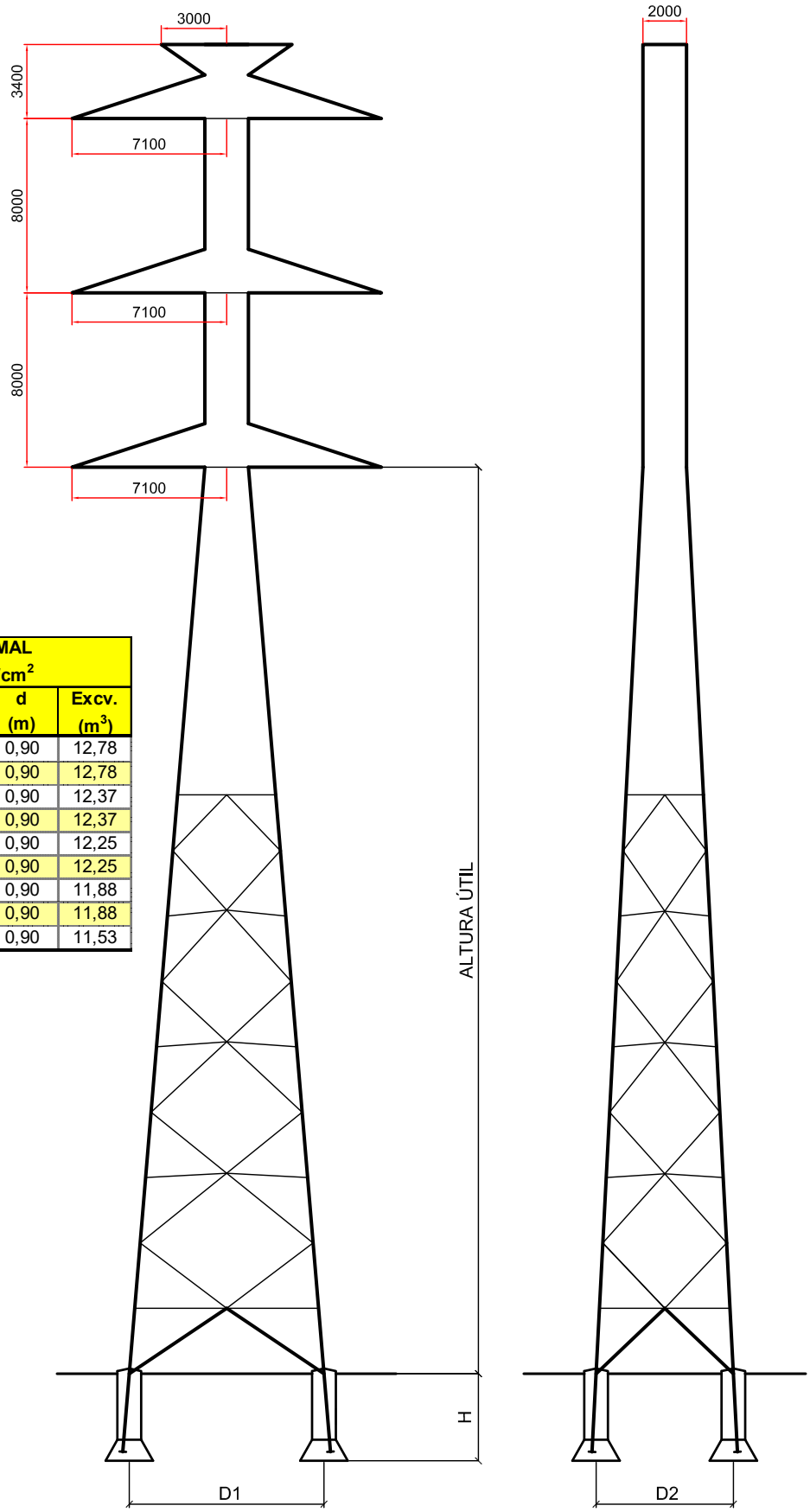
Escala / Scale

Formato / Format: ISO A4

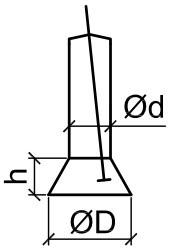
Plotear / Plot: 1:1

Este documento es propiedad de POSTEMEL, S.L. Queda prohibida su reproducción total o parcial, así como a transmitir cualquier información en él contenida sin la previa autorización por escrito de POSTEMEL, S.L.

COTAS EN mm




| ALTURA UTIL (m) | D (ladoxlado) (m) | TERRENO NORMAL α=30º σ=3 Kg/cm² | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | H (m) | h (m) | D (m) | d (m) | Excv. ($m^3$) |
| 42 | 9,25 x 6,50 | 3,65 | 0,90 | 1,90 | 0,90 | 12,78 |
| 39 | 8,75 x 6,19 | 3,65 | 0,90 | 1,90 | 0,90 | 12,78 |
| 36 | 8,25 x 5,88 | 3,65 | 0,85 | 1,85 | 0,90 | 12,37 |
| 33 | 7,75 x 5,57 | 3,65 | 0,85 | 1,85 | 0,90 | 12,37 |
| 30 | 7,25 x 5,25 | 3,60 | 0,85 | 1,85 | 0,90 | 12,25 |
| 27 | 6,75 x 4,94 | 3,60 | 0,85 | 1,85 | 0,90 | 12,25 |
| 24 | 6,25 x 4,63 | 3,60 | 0,80 | 1,80 | 0,90 | 11,88 |
| 21 | 5,75 x 4,32 | 3,60 | 0,80 | 1,80 | 0,90 | 11,88 |
| 18 | 5,25 x 4,01 | 3,60 | 0,75 | 1,75 | 0,90 | 11,53 |




CIMENTACIÓN CILÍNDRICA CON CUEVA (PATA DE ELEFANTE)

| Revisión Revision | Fecha Date | Proyectado Projected | Dibujado Drawn | Controlado Checked | Descripción Description | Aprobado Aproved |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Proyecto / Project: HURACÁN 170 DC

Descripción / Description: CIMENTACIÓN TERRENO NORMAL

Ingeniería y fabricante: POSTEMEL

| | Fecha Date | Nombre Name |
|---|---|---|
| Proyectado Projected | FEB 2021 | DCG |
| Dibujado Drawn | FEB 2021 | JMRV |
| Controlado Checked | FEB 2021 | DCG |
| Aprobado Aproved | FEB 2021 | DCG |

Plano Número / Drawing Number

Rev. / Rev.: 0

Hoja / Sheet: 1 de / of 1

Escala / Scale

Formato / Format: ISO A4

Plotear / Plot: 1:1

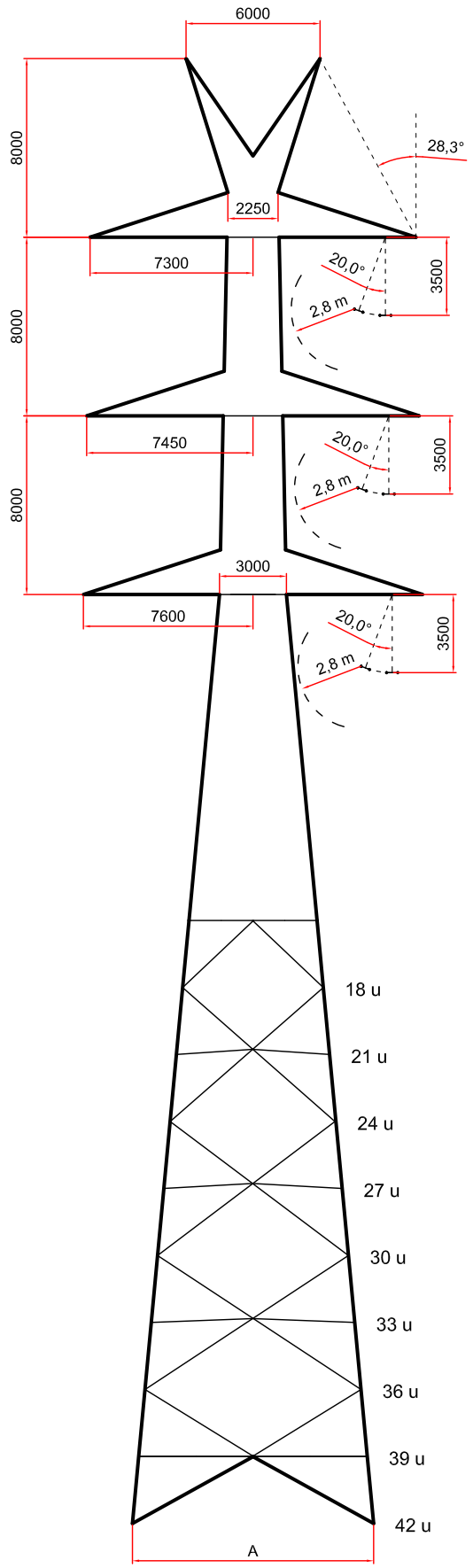
Este documento es propiedad de POSTEMEL, S.L. Queda prohibida su reproducción total o parcial, así como a transmitir cualquier información en él contenida sin la previa autorización por escrito de POSTEMEL, S.L.

COTAS EN mm

SITUACIÓN REPRESENTADA: ÁNGULO DE DESVÍO DE 40º

PARA ÁNGULOS DE DESVÍO ENTRE 40º Y 60º, SE PUEDE UTILIZAR EL MISMO MONTAJE, PERO ES NECESARIO INSERTAR UNA CADENA DE SUSPENSIÓN AUXILIAR PARA REDUCIR LA DISTANCIA DEL PUENTE AL APOYO EN LAS TRES FASES DEL CONDUCTOR.

PARA ÁNGULOS DE DESVÍO ENTRE 60º Y 90º, SE CAMBIARÁ LA CRUCETA CONVENCIONAL POR UNA CRUCETA RECTA.




| TORNADO DC | |
|---|---|
| 200/300/400/500 | |
| **Hu** | **A (mm)** |
| **18** | 6300 |
| **21** | 6862 |
| **24** | 7425 |
| **27** | 7987 |
| **30** | 8550 |
| **33** | 9113 |
| **36** | 9675 |
| **39** | 10237 |
| **42** | 10800 |

PERFILES Y CARTELAS DE CALIDAD S275 JR Y S355 J0 SEGÚN NORMA UNE-EN-10025

TORNILLERÍA DE CALIDAD 5.6 SEGÚN NORMA UNE-EN-ISO-898-1

TUERCAS Y ARANDELAS DE CALIDAD 5.0 SEGÚN NORMA UNE-EN-ISO-20898-2

GALVANIZADO EN CALIENTE SEGÚN NORMA ASTM A23 O UNE-EN-ISO-1461

| Revisión Revision | Fecha Date | Proyectado Projected | Dibujado Drawn | Controlado Checked | Descripción Description | Aprobado Aproved |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Proyecto / Project: SERIE TORNADO 400 kV DC

Descripción / Description: APOYO DE ANCLAJE DC

Ingeniería y fabricante: POSTEMEL

| | Fecha Date | Nombre Name |
|---|---|---|
| Proyectado Projected | FEB 2021 | DCG |
| Dibujado Drawn | FEB 2021 | JMRV |
| Controlado Checked | FEB 2021 | DCG |
| Aprobado Aproved | FEB 2021 | DCG |

Plano Número / Drawing Number

Rev. / Rev.: 0

Hoja / Sheet: 1 de / of 1

Escala / Scale

Formato / Format: ISO A4

Plotear / Plot: 1:1

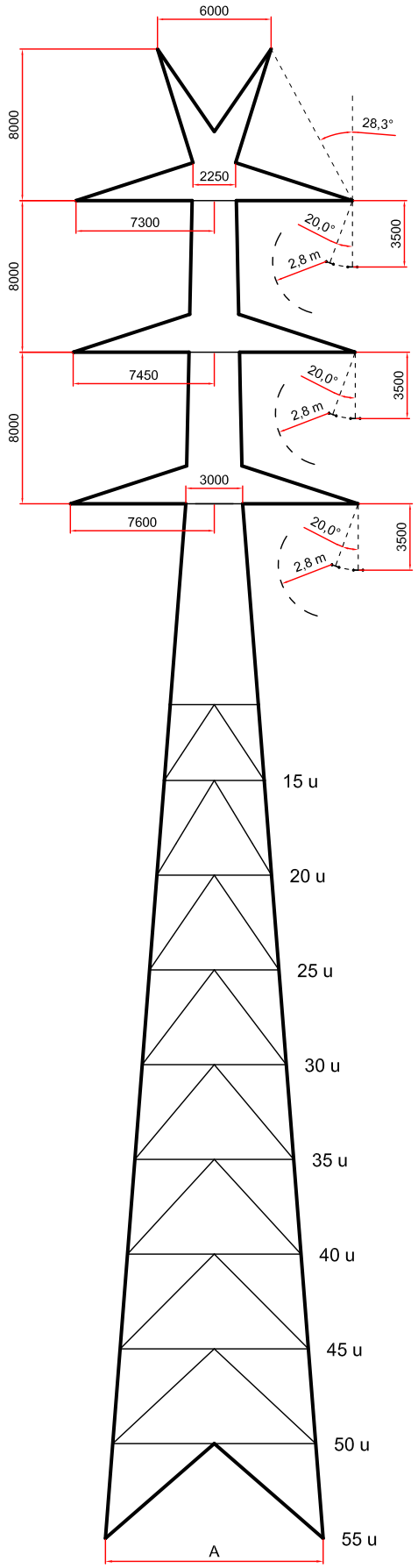
Este documento es propiedad de POSTEMEL, S.L. Queda prohibida su reproducción total o parcial, así como a transmitir cualquier información en él contenida sin la previa autorización por escrito de POSTEMEL, S.L.

COTAS EN mm

SITUACIÓN REPRESENTADA: FIN DE LÍNEA SIN ÁNGULO

PARA ÁNGULOS DE DESVIACIÓN ENTRE 37º Y 60º, SE PUEDE UTILIZAR EL MISMO MONTAJE, PERO ES NECESARIO INSERTAR UNA CADENA DE SUSPENSIÓN AUXILIAR PARA REDUCIR LA DISTANCIA DEL PUENTE AL APOYO EN LAS TRES FASES DEL CONDUCTOR.

PARA ÁNGULOS DE DESVÍO ENTRE 60º Y 90º, SE CAMBIARÁ LA CRUCETA CONVENCIONAL POR UNA CRUCETA RECTA.




| TORNADO DC FL | |
|---|---|
| 650/750 | |
| **Hu** | **A (mm)** |
| **15** | 5273 |
| **20** | 6051 |
| **25** | 6830 |
| **30** | 7608 |
| **35** | 8386 |
| **40** | 9165 |
| **45** | 9943 |
| **50** | 10722 |
| **55** | 11500 |

PERFILES Y CARTELAS DE CALIDAD S275 JR Y S355 J0 SEGÚN NORMA UNE-EN-10025

TORNILLERÍA DE CALIDAD 5.6 SEGÚN NORMA UNE-EN-ISO-898-1

TUERCAS Y ARANDELAS DE CALIDAD 5.0 SEGÚN NORMA UNE-EN-ISO-20898-2

GALVANIZADO EN CALIENTE SEGÚN NORMA ASTM A23 O UNE-EN-ISO-1461

| Revisión Revission | Fecha Date | Proyectado Projected | Dibujado Drawn | Controlado Checked | Descripción Description | Aprobado Aproved |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Proyecto / Project: SERIE TORNADO 400 kV DC

Descripción / Description: APOYO FIN DE LÍNEA DC

Ingeniería y fabricante: POSTEMEL

| | Fecha Date | Nombre Name |
|---|---|---|
| Proyectado Projected | FEB 2021 | DCG |
| Dibujado Drawn | FEB 2021 | JMRV |
| Controlado Checked | FEB 2021 | DCG |
| Aprobado Aproved | FEB 2021 | DCG |

Plano Número / Drawing Number

Rev. / Rev.: 0

Hoja / Sheet: 1 de / of 1

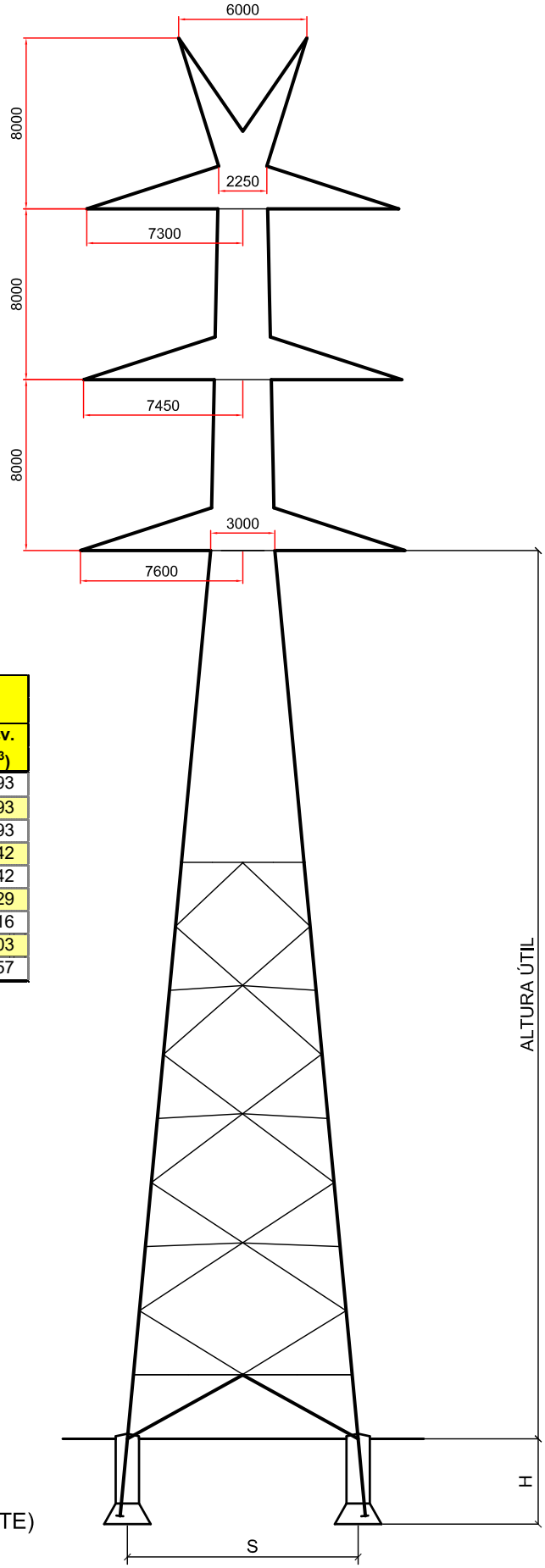
Escala / Scale

Formato / Format: ISO A4

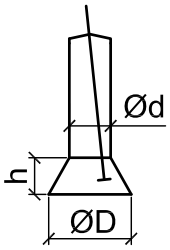
Plotear / Plot: 1:1

Este documento es propiedad de POSTEMEL, S.L. Queda prohibida su reproducción total o parcial, así como a transmitir cualquier información en él contenida sin la previa autorización por escrito de POSTEMEL, S.L.

COTAS EN mm




| ALTURA UTIL (m) | S (m) | TERRENO NORMAL α=30º σ=3 Kg/cm² | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | H (m) | h (m) | D (m) | d (m) | Excv. ($m^3$) |
| 42 | 11,20 | 3,45 | 1,05 | 2,10 | 0,90 | 13,93 |
| 39 | 10,64 | 3,45 | 1,05 | 2,10 | 0,90 | 13,93 |
| 36 | 10,07 | 3,45 | 1,05 | 2,10 | 0,90 | 13,93 |
| 33 | 9,51 | 3,45 | 1,00 | 2,05 | 0,90 | 13,42 |
| 30 | 8,95 | 3,45 | 1,00 | 2,05 | 0,90 | 13,42 |
| 27 | 8,38 | 3,40 | 1,00 | 2,05 | 0,90 | 13,29 |
| 24 | 7,82 | 3,45 | 1,00 | 2,00 | 0,90 | 13,16 |
| 21 | 7,26 | 3,40 | 1,00 | 2,00 | 0,90 | 13,03 |
| 18 | 6,69 | 3,40 | 0,95 | 1,95 | 0,90 | 12,57 |




CIMENTACIÓN CILÍNDRICA CON CUEVA (PATA DE ELEFANTE)

| Revisión Revission | Fecha Date | Proyectado Projected | Dibujado Drawn | Controlado Checked | Descripción Description | Aprobado Aproved |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Proyecto / Project: TORNADO 200 DC - D2Ha

Descripción / Description: CIMENTACIÓN TERRENO NORMAL

Ingeniería y fabricante: POSTEMEL

| | Fecha Date | Nombre Name |
|---|---|---|
| Proyectado Projected | FEB 2021 | DCG |
| Dibujado Drawn | FEB 2021 | JMRV |
| Controlado Checked | FEB 2021 | DCG |
| Aprobado Aproved | FEB 2021 | DCG |

Plano Número / Drawing Number

Rev. / Rev.: 0

Hoja / Sheet: 1 de / of 1

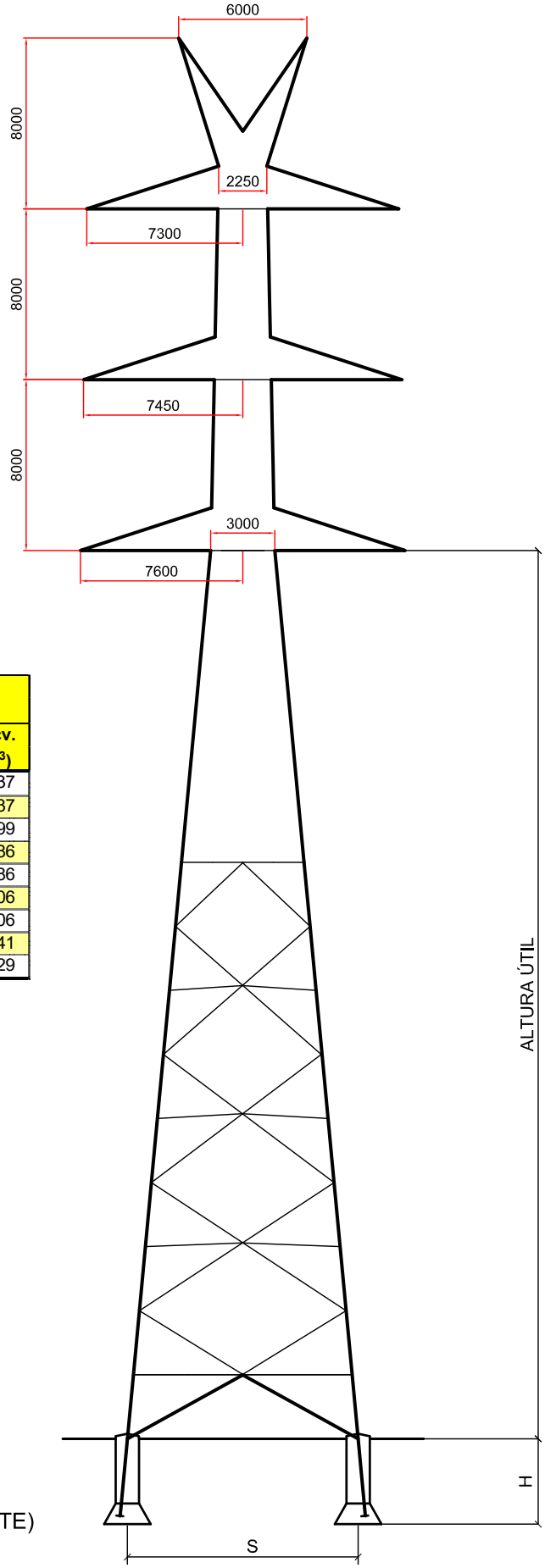
Escala / Scale

Formato / Format: ISO A4

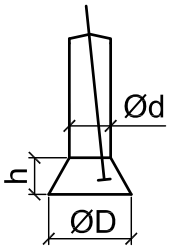
Plotear / Plot: 1:1

Este documento es propiedad de POSTEMEL, S.L. Queda prohibida su reproducción total o parcial, así como a transmitir cualquier información en él contenida sin la previa autorización por escrito de POSTEMEL, S.L.

COTAS EN mm




| ALTURA UTIL (m) | S (m) | TERRENO NORMAL α=30º σ=3 Kg/cm² | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | H (m) | h (m) | D (m) | d (m) | Excv. (m³) |
| **42** | 11,20 | 3,85 | 1,30 | 2,40 | 0,90 | 18,37 |
| **39** | 10,64 | 3,85 | 1,30 | 2,40 | 0,90 | 18,37 |
| **36** | 10,07 | 3,85 | 1,30 | 2,35 | 0,90 | 17,99 |
| **33** | 9,51 | 3,80 | 1,30 | 2,35 | 0,90 | 17,86 |
| **30** | 8,95 | 3,80 | 1,30 | 2,35 | 0,90 | 17,86 |
| **27** | 8,38 | 3,75 | 1,25 | 2,30 | 0,90 | 17,06 |
| **24** | 7,82 | 3,75 | 1,25 | 2,30 | 0,90 | 17,06 |
| **21** | 7,26 | 3,75 | 1,20 | 2,25 | 0,90 | 16,41 |
| **18** | 6,69 | 3,70 | 1,20 | 2,25 | 0,90 | 16,29 |




CIMENTACIÓN CILÍNDRICA CON CUEVA (PATA DE ELEFANTE)

| Revisión Revission | Fecha Date | Proyectado Projected | Dibujado Drawn | Controlado Checked | Descripción Description | Aprobado Aproved |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Proyecto / Project: TORNADO 300 DC - D2Ha

Descripción / Description: CIMENTACIÓN TERRENO NORMAL

Ingeniería y fabricante: POSTEMEL

| | Fecha Date | Nombre Name |
|---|---|---|
| Proyectado Projected | FEB 2021 | DCG |
| Dibujado Drawn | FEB 2021 | JMRV |
| Controlado Checked | FEB 2021 | DCG |
| Aprobado Aproved | FEB 2021 | DCG |

Plano Número / Drawing Number

Rev. / Rev.: 0

Hoja / Sheet: 1 de / of 1

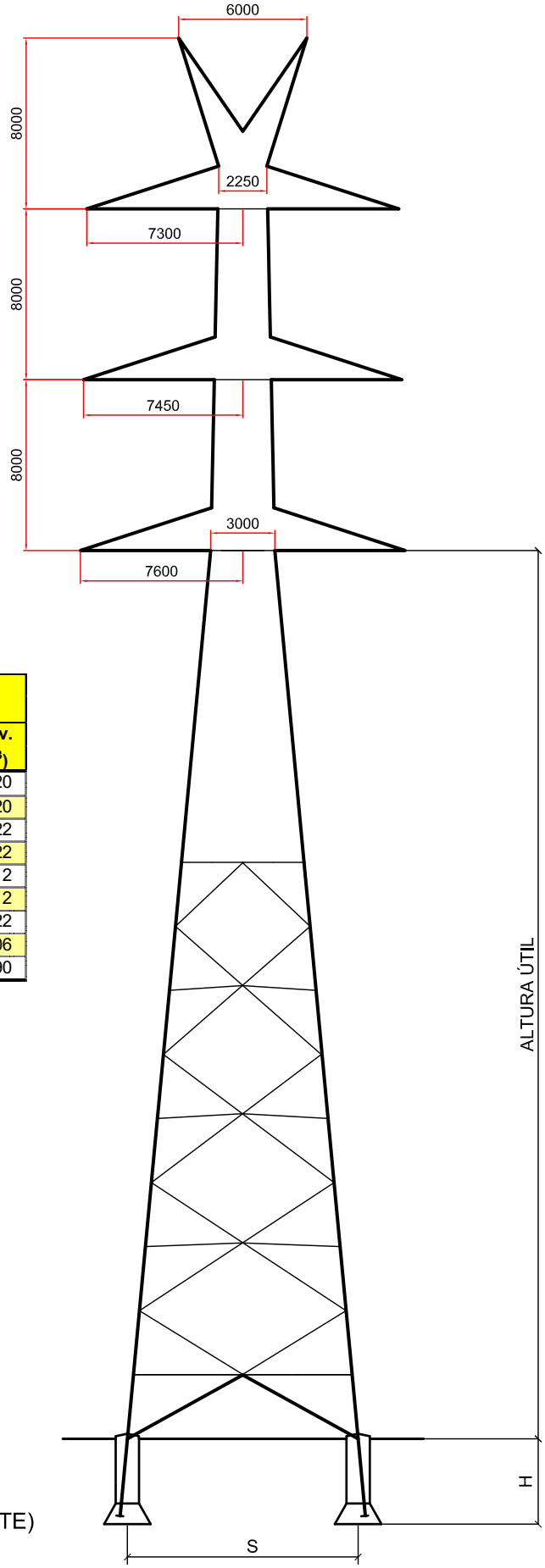
Escala / Scale

Formato / Format: ISO A4

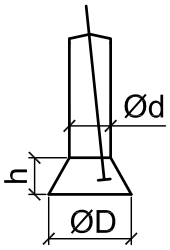
Plotear / Plot: 1:1

Este documento es propiedad de POSTEMEL, S.L. Queda prohibida su reproducción total o parcial, así como a transmitir cualquier información en él contenida sin la previa autorización por escrito de POSTEMEL, S.L.

COTAS EN mm




| ALTURA UTIL (m) | S (m) | TERRENO NORMAL α=30º σ=3 Kg/cm² | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | H (m) | h (m) | D (m) | d (m) | Excv. (m³) |
| 42 | 11,20 | 4,05 | 1,60 | 2,80 | 1,00 | 27,20 |
| 39 | 10,64 | 4,05 | 1,60 | 2,80 | 1,00 | 27,20 |
| 36 | 10,07 | 4,05 | 1,55 | 2,75 | 1,00 | 26,22 |
| 33 | 9,51 | 4,05 | 1,55 | 2,75 | 1,00 | 26,22 |
| 30 | 8,95 | 4,00 | 1,50 | 2,70 | 1,00 | 25,12 |
| 27 | 8,38 | 4,00 | 1,50 | 2,70 | 1,00 | 25,12 |
| 24 | 7,82 | 4,00 | 1,45 | 2,65 | 1,00 | 24,22 |
| 21 | 7,26 | 3,95 | 1,45 | 2,65 | 1,00 | 24,06 |
| 18 | 6,69 | 3,90 | 1,45 | 2,65 | 1,00 | 23,90 |




CIMENTACIÓN CILÍNDRICA CON CUEVA (PATA DE ELEFANTE)

| Revisión Revission | Fecha Date | Proyectado Projected | Dibujado Drawn | Controlado Checked | Descripción Description | Aprobado Aproved |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Proyecto / Project: TORNADO 400 DC - D2Ha

Descripción / Description: CIMENTACIÓN TERRENO NORMAL

Ingeniería y fabricante: POSTEMEL

| | Fecha Date | Nombre Name |
|---|---|---|
| Proyectado Projected | FEB 2021 | DCG |
| Dibujado Drawn | FEB 2021 | JMRV |
| Controlado Checked | FEB 2021 | DCG |
| Aprobado Aproved | FEB 2021 | DCG |

Plano Número / Drawing Number

Rev. / Rev.: 0

Hoja / Sheet: 1 de / of 1

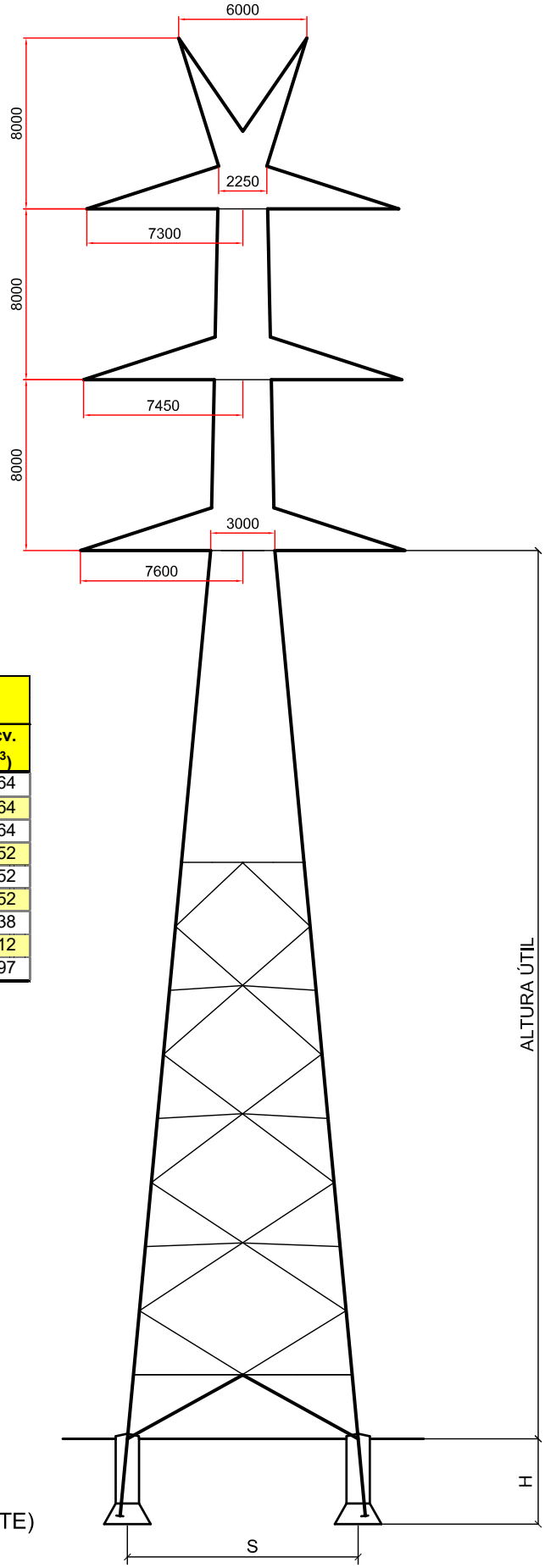
Escala / Scale

Formato / Format: ISO A4

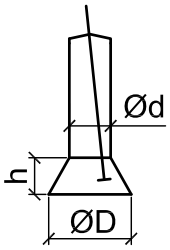
Plotear / Plot: 1:1

Este documento es propiedad de POSTEMEL, S.L. Queda prohibida su reproducción total o parcial, así como a transmitir cualquier información en él contenida sin la previa autorización por escrito de POSTEMEL, S.L.

COTAS EN mm




| ALTURA UTIL (m) | S (m) | TERRENO NORMAL α=30º σ=3 Kg/cm² | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | H (m) | h (m) | D (m) | d (m) | Excv. ($m^3$) |
| **42** | 11,20 | 4,20 | 1,80 | 3,10 | 1,05 | 34,64 |
| **39** | 10,64 | 4,20 | 1,80 | 3,10 | 1,05 | 34,64 |
| **36** | 10,07 | 4,20 | 1,80 | 3,10 | 1,05 | 34,64 |
| **33** | 9,51 | 4,20 | 1,75 | 3,00 | 1,00 | 31,52 |
| **30** | 8,95 | 4,20 | 1,75 | 3,00 | 1,00 | 31,52 |
| **27** | 8,38 | 4,20 | 1,75 | 3,00 | 1,00 | 31,52 |
| **24** | 7,82 | 4,20 | 1,70 | 2,95 | 1,00 | 30,38 |
| **21** | 7,26 | 4,15 | 1,65 | 2,90 | 1,00 | 29,12 |
| **18** | 6,69 | 4,10 | 1,65 | 2,90 | 1,00 | 28,97 |




CIMENTACIÓN CILÍNDRICA CON CUEVA (PATA DE ELEFANTE)

| Revisión Revission | Fecha Date | Proyectado Projected | Dibujado Drawn | Controlado Checked | Descripción Description | Aprobado Aproved |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | |

Proyecto / Project: TORNADO 500 DC - D2Ha

Descripción / Description: CIMENTACIÓN TERRENO NORMAL

Ingeniería y fabricante: POSTEMEL

| | Fecha Date | Nombre Name |
|---|---|---|
| Proyectado Projected | FEB 2021 | DCG |
| Dibujado Drawn | FEB 2021 | JMRV |
| Controlado Checked | FEB 2021 | DCG |
| Aprobado Aproved | FEB 2021 | DCG |

Plano Número / Drawing Number

Rev. / Rev.: 0

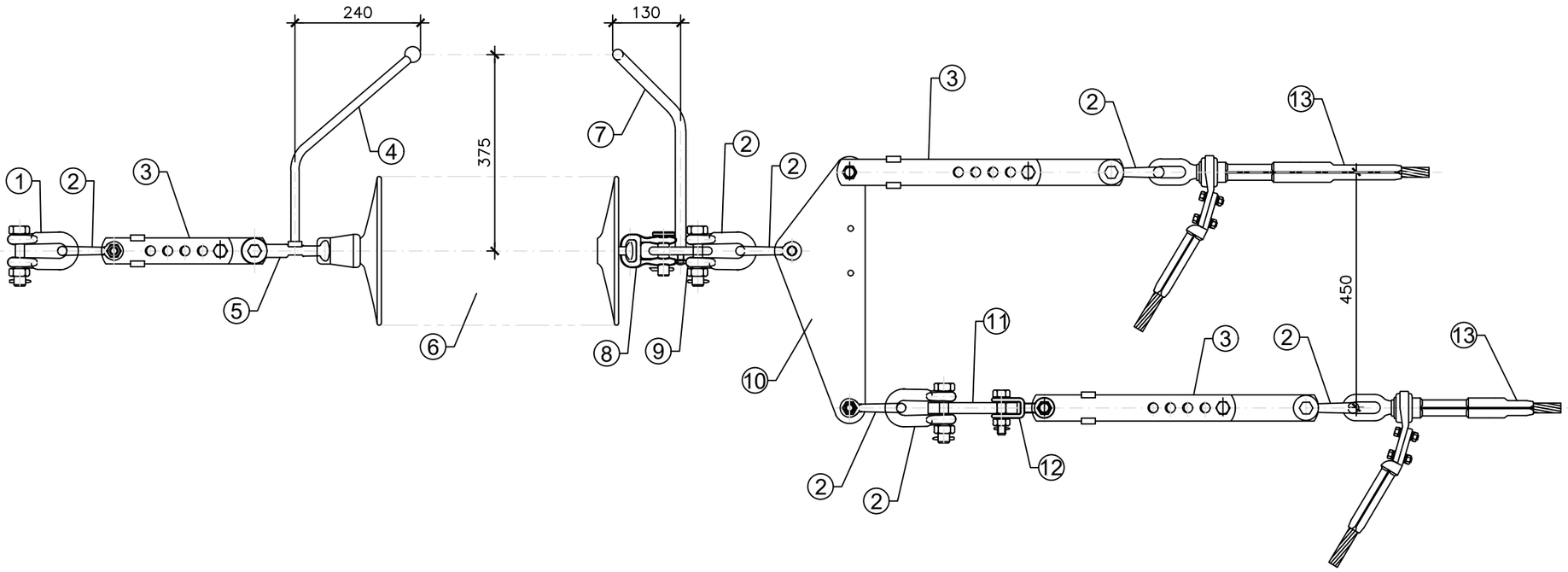
Hoja / Sheet: 1 de / of 1

Escala / Scale

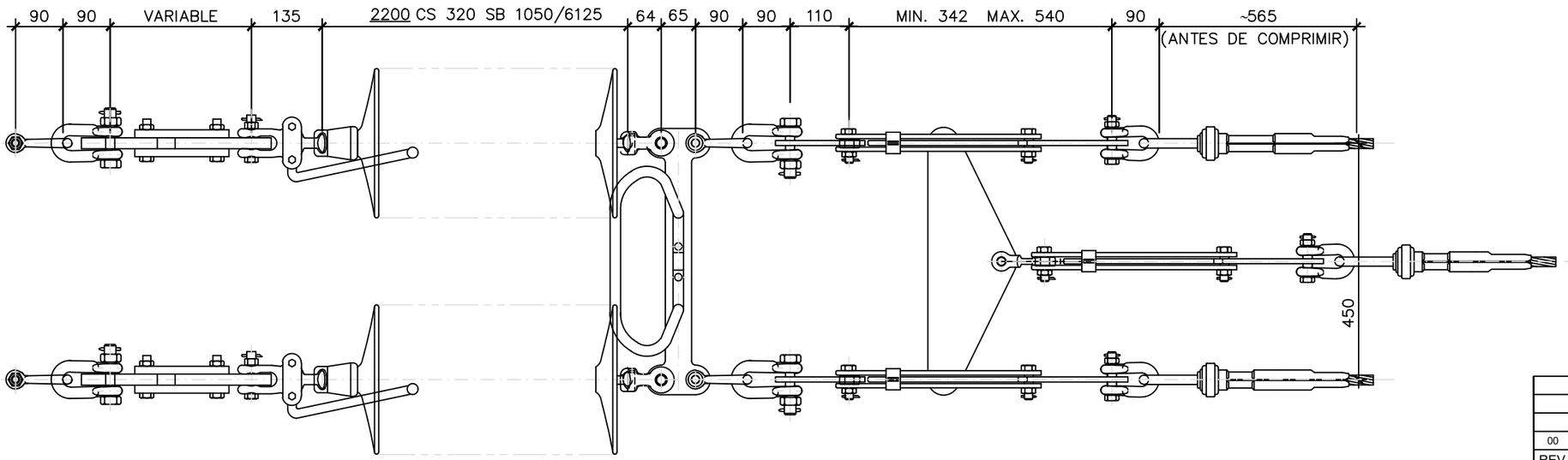
Formato / Format: ISO A4

Plotear / Plot: 1:1

Este documento es propiedad de POSTEMEL, S.L. Queda prohibida su reproducción total o parcial, así como a transmitir cualquier información en él contenida sin la previa autorización por escrito de POSTEMEL, S.L.




| POS. | DENOMINACION | CANT. |
|---|---|---|
| 1 | GRILLETE RECTO | 2 |
| 2 | GRILLETE RECTO | 10 |
| 3 | ALARGADERA REGULABLE | 5 |
| 4 | DESCARGADOR SUPERIOR | 2 |
| 5 | HORQUILLA BOLA PROTECCION | 2 |
| 6 | AISLADOR POLIMERICO CS 320 SB 1050/6125 | 1 |
| 7 | DESCARGADOR INFERIOR | 1 |
| 8 | ROTULA HORQUILLA | 2 |
| 9 | YUGO DOBLE DUPLEX | 1 |
| 10 | YUGO ASIMETRICO | 2 |
| 11 | YUGO DOBLE SIMPLEX | 1 |
| 12 | HORQUILLA PASTILLA REVIRADA | 1 |
| 13 | GRAPA AMARRE COMPRESION CONDUCTOR | 3 |




| CARACTERÍSTICAS DEL AISLAMIENTO | |
|---|---|
| Conductor | 3 x LA510 |
| Tensión (kV) | 220 |
| Tensión más elevada (kV) | 245 |
| Material | Polimérico |
| Composición | CS 320 SB 1050/6125 |
| Línea de fuga de la cadena (mm) | 6.125 |
| Nivel de aislamiento (mm/kV) | 25 |
| Carga de rotura CME (KN) | 320 |
| Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV) | 1050 |
| Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV) | 460 |
| Distancia de arco mínima (mm) | 1.970 |
| Diámetro máximo zona aislante (mm) | 200 |
| Rotula y alojamiento de rótula (CEI 120 ) | 20 |
| Longitud del aislador (mm) | ~2200 |

CADENA DE AMARRE DOBLE TRIPLEX.

CARGA DE ROTURA MINIMA DEL CONJUNTO: 640 kN

NOTAS:

1.- TODOS LOS HERRAJES Y GRAPA DE LA CADENA (A EXCEPCION DE LOS AISLADORES), SERAN SUMINISTRADOS POR EL MISMO FABRICANTE PARA EVITAR PROBLEMAS DE ACOPLAMIENTO.

2.- TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO, TUERCA Y PASADOR.

3.- TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS.

4.- TODAS LAS COTAS EN mm.

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 03/02/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEAS DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEAS A 220 kV SE RIBERA-SE ZUIA Y 400 kV SE ZUIA-SE LUZUERO

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

AISLAMIENTO Y HERRAJES DEL CONDUCTOR
CADENA DE AMARRE 220 kV

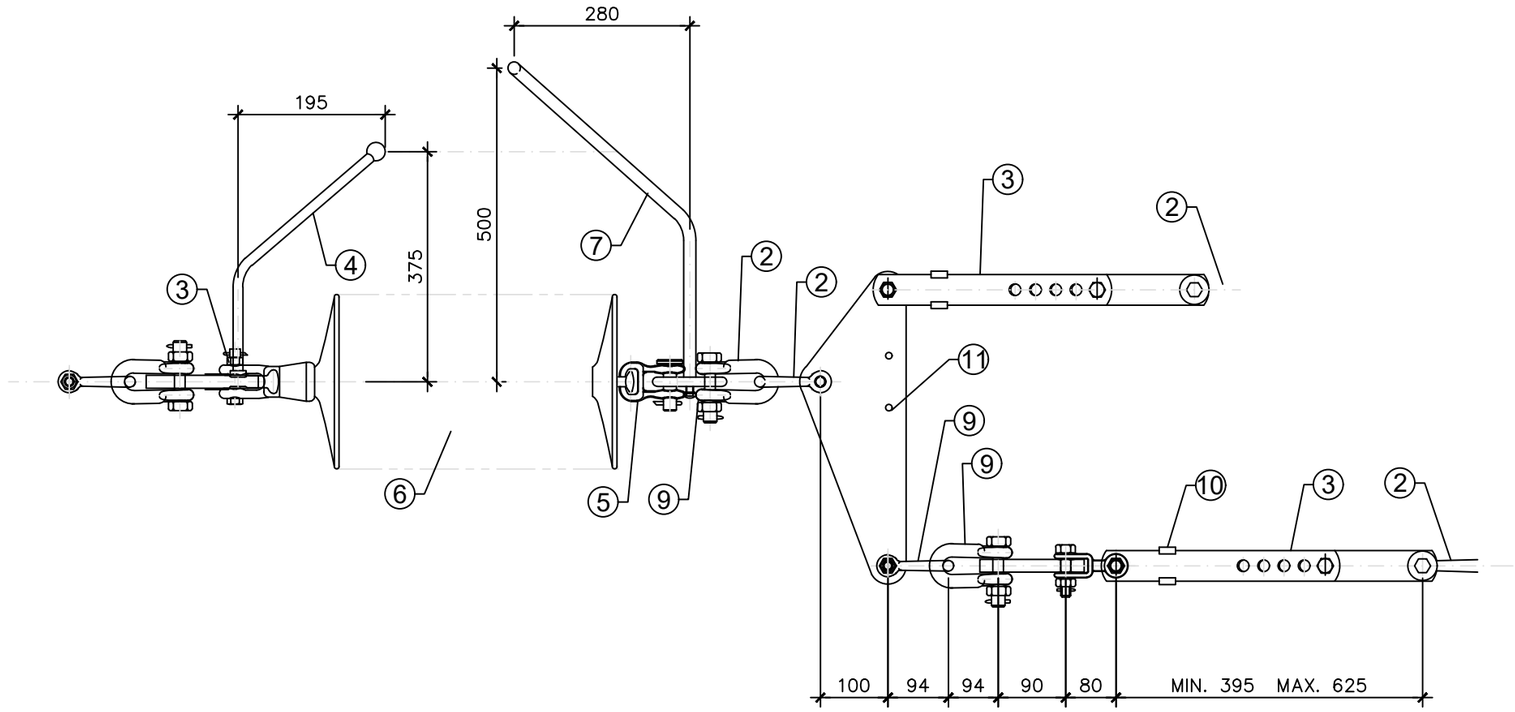
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L. SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

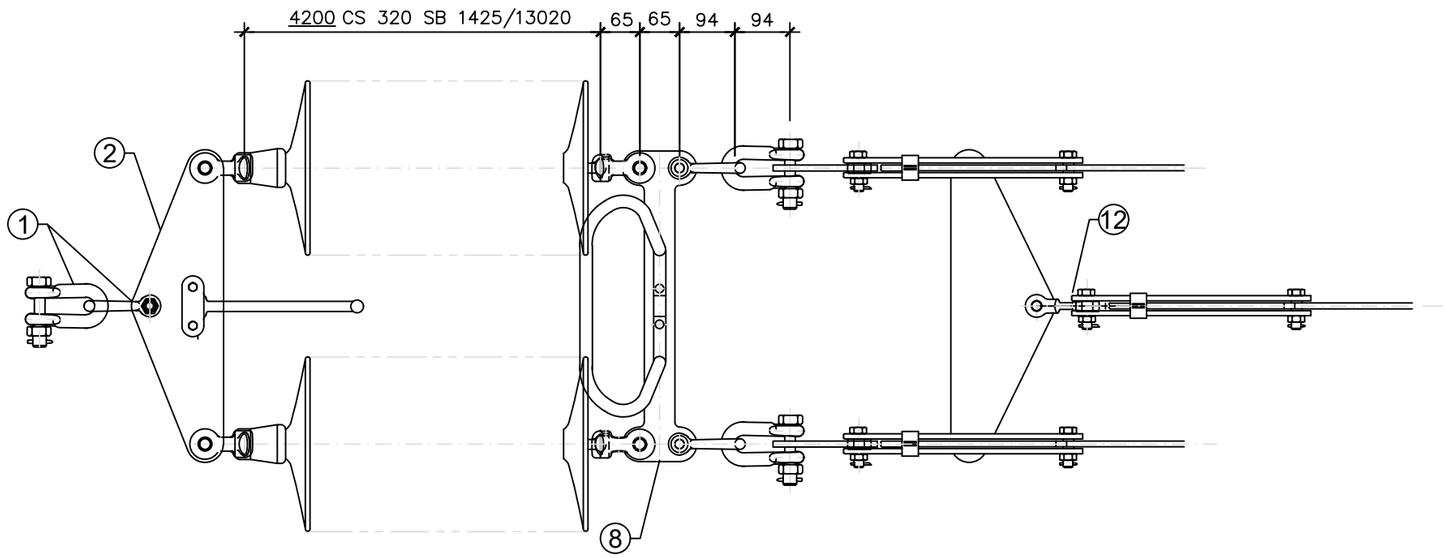
ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZIER-SOL-LE-PE-DRW-0005




| POS. | DENOMINACION | CANT. |
|---|---|---|
| 1 | GRILLETE RECTO | 2 |
| 2 | YUGO TRIANGULAR | 1 |
| 3 | HORQUILLA BOLA | 2 |
| 4 | DESCARGADOR SUPERIOR | 1 |
| 5 | HORQUILLA BOLA PROTECCION | 2 |
| 6 | AISLADOR POLIMERICO CS 320 SB 1425/13020 | 1 |
| 7 | RAQUETA INFERIOR | 1 |
| 8 | YUGO DOBLE DUPLEX | 2 |
| 9 | GRILLETE RECTO | 1 |
| 10 | TENSOR CORREDERA | 2 |
| 11 | YUGO TRIANGULAR | 1 |
| 12 | HORQUILLA PASTILLA REVIRADA | 1 |

| CARACTERÍSTICAS DEL AISLAMIENTO | |
|---|---|
| Conductor | 3 x LARL510 |
| Tensión (kV) | 400 |
| Tensión más elevada (kV) | 420 |
| Material | Polimérico |
| Composición | CS 320 SB 1425/13020 |
| Línea de fuga de la cadena (mm) | 13.020 |
| Nivel de aislamiento (mm/kV) | 31 |
| Carga de rotura CME (KN) | 320 |
| Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV) | 1425 |
| Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV) | 1050 |
| Rotula y alojamiento de rótula (CEI 120 ) | 20 |
| Longitud del aislador (mm) | ~4200 |

CADENA DE AMARRE DOBLE TRIPLEX.

CARGA DE ROTURA MINIMA DEL CONJUNTO: 640 kN

NOTAS:

1.- TODOS LOS HERRAJES Y GRAPA DE LA CADENA (A EXCEPCION DE LOS AISLADORES), SERAN SUMINISTRADOS POR EL MISMO FABRICANTE PARA EVITAR PROBLEMAS DE ACOPLAMIENTO.

2.- TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO, TUERCA Y PASADOR.

3.- TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS.

4.- TODAS LAS COTAS EN mm.

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 03/02/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEAS DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEAS A 220 kV SE RIBERA-SE ZUIA Y 400 kV SE ZUIA-SE LUZUERO

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

AISLAMIENTO Y HERRAJES DEL CONDUCTOR
CADENA DE AMARRE 400 kV

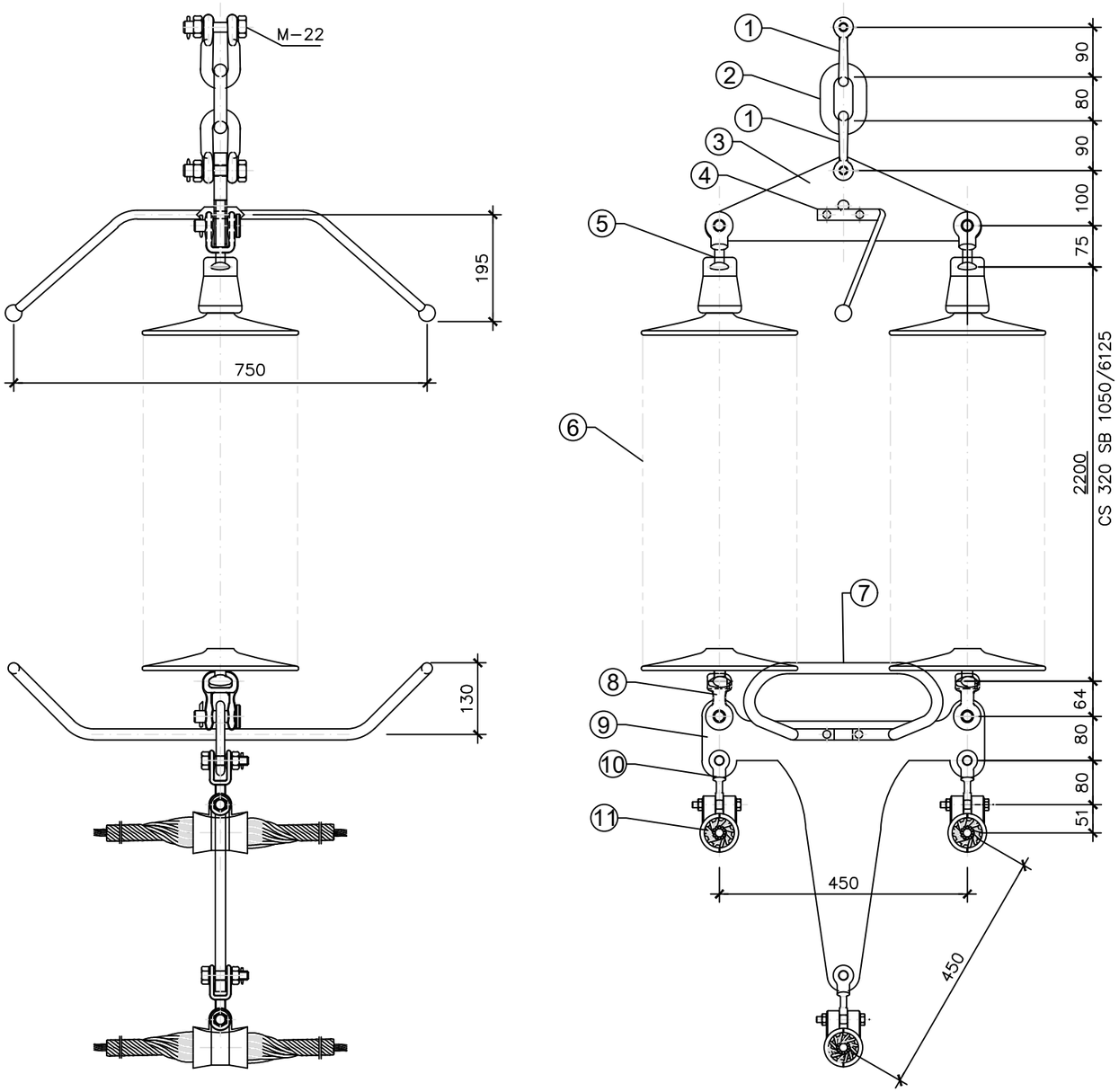
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L. SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZIER-SOL-LE-PE-DRW-0005




| CARACTERÍSTICAS DEL AISLAMIENTO | |
|---|---|
| Conductor | 3 x LA510 |
| Tensión (kV) | 220 |
| Tensión más elevada (kV) | 245 |
| Material | Polimérico |
| Composición | CS 320 SB 1050/6125 |
| Línea de fuga de la cadena (mm) | 6.125 |
| Nivel de aislamiento (mm/kV) | 25 |
| Carga de rotura CME (KN) | 320 |
| Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV) | 1050 |
| Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV) | 460 |
| Distancia de arco mínima (mm) | 1.970 |
| Diámetro máximo zona aislante (mm) | 200 |
| Rotula y alojamiento de rótula (CEI 120 ) | 20 |
| Longitud del aislador (mm) | ~2200 |

| POS. | DENOMINACION | CANT. |
|---|---|---|
| 1 | GRILLETE NORMAL RECTO | 2 |
| 2 | ESLABON | 1 |
| 3 | YUGO SENCILLO DUPLEX | 1 |
| 4 | DESCARGADOR SUPERIOR | 2 |
| 5 | HORQUILLA DE BOLA EN V | 2 |
| 6 | AISLADOR POLIMERICO CS 320 SB 1050/6125 | 1 |
| 7 | DESCARGADOR INFERIOR | 2 |
| 8 | ROTULA HORQUILLA | 2 |
| 9 | YUGO DOBLE TRIPLEX | 1 |
| 10 | HORQUILLA REVIRADA | 3 |
| 11 | GRAPA SUSPENSION ARMADA GSA PARA CONDUCTOR | 3 |

CADENA DE SUSPENSIÓN DOBLE TRIPLEX.

CARGA DE ROTURA MINIMA DEL CONJUNTO: 640 kN

NOTAS:

1.- TODOS LOS HERRAJES Y GRAPA DE LA CADENA (A EXCEPCION DE LOS AISLADORES), SERAN SUMINISTRADOS POR EL MISMO FABRICANTE PARA EVITAR PROBLEMAS DE ACOPLAMIENTO.

2.- TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO, TUERCA Y PASADOR.

3.- TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS.

4.- TODAS LAS COTAS EN mm.

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 03/02/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEAS DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEAS A 220 kV SE RIBERA-SE ZUIA Y 400 kV SE ZUIA-SE LUZUERO

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

TÍTULO PLANO:

AISLAMIENTO Y HERRAJES DEL CONDUCTOR
CADENA DE SUSPENSION 220 kV

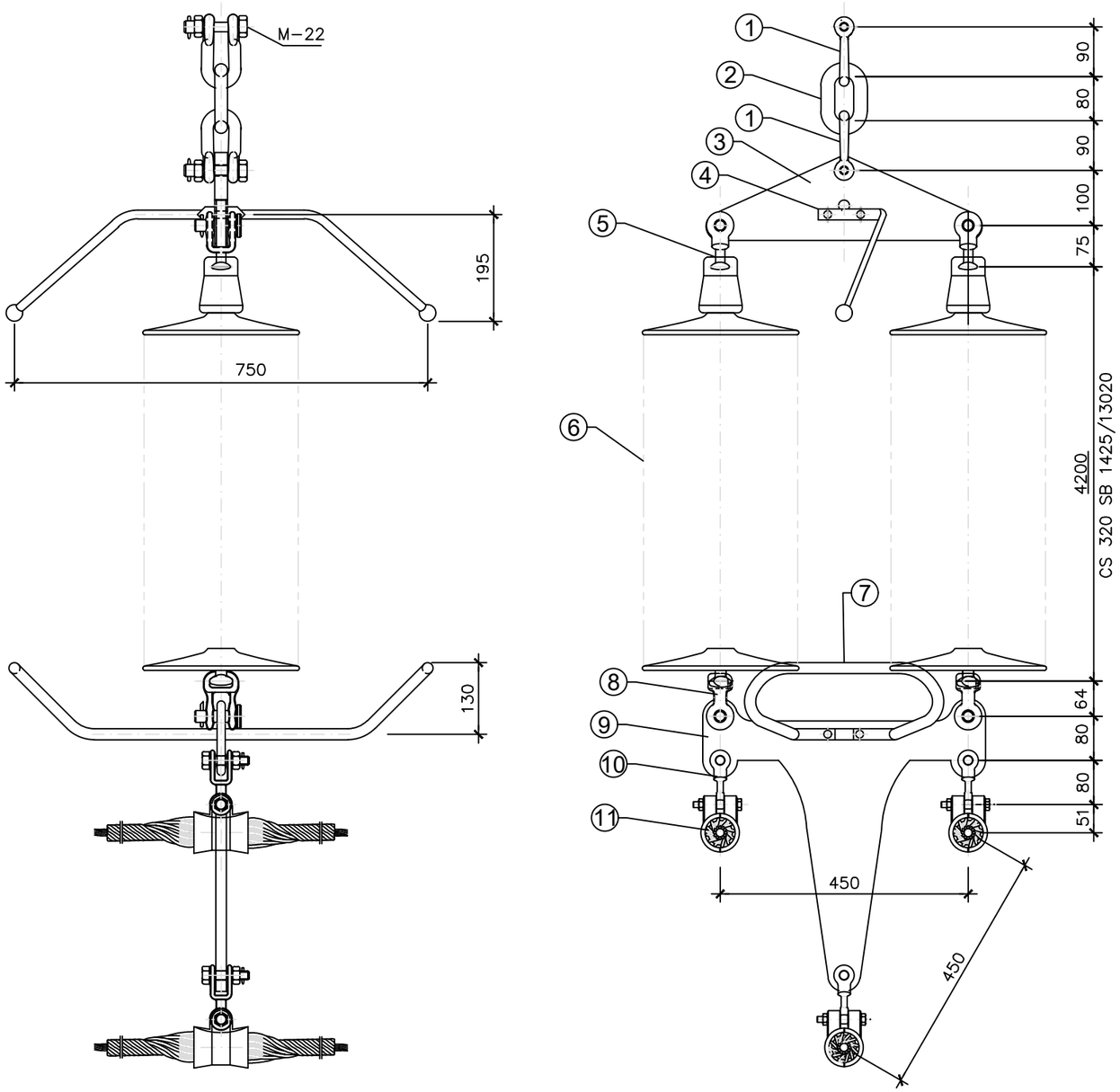
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L. SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZIER-SOL-LE-PE-DRW-0005




| CARACTERÍSTICAS DEL AISLAMIENTO | |
|---|---|
| Conductor | 3 x LARL510 |
| Tensión (kV) | 400 |
| Tensión más elevada (kV) | 420 |
| Material | Polimérico |
| Composición | CS 320 SB 1425/13020 |
| Línea de fuga de la cadena (mm) | 13.020 |
| Nivel de aislamiento (mm/kV) | 31 |
| Carga de rotura CME (KN) | 320 |
| Tensión soportada a impulso tipo rayo (kV) | 1425 |
| Tensión soportada a frecuencia industrial bajo lluvia (kV) | 1050 |
| Rotula y alojamiento de rótula (CEI 120 ) | 20 |
| Longitud del aislador (mm) | ~4200 |

| POS. | DENOMINACION | CANT. |
|---|---|---|
| 1 | GRILLETE NORMAL RECTO | 2 |
| 2 | ESLABON | 1 |
| 3 | YUGO SENCILLO DUPLEX | 1 |
| 4 | DESCARGADOR SUPERIOR | 2 |
| 5 | HORQUILLA DE BOLA EN V | 2 |
| 6 | AISLADOR POLIMERICO CS 320 SB 1425/13020 | 1 |
| 7 | DESCARGADOR INFERIOR | 2 |
| 8 | ROTULA HORQUILLA | 2 |
| 9 | YUGO DOBLE TRIPLEX | 1 |
| 10 | HORQUILLA REVIRADA | 3 |
| 11 | GRAPA SUSPENSION ARMADA GSA PARA CONDUCTOR | 3 |

CADENA DE SUSPENSIÓN DOBLE TRIPLEX.

CARGA DE ROTURA MINIMA DEL CONJUNTO: 640 kN

NOTAS:

1.- TODOS LOS HERRAJES Y GRAPA DE LA CADENA (A EXCEPCION DE LOS AISLADORES), SERAN SUMINISTRADOS POR EL MISMO FABRICANTE PARA EVITAR PROBLEMAS DE ACOPLAMIENTO.

2.- TODOS LOS HERRAJES CON TORNILLO, TUERCA Y PASADOR.

3.- TODAS LAS PIEZAS DE ACERO, GALVANIZADAS.

4.- TODAS LAS COTAS EN mm.

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 03/02/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEAS DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEAS A 220 kV SE RIBERA-SE ZUIA Y 400 kV SE ZUIA-SE LUZUERO

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

AISLAMIENTO Y HERRAJES DEL CONDUCTOR
CADENA DE SUSPENSION 400 kV

"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"

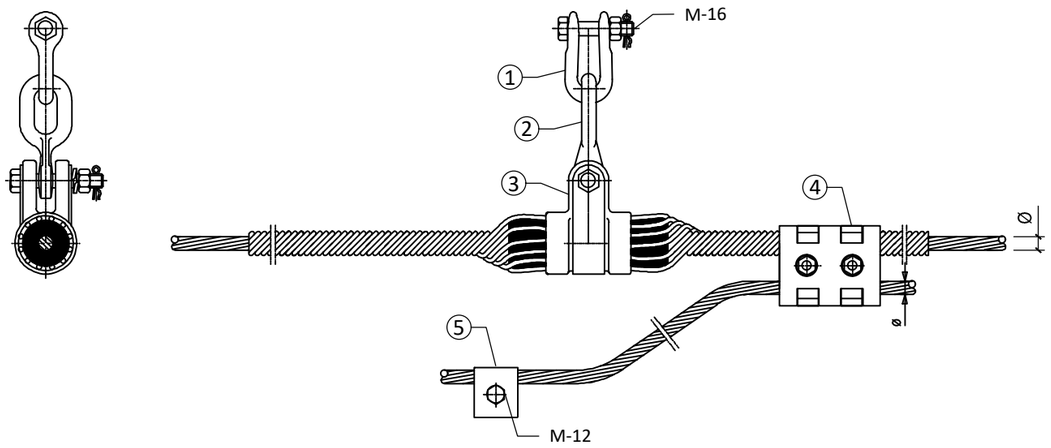
ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZIER-SOL-LE-PE-DRW-0005

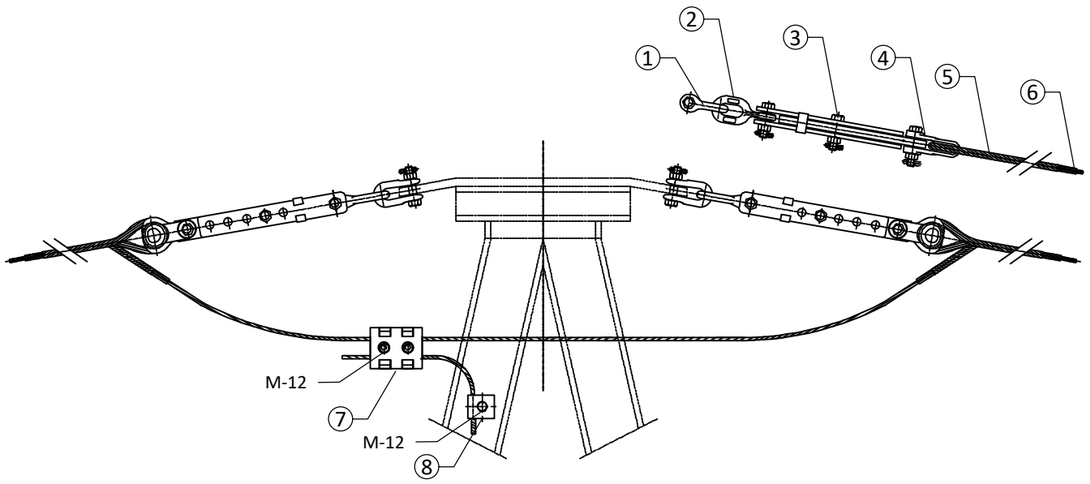
## SUSPENSIÓN OPGW




CARGA DE ROTURA MINIMA DE LOS HERRAJES: 14 daN

| LISTADO MATERIALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PUNTO | CANTIDAD | DENOMINACION | MATERIAL | ACABADO |
| 1 | 1 | GRILLETE RECTO GN-I6T | ACERO | GALVANIZADO |
| 2 | 1 | ESLABON REVIRADO ESR-16 | ACERO | GALVANIZADO |
| 3 | 1 | GRAPA DE SUSPENSION ARMADA | ALEACION ALUMINIO | |
| 4 | 1 | GRAPA DE CONEXION PARALELA | ALEACION ALUMINIO | |
| 5 | 1 | GRAPA DE PUESTA A TIERRA | ALEACION ALUMINIO | |

## AMARRE OPGW




CARGA DE ROTURA MINIMA DE LOS HERRAJES: 14 daN

| LISTADO MATERIALES | | | | |
|---|---|---|---|---|
| PUNTO | CANTIDAD | DENOMINACION | MATERIAL | ACABADO |
| 1 | 2 | GRILLETE RECTO GN-I6T | ACERO | GALVANIZADO |
| 2 | 2 | ESLABON REVIRADO ESR-16 | ACERO | GALVANIZADO |
| 3 | 2 | TENSOR CORREDERA T-I | ACERO | GALVANIZADO |
| 4 | 2 | GUARDACABOS G-16 | ACERO | GALVANIZADO |
| 5 | 2 | RETENCION PREFORMADA | ALUMOWELD | |
| 6 | 2 | PROTECCION PREFORMADA | ALUMOWELD | |
| 7 | 1 | GRAPA PARALELA PUESTA A TIERRA | ALEACION ALUMINIO | |
| 8 | 1 | GRAPA DE PUESTA A TIERRA | ALEACION ALUMINIO | |

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 15/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA DC 220 kV SE GOPEGI-SE ZUIA. TRAMO SE GOPEGUI-ENTRONQUE GOPEGUI

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

TÍTULO PLANO:

HERRAJES DEL CABLE DE TIERRA

"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"

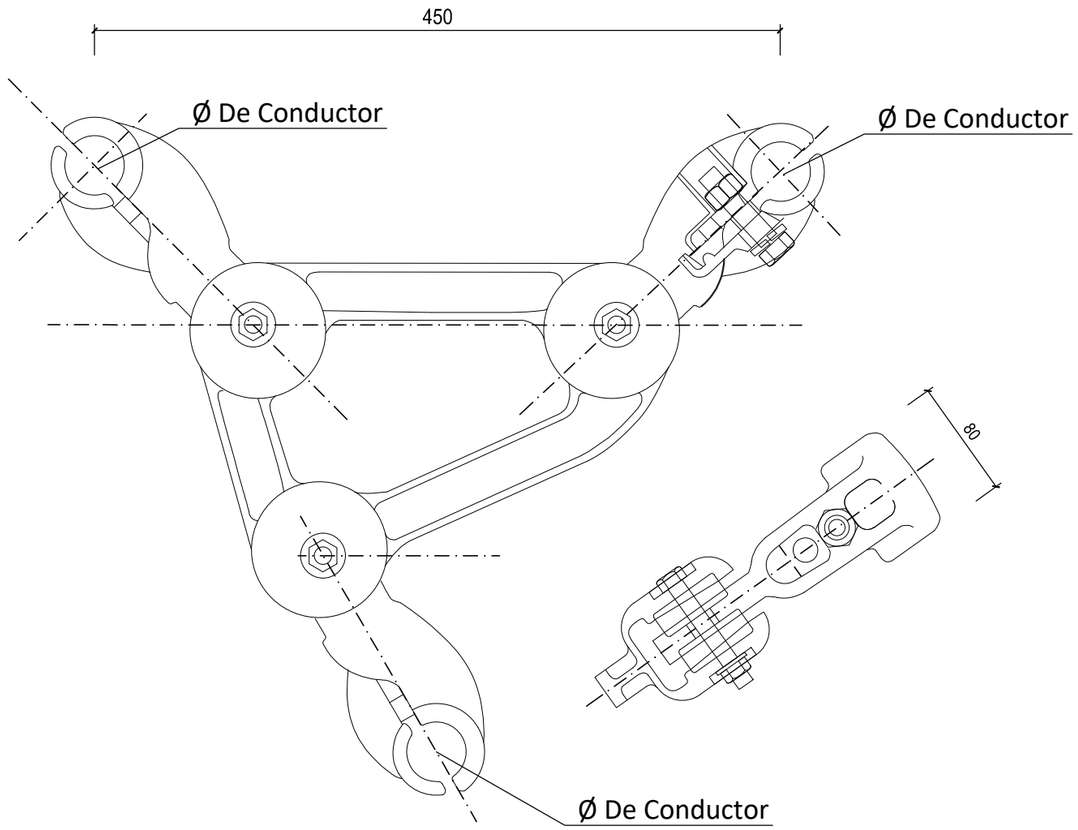
ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0006

HOJA 01 DE 01




NOTAS:

PAR DE APRIETE DE LOS TORNILLOS: 70 Nm
PESO APROXIMADO DEL CONJUNTO: 5,60 kg

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 15-01-2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA DC 220 kV SE GOPEGI-SE ZUIA. TRAMO SE GOPEGUI-ENTRONQUE GOPEGUI

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

TÍTULO PLANO:

AMORTIGUADORES DEL CONDUCTOR

"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"

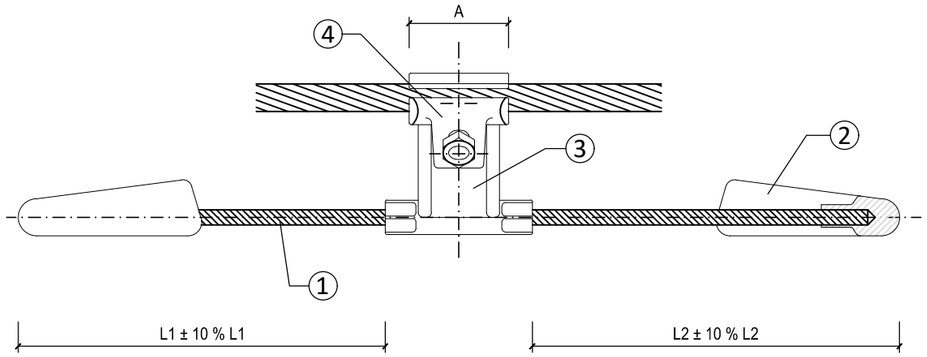
ESCALA S/E

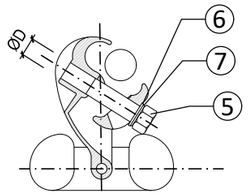
A3 420 x 297 mm

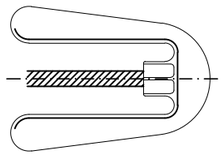
CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0007

HOJA 01 DE 01



| TIPO | G-ZZ | RANGO GZZ ϕ (mm) | CP-XX | CP-YY | Ø CABLE (mm) | TORNILLO | L1 (mm) | L2 (mm) | PESO (g) | PAR (*) (Nxm) | A (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| AMG-030513 | G-13 | 7-13 | S-03 | S-05 | 7,8 | M 10 | 101 | 119 | 1225 | 30 | 55 |
| AMG-030520 | G-20 | 13-20 | S-03 | S-05 | 7,8 | M 10 | 101 | 119 | 1260 | 30 | 55 |
| AMG-050913 | G-13 | 7-13 | S-05 | S-09 | 7,8 | M 10 | 93 | 115 | 1770 | 30 | 55 |
| AMG-050920 | G-20 | 13-20 | S-05 | S-09 | 7,8 | M 10 | 93 | 115 | 1805 | 30 | 55 |
| AMG-050926 | G-26 | 18-26 | S-05 | S-09 | 7,8 | M 12 | 93 | 115 | 2015 | 35 | 58 |
| AMG-050929 | G-29 | 21,5-29,5 | S-05 | S-09 | 7,8 | M 12 | 93 | 115 | 2015 | 35 | 58 |
| AMG-091520 | G-20 | 13-20 | S-09 | S-15 | 9,3 | M 10 | 118 | 150 | 2910 | 30 | 55 |
| AMG-091526 | G-26 | 18-26 | S-09 | S-15 | 9,3 | M 12 | 118 | 150 | 3125 | 35 | 58 |
| AMG-091529 | G-29 | 21,5-29,5 | S-09 | S-15 | 9,3 | M 12 | 118 | 150 | 3125 | 35 | 58 |
| AMG-091534 | G-34 | 28-34 | S-09 | S-15 | 9,3 | M 12 | 118 | 150 | 3155 | 35 | 63 |
| AMG-091540 | G-40 | 34-40 | S-09 | S-15 | 9,3 | M 14 | 118 | 150 | 3360 | 35 | 68 |
| AMG-152426 | G-26 | 18-26 | S-15 | S-23 | 11,9 | M 12 | 147 | 185 | 4565 | 35 | 58 |
| AMG-152429 | G-29 | 21,5-29,5 | S-15 | S-23 | 11,9 | M 12 | 147 | 185 | 4565 | 35 | 58 |
| AMG-152434 | G-34 | 28-34 | S-15 | S-23 | 11,9 | M 12 | 147 | 185 | 4595 | 35 | 63 |
| AMG-152440 | G-40 | 34-40 | S-15 | S-23 | 11,9 | M 14 | 147 | 185 | 4800 | 35 | 68 |
| AMG-152445 | G-45 | 40-45 | S-15 | S-23 | 11,9 | M 14 | 147 | 185 | 4810 | 35 | 68 |
| AMG-243534 | G-34 | 28-34 | S-23 | S-35 | 11,9 | M 12 | 147 | 185 | 6710 | 35 | 63 |
| AMG-243540 | G-40 | 34-40 | S-23 | S-35 | 11,9 | M 10 | 147 | 185 | 6915 | 35 | 68 |
| AMG-243545 | G-45 | 40-45 | S-23 | S-35 | 11,9 | M 14 | 147 | 185 | 6920 | 35 | 68 |

(*) El Par de apriete en el cas de cables OPGW se especificará de acuerdo con la composición del mismo.

| POS. | DENOMINACION | CANTIDAD | MATERIAL |
|---|---|---|---|
| 1 | CABLE | 1 | ACERO GALVANIZADO |
| 2 | CONTRAPESO | 1 | ACERO GALVANIZADO |
| 3 | CUERPO | 1 | ALEACION ALUMINIO |
| 4 | ZAPATA | 1 | ALEACION ALUMINIO |
| 5 | TORNILLO C/EXAGONAL | 1 | ACERO GALVANIZADO |
| 6 | ARANDELA PLANA | 1 | ACERO GALVANIZADO |
| 7 | ARANDELA GROWER | 1 | ACERO GALVANIZADO |

AMORTIGUADOR PARA CABLE DE FIBRA ÓPTICA

Escala. 1:2

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 13-01-2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA DC 220 kV SE GOPEGI-SE ZUIA. TRAMO SE GOPEGUI-ENTRONQUE GOPEGUI

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

TÍTULO PLANO:

AMORITIGUADORES DEL CABLE DE TIERRA

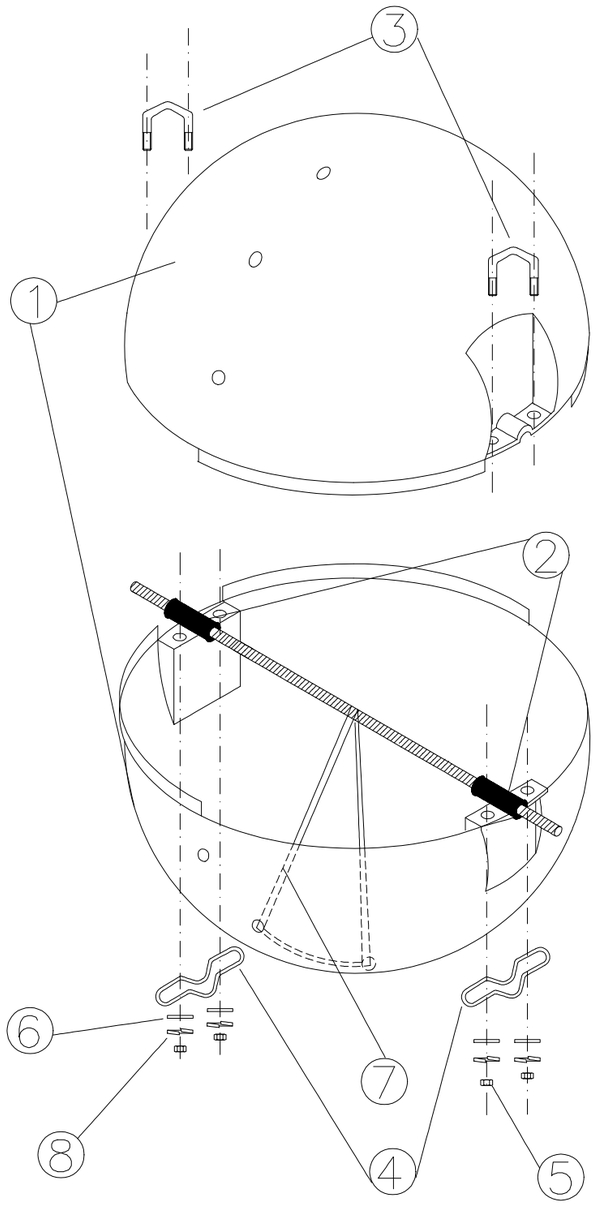
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L. SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

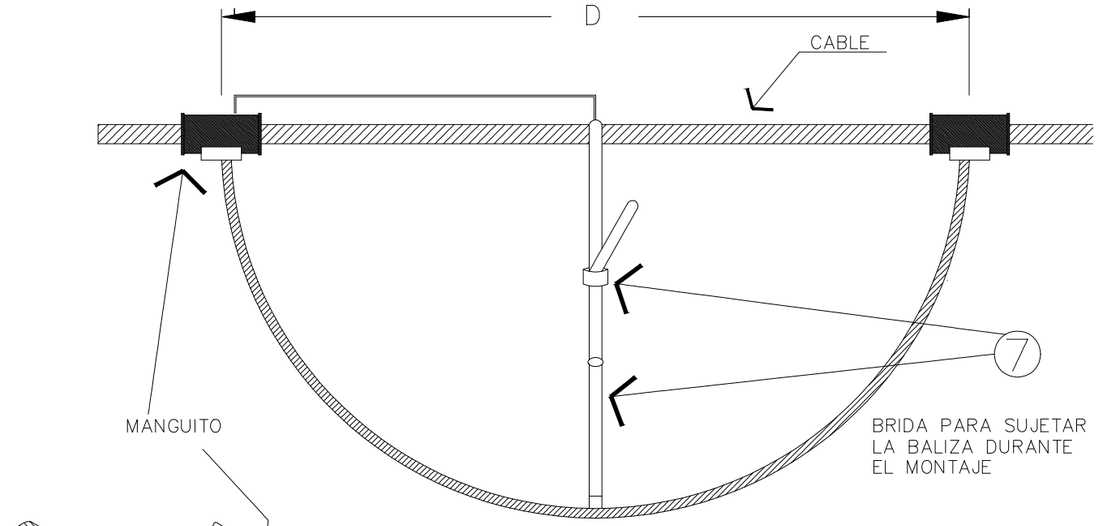
ESCALA: INDICADAS

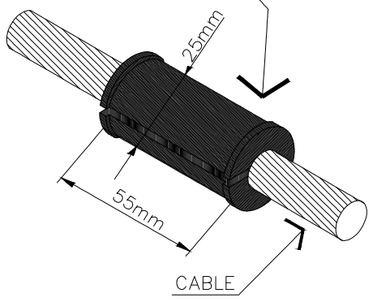
A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO: GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0008

HOJA 01 DE 01




| REF. | "D" DIAMETRO BALIZA mm. | DIAMETRO CONDUCTOR mm. | ø INTERIOR MANGUITO NEOPRENO |
|---|---|---|---|
| BFV-300<br>BFV-500<br>BFV-600 | 300<br>500<br>600 | 8 – 10 | 7 |
| | | 10 – 13,5 | 9 |
| | | 13,5 – 16,5 | 13 |
| | | 16,5 – 20 | 16 |
| | | 20 – 22 | 20 |

* PARA EL MONTAJE DE BALIZAS SE RECOMIENDA EMPLEAR LLAVE DE CARRACA CON ALARGADERA
* PAR DE APRIETE RECOMENDADO 20 Nm.
* PESO APROX 7.8 kg

COMPONENTES

| POSICIÓN | DENOMINACIÓN | CANTIDAD | MATERIAL | OBSERVACIONES |
|---|---|---|---|---|
| 1 | MEDIA BALIZA | 2 | Fibra de vidreo | Pintado |
| 2 | MANGUITO | 2 | EPDM | |
| 3 | ESTRIBOS | 2 | Acero inox. | |
| 4 | ABRAZADERA | 2 | Acero inox. | De varilla |
| 5 | TUERCAS | 4 | Acero inox. | |
| 6 | ARANDELA PLANA | 4 | Acero inox. | |
| 7 | BRIDA | 1 | PVC | |
| 8 | ARANDELA GROWER | 4 | Acero inox. | |

NOTA:
se pondran en los apoyos acabados en 0 (blanca-naranja)
y en los acabados en 5 (naranja-naranja)

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 13/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:
PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA DC 220 kV SE GOPEGI-SE ZUIA. TRAMO SE GOPEGUI-ENTRONQUE GOPEGUI

CLIENTE:
SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

TÍTULO PLANO:
BALIZAS DE SEÑALIZACION Y NUMERACION
BALIZA DE FIBRA DE VIDRIO
PLANO DE MONTAJE

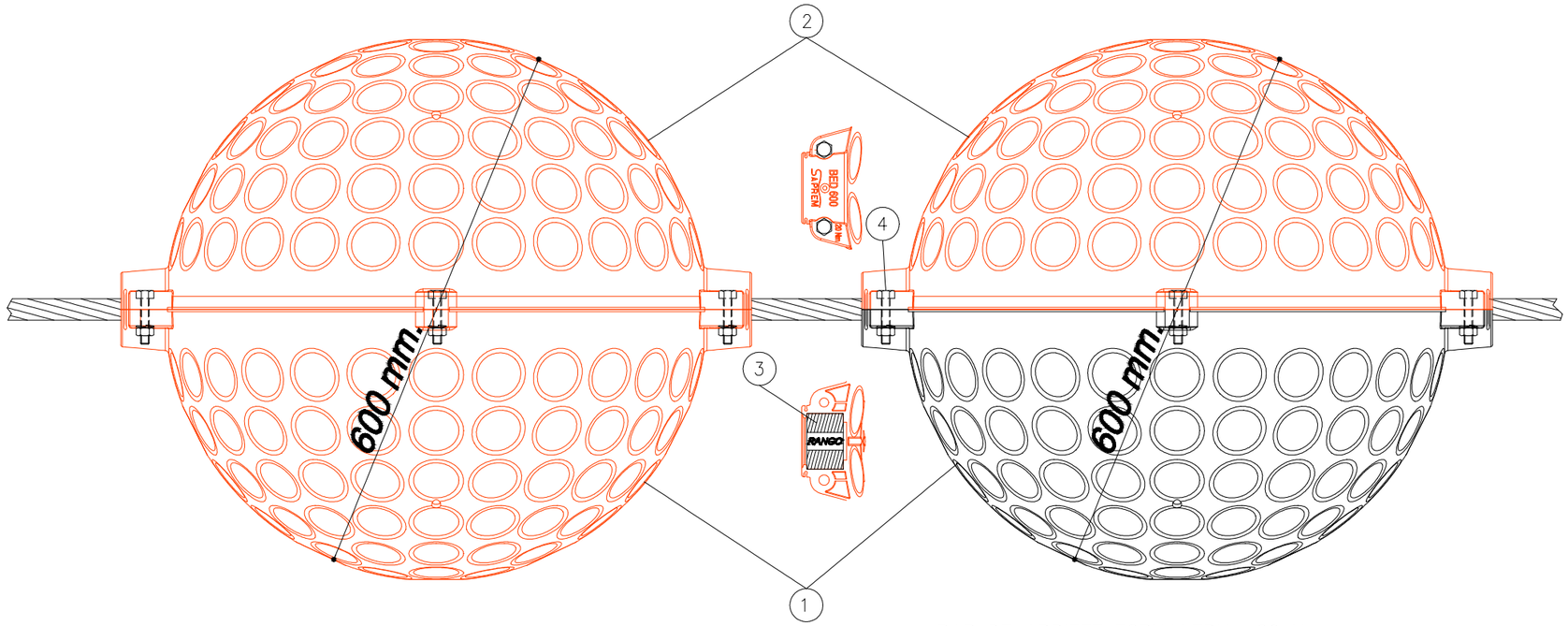
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L. SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:
GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0009

HOJA 01 DE 02




PAR DE APRIETE TORNILLERIA: 20 Nm.

| COLOR | |
|---|---|
| N N | NARANJA (RAL-2004) NARANJA (RAL-2004) |
| B N | BLANCO (RAL-9003) NARANJA (RAL-2004) |

| øRANGO mm. |
|---|
| 16,51-20,00 |
| 13,51-16,50 |
| 10,01-13,50 |
| 8,00-10,00 |

| POS | DESCRIPCION | DENOMINACION | CTD | MATERIAL | PESO Kg |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | TORNILLERIA | TORN. M-10x60 + TUERCA ARANDELAS PLANA-GROWER | 6 | AISI-316 | 4,700 |
| 3 | ELASTOMERO | ELBDE xx-xx | 4 | EPDM | |
| 2 | 1/2 ESFERA | BDE600NNxxxx | 1 | ABS | |
| 1 | 1/2 ESFERA | BDE600$^{B}_{N}$Nxxxx | 1 | ABS | |

NOTA:
se pondran en los apoyos acabados en 0 (blanca-naranja)
y en los acabados en 5 (naranja-naranja)

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 13/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:
PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN
AÉREO-SUBTERRÁNEA DC 220 kV SE GOPEGI-SE ZUIA.
TRAMO SE GOPEGUI-ENTRONQUE GOPEGUI

CLIENTE:
SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

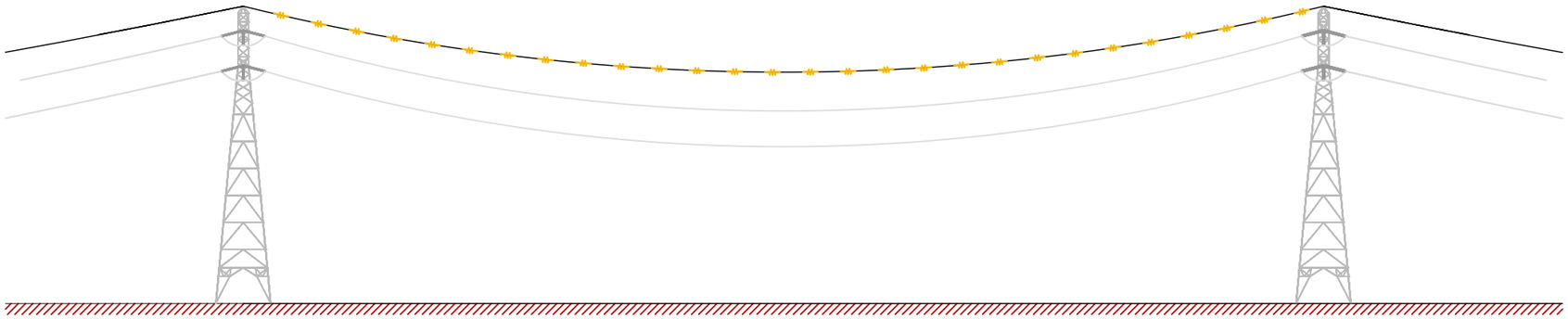
TÍTULO PLANO:
BALIZAS DE SEÑALIZACION Y NUMERACION
BALIZA DE FIBRA DE VIDRIO

"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

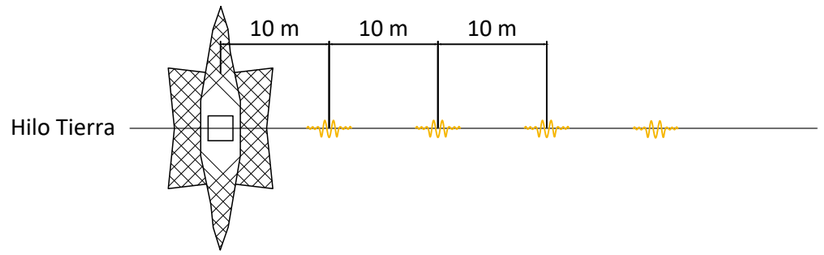
A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:
GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0009

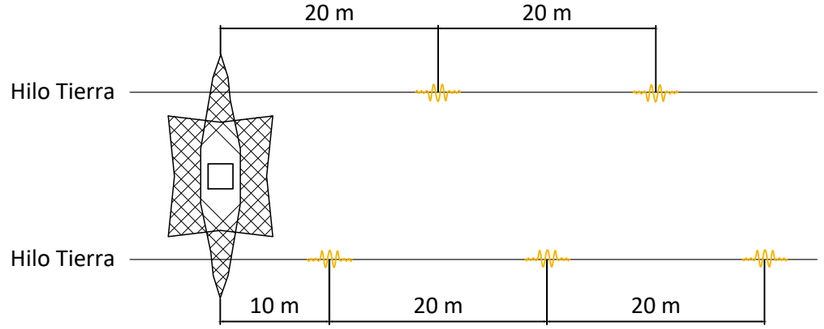


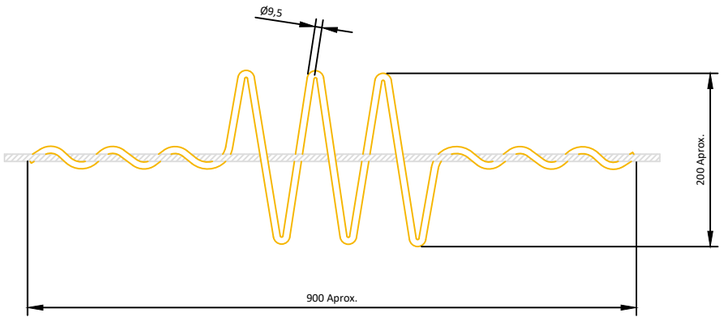
Ejemplo de Colocación

Pauta Salvapájaros (1 hilo Tierra)




Pauta Salvapájaros (2 hilos Tierra)




**NOTAS:**

| | |
|---|---|
| DIAMETRO DE LA VARILLA: | 9,5 mm |
| DISTANCIA DE COLOCACIÓN: | 10 m |
| MATERIAL: | P.V.C. RESISTENTE UV. |
| COLOR AMARILLO: | SIMILAR RAL 1021 |

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 13/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA DC 220 kV SE GOPEGI-SE ZUIA. TRAMO SE GOPEGUI-ENTRONQUE GOPEGUI

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

TÍTULO PLANO:

PROTECCIÓN AVIFAUNA

"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"

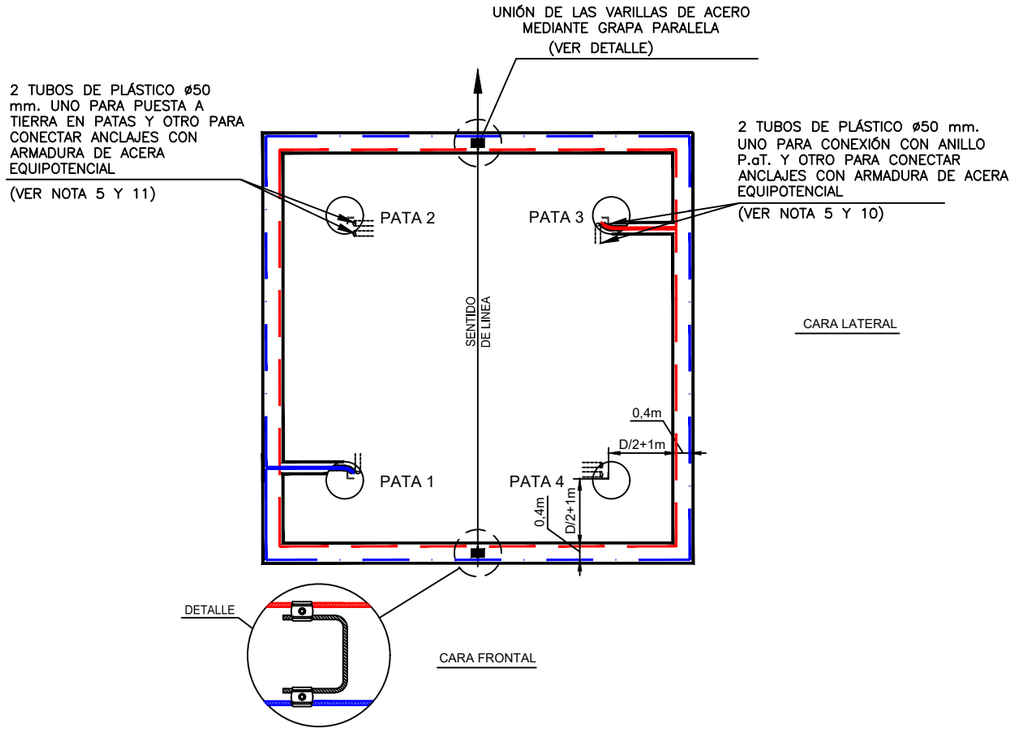
ESCALA: S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO: GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0010

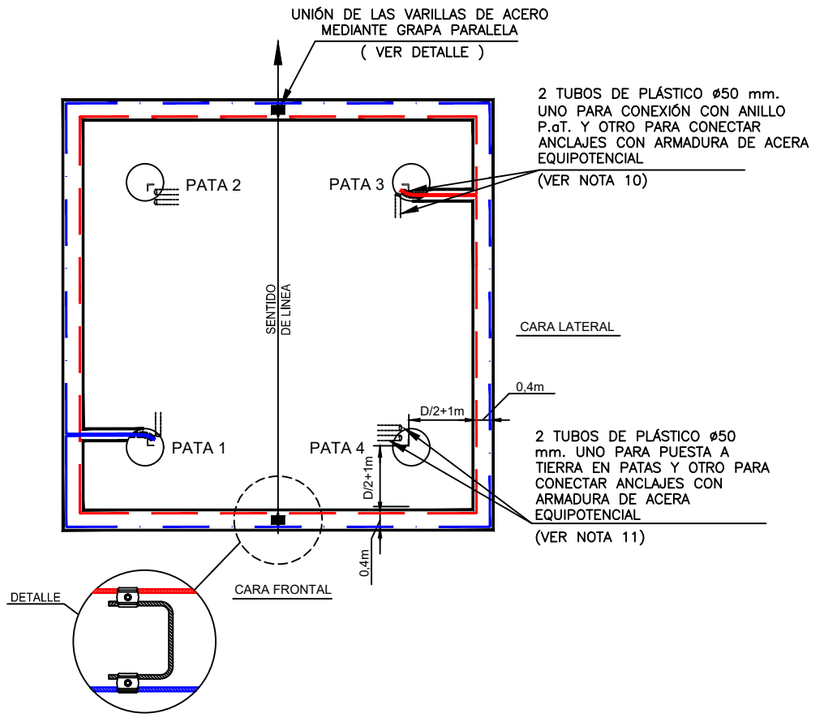
HOJA 01 DE 01

DISPOSICIÓN DE LAS ZANJAS Y DE LA VARILLA DE
ACERO DESCARBURADO Ø 12 mm EN EL ANILLO DE P.aT.

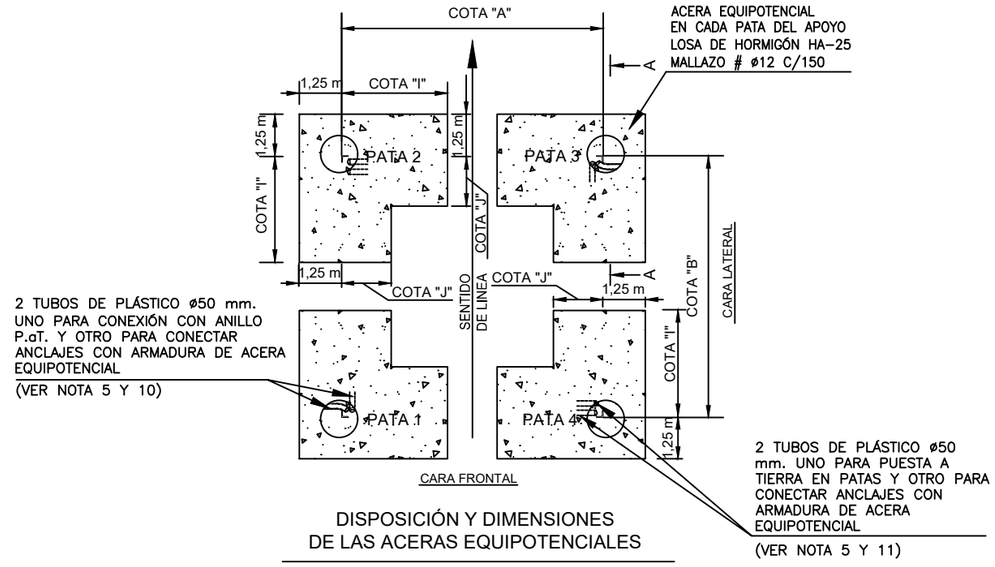



ANILLO DE PUESTA A TIERRA EN APOYO FRECUENTADO

DISPOSICIÓN DE LAS ZANJAS Y DE LA VARILLA DE
ACERO DESCARBURADO Ø 12 mm EN EL ANILLO DE P.aT.




ANILLO DE PUESTA A TIERRA EN APOYO NO FRECUENTADO




DISPOSICIÓN Y DIMENSIONES
DE LAS ACERAS EQUIPOTENCIALES

NOTAS :

1. PARA UBICAR EL ANILLO DE PUESTA A TIERRA SE TOMARÁN COMO REFERENCIA DE COTAS LA CABEZA DE LOS ANCLAJES SIENDO "D" = DIÁMETRO DEL CILINDRO DE LA CIMENTACIÓN TIPO PATAS SEPARADAS SEGÚN PLANO DE CIMENTACIONES DEL APOYO.
2. DIMENSIONES "A", "B", "D", "I" y "J" EN FUNCIÓN DEL TIPO DE APOYO.
3. PROFUNDIDAD DE ZANJA 1 ANILLO:
   - 0,40 m EN ROCA
   - 0,60 m EN TIERRA
   - 0,80 m EN ZONA AGRÍCOLA
4. PARA UBICAR LA ACERA EQUIPOTENCIAL SE TOMARÁ COMO REFERENCIA DE COTAS LA CABEZA DE LOS ANCLAJES SIENDO "D" = DIÁMETRO DEL CILINDRO DE LA CIMENTACIÓN SEGÚN PLANO DE CIMENTACIONES DEL APOYO.
5. EN CADA PATA LA ARMADURA DE LA ACERA EQUIPOTENCIAL SE CONECTARÁ CON LA PARTE SUPERIOR DEL ANCLAJE MEDIANTE DOS VARILLAS DE ACERO DESCARBURADO d = 12 mm. LAS DOS VARILLAS DESCARBURADAS SE CONECTARÁN CON LA ARMADURA DE LA ACERA EQUIPOTENCIAL EN PUNTOS DISTINTOS MEDIANTE GRAPA PARALELA Y EN UN MISMO PUNTO DE LA PARTE SUPERIOR DEL ANCLAJE TAMBIÉN MEDIANTE GRAPA PARALELA.
6. TODAS LAS VARILLAS METÁLICAS QUE CONSTITUYEN LA ARMADURA DE LA MISMA ACERA EQUIPOTENCIAL DEBEN TENER CONTINUIDAD ELÉCTRICA MEDIANTE SOLDADURA.
7. EL ACERO DE LA ARMADURA DE LA ACERA EQUIPOTENCIAL DEBE SER B-500-S.
8. SI LA DISTANCIA ENTRE LAS ACERAS DE CADA PATA ES INFERIOR A 1 METRO SE EJECUTARÁ UNA ACERA CONTINUA.
9. INDEPENDIENTEMENTE DE QUE EL APOYO SEA FRECUENTADO O NO FRECUENTADO, TODAS LAS PATAS TENDRÁN DOS TUBOS DE PLÁSTICO Ø 50 mm.
10. LA PATA 1 Y LA PATA 3 ESTARÁN CONECTADAS CON ANILLO DE PUESTA A TIERRA Y SI EL APOYO ES FRECUENTADO CON LA ACERA EQUIPOTENCIAL.
11. LA PATA 2 Y LA PATA 4 ESTARÁN CONECTADAS CON LA PUESTA A TIERRA EN PATAS Y CON LA ACERA EQUIPOTENCIAL.
12. CUANDO EL ENTORNO SEA TERRENO NATURAL (TIERRA, ETC.) LA ACERA EQUIPOTENCIAL SOBRESALDRÁ 20 cm SOBRE EL TERRENO.

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 13/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:
PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN
AÉREO-SUBTERRÁNEA DC 220 kV SE GOPEGI-SE ZUIA.
TRAMO SE GOPEGUI-ENTRONQUE GOPEGUI

CLIENTE:
SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

TÍTULO PLANO:
PUESTA A TIERRA APOYOS
TOMA DE TIERRA EN ANILLO

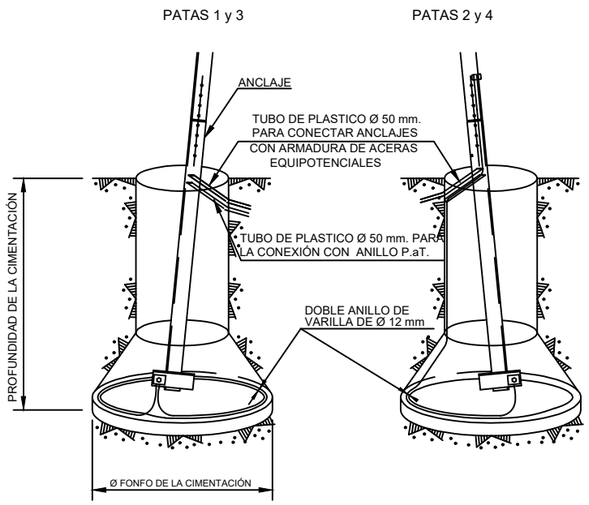
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

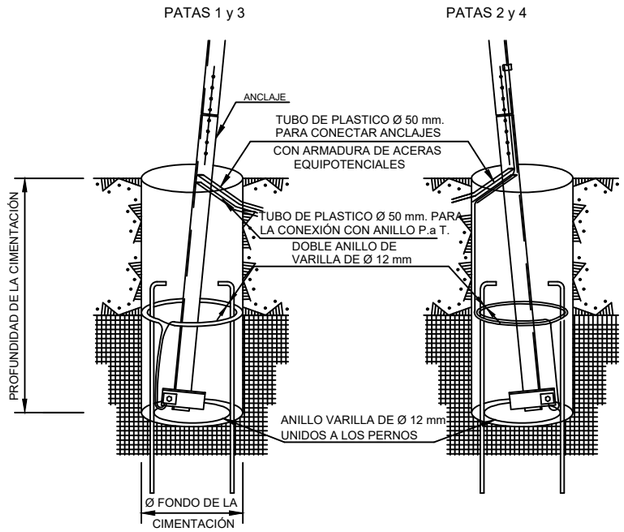
A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:
GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0011

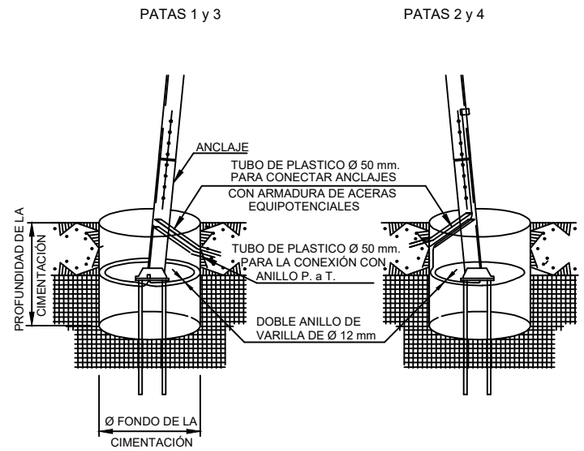
## CIMENTACIÓN PATA ELEFANTE



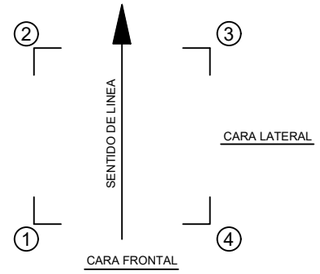

## CIMENTACIÓN MIXTA



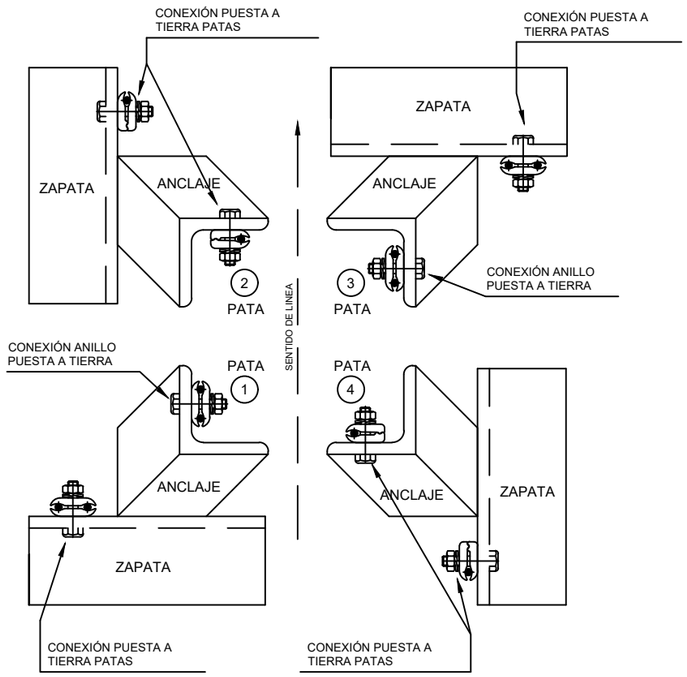

## CIMENTACIÓN EN ROCA




## IDENTIFICACIÓN PATAS




## DETALLE CONEXIONES CON ZAPATAS Y ANCLAJE




- LA PUESTA A TIERRA DE LAS PATAS SE CONECTARAN A LAS ZAPATAS EN PATAS 1-3 Y A LAS ZAPATAS Y ANCLAJES EN PATAS 2-4.
- LOS ANILLOS DE PUESTA A TIERRA SE CONECTARAN A LA PARTE SUPERIOR DEL ANCLAJE EN PATAS 1-3.

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 13/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA DC 220 kV SE GOPEGI-SE ZUIA. TRAMO SE GOPEGUI-ENTRONQUE GOPEGUI

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

TÍTULO PLANO:

PUESTA A TIERRA APOYOS
APOYOS PATAS SEPARADAS

"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"

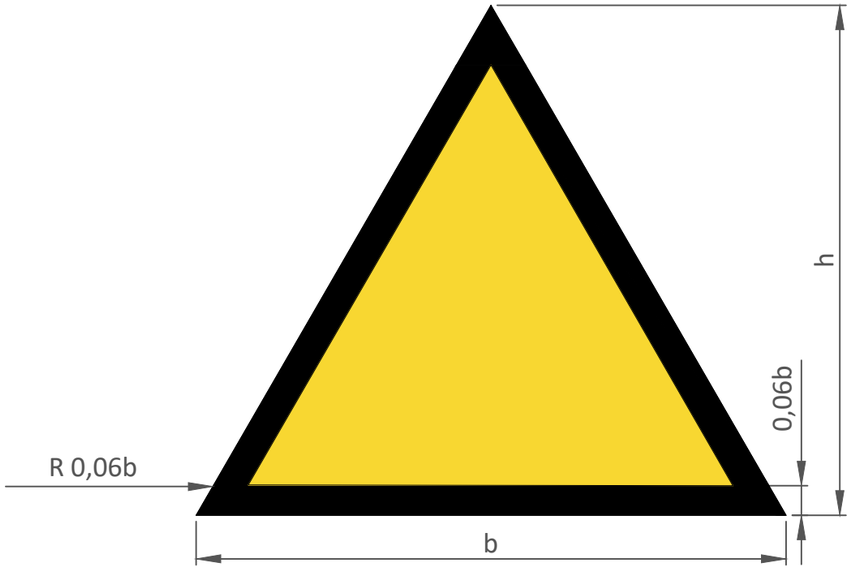
ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

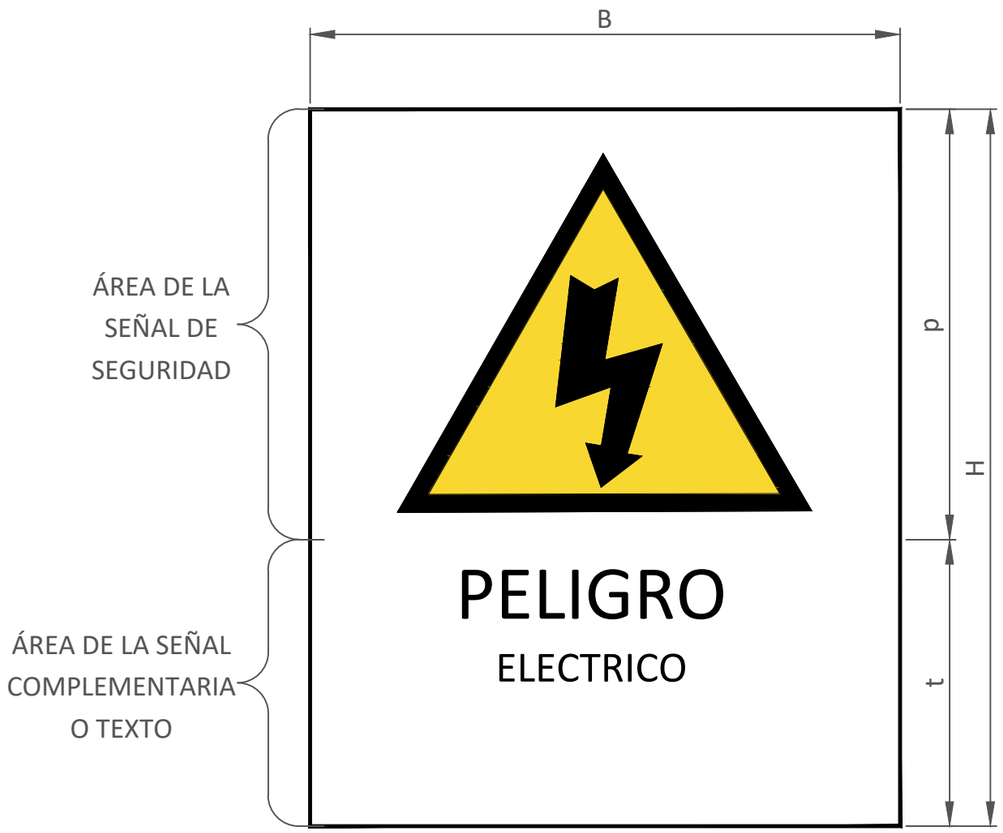
CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0011

HOJA 02 DE 02




DIMENSIONES DE LA SEÑAL DE SEGURIDAD




DIMENSIONES DE LA SEÑAL EN FORMA DE CARTEL

PLACA SEÑALIZACIÓN APOYOS

| | |
|---|---|
| Color de base de la señal: | Amarillo |
| Color de base del cartel: | Blanco |
| Símbolo de la señal: | Negro |
| Banda triangular: | Negro |
| Dimensiones de señal y cartel para distancias de visión mayor a 8 m, tamaño del cartel formato A2 | |
| Base de la señal "b" | 0,35 m |
| Alto de la señal "h" | 0,297 m |
| Base del cartel "B" | 0,42 m |
| Alto total del cartel "H" | 0,594 m |
| Alto área destinada a la señal "p" | 0,40 m |
| Alto área destinada al texto "t" | 0,194 m |
| Dimensiones de señal y cartel para distancias de visión desde 5 m hasta 8 m, tamaño del cartel formato A3 | |
| Base de la señal "b" | 0,26 m |
| Alto de la señal "h" | 0,25 m |
| Base del cartel "B" | 0,297 m |
| Alto total del cartel "H" | 0,42 m |
| Alto área destinada a la señal "p" | 0,28 m |
| Alto área destinada al texto "t" | 0,14 m |
| Dimensiones de señal y cartel para distancias de visión menores a 5 m, tamaño del cartel formato A4 | |
| Base de la señal "b" | 0,184 m |
| Alto de la señal "h" | 0,177 m |
| Base del cartel "B" | 0,210 m |
| Alto total del cartel "H" | 0,297 m |
| Alto área destinada a la señal "p" | 0,198 m |
| Alto área destinada al texto "t" | 0,099 m |

* Dimensiones según Resolución Ministerial 849 emitida por el Ministerio de Trabajo.

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 13/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA DC 220 kV SE GOPEGI-SE ZUIA. TRAMO SE GOPEGUI-ENTRONQUE GOPEGUI

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

PLACA DE SEÑALIZACIÓN

"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"

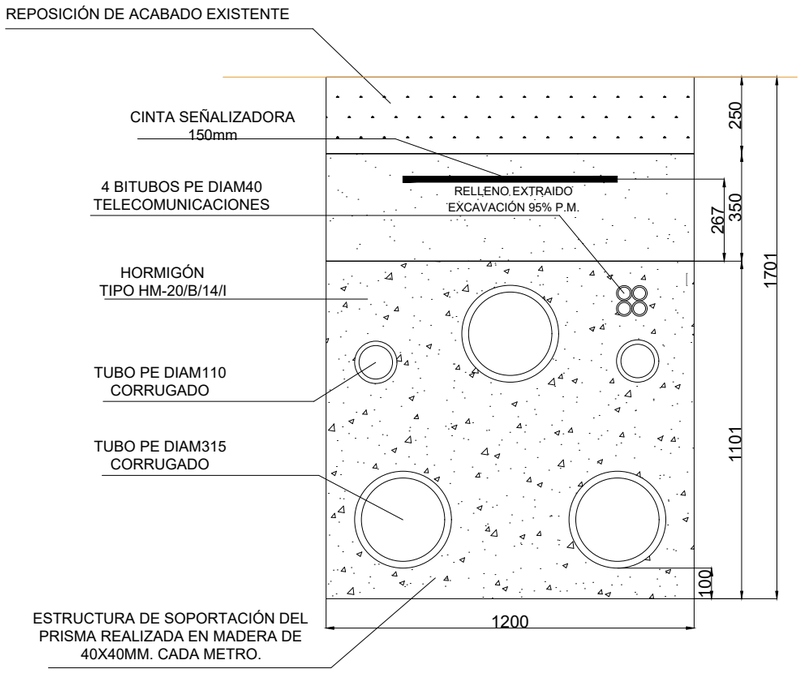
ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

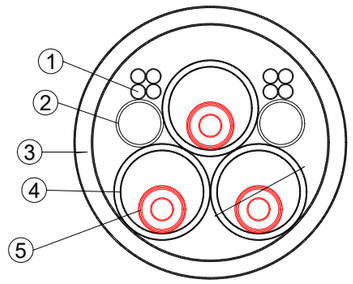
GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0012

HOJA 01 DE 01




PERFORACIONES TUBO Ø315

Dimensiones mm




| LISTADO MATERIALES | |
|---|---|
| PUNTO | MATERIAL |
| 1 | 4 Bitubos PE 2xØ40 telecomunicaciones |
| 2 | Tubo PE Ø125 corrugado. Cable PAT acompañamiento |
| 3 | Tubo Perforacion Ø900 |
| 4 | Tubo PE Ø315 corrugado. Cable Potencia |
| 5 | Cable de potencia |

(*) En los cruzamientos, las dimensiones del prisma de hormigón, así como al disposición final de los tubos podrá modificarse en fases posteriores previas a la ejecución de la obra, en función de los estudios geotécnicos a realizar y de la profundidad y dimensiones exactas de las instalaciones que se afecten.

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | OCT/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

LÍNEA DE EVACUACIÓN

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

TÍTULO PLANO:

CANALIZACIONES SC 400 kV

"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"

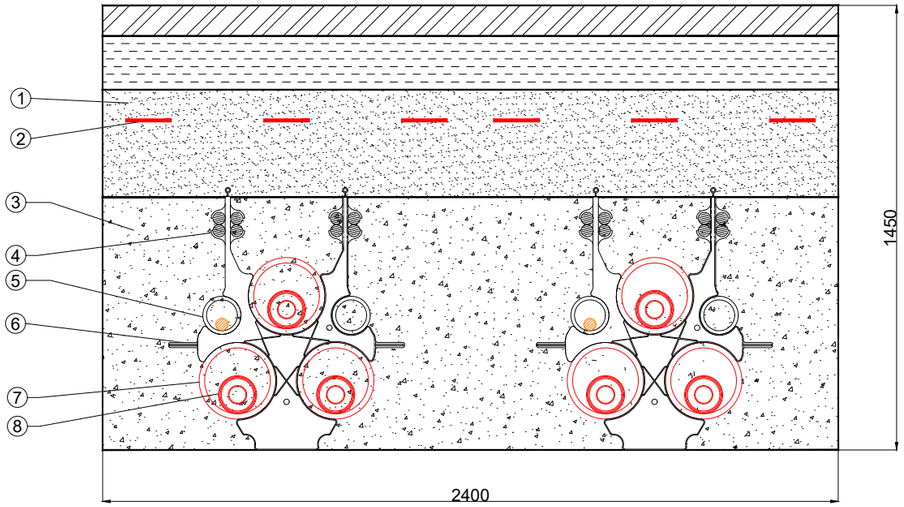
ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

SEMA-SOL-LE-PE-DRW-1021

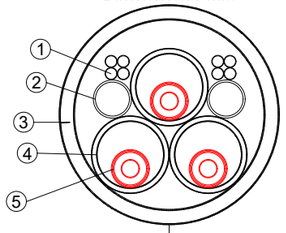
## SECCIÓN TIPO
## CANALIZACIÓN EN CALZADA Ó ACERA



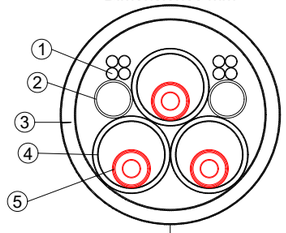

| LISTADO MATERIALES | |
|---|---|
| PUNTO | MATERIAL |
| 1 | Tierra compactada en tongadas de 25cm al 95% proctor modificado |
| 2 | Bandas señalizadoras |
| 3 | Hormigón H-20 |
| 4 | 4 Bitubos PE 2xØ40 telecomunicaciones |
| 5 | Tubo PE Ø125 corrugado. Cable PAT acompañamiento |
| 6 | Separador Tubos |
| 7 | Tubo PE Ø250 corrugado. Cable Potencia |
| 8 | Cable de potencia |

NOTAS
Reposición de pavimentos de acuerdo con las disposiciones de los municipios y demás organismos afectados

## PERFORACIONES TUBO Ø250
Dimensiones mm




## PERFORACIONES TUBO Ø250
Dimensiones mm




PROFUNIDAD Y SEPARACIÓN VARIABLE EN EL CRUCE

| LISTADO MATERIALES | |
|---|---|
| PUNTO | MATERIAL |
| 1 | 4 Bitubos PE 2xØ40 telecomunicaciones |
| 2 | Tubo PE Ø125 corrugado. Cable PAT acompañamiento |
| 3 | Tubo Perforacion Ø710 |
| 4 | Tubo PE Ø250 corrugado. Cable Potencia |
| 5 | Cable de potencia |

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | OCT/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

LÍNEA DE EVACUACIÓN

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

TÍTULO PLANO:

CANALIZACIONES DC 220 kV

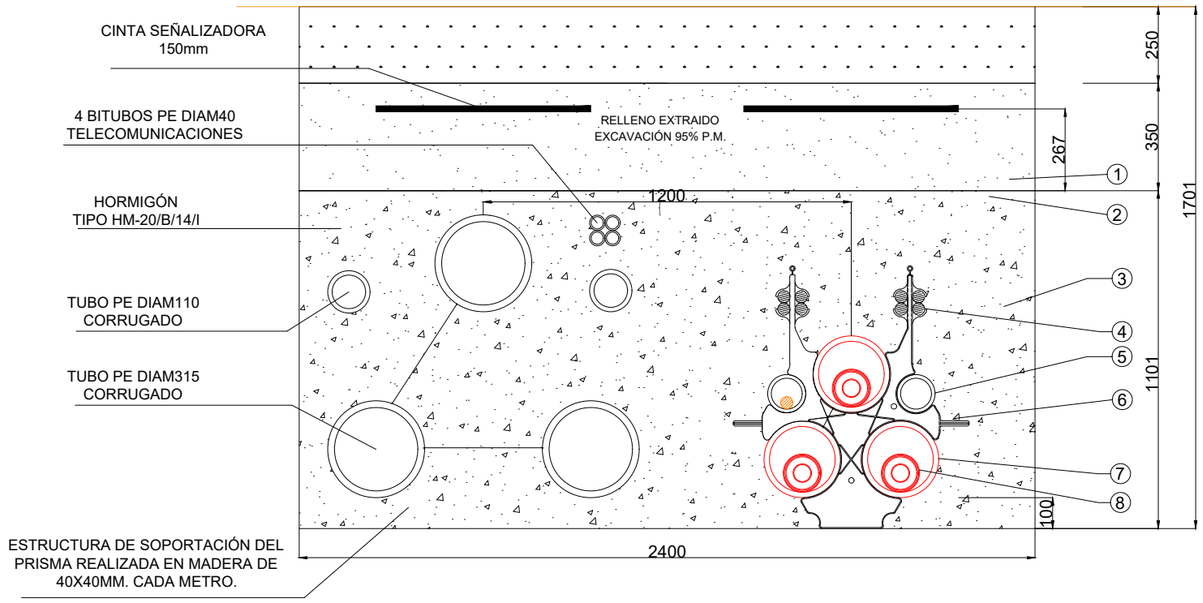
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L. SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

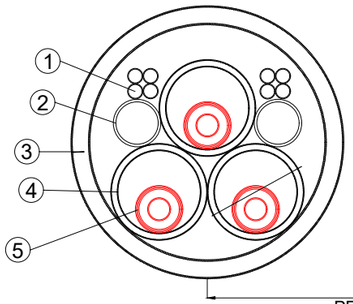
CÓDIGO PLANO:

SEMA-SOL-LE-PE-DRW-1021

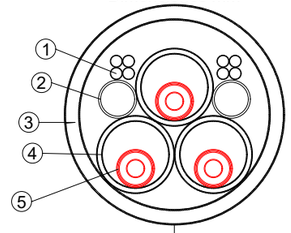



(*) En los cruzamientos, las dimensiones del prisma de hormigón, así como al disposición final de los tubos podrá modificarse en fases posteriores previas a la ejecución de la obra, en función de los estudios geotécnicos a realizar y de la profundidad y dimensiones exactas de las instalaciones que se afecten.

PERFORACIONES TUBO Ø315
Dimensiones mm




PERFORACIONES TUBO Ø250
Dimensiones mm




PROFUNIDAD Y SEPARACIÓN VARIABLE EN EL CRUCE

| LISTADO MATERIALES | |
|---|---|
| PUNTO | MATERIAL |
| 1 | 4 Bitubos PE 2xØ40 telecomunicaciones |
| 2 | Tubo PE Ø125 corrugado. Cable PAT acompañamiento |
| 3 | Tubo Perforacion Ø900 |
| 4 | Tubo PE Ø315 corrugado. Cable Potencia |
| 5 | Cable de potencia |

| LISTADO MATERIALES | |
|---|---|
| PUNTO | MATERIAL |
| 1 | 4 Bitubos PE 2xØ40 telecomunicaciones |
| 2 | Tubo PE Ø125 corrugado. Cable PAT acompañamiento |
| 3 | Tubo Perforacion Ø710 |
| 4 | Tubo PE Ø250 corrugado. Cable Potencia |
| 5 | Cable de potencia |

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | OCT/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

LÍNEA DE EVACUACIÓN

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

TÍTULO PLANO:

CANALIZACIONES DC 220 kV y 400 kV

"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

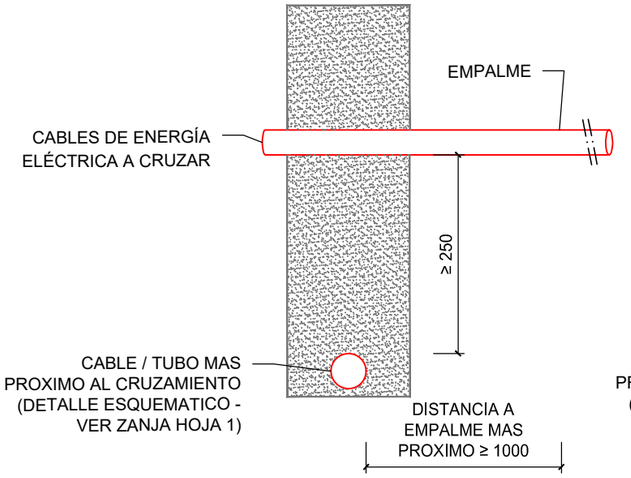
A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

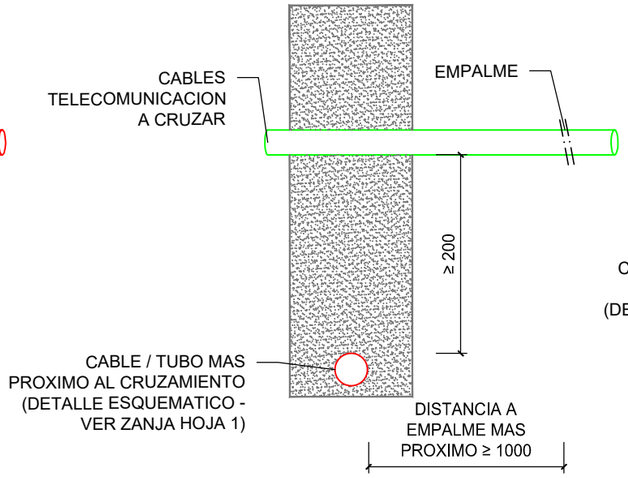
SEMA-SOL-LE-PE-DRW-1021

HOJA 01 DE 01

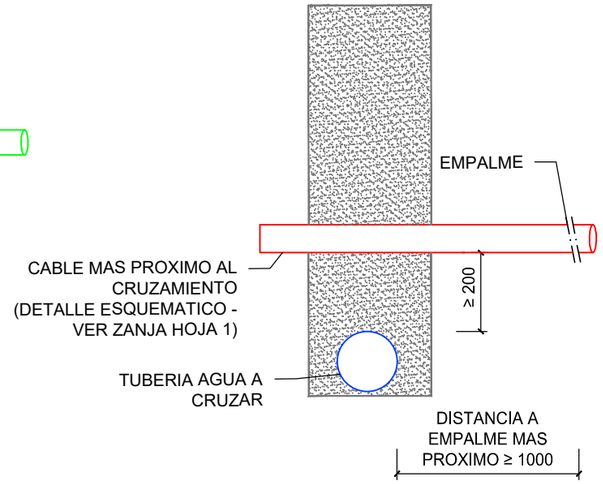
## CRUZAMIENTO CON CABLES DE ENERGIA ELECTRICA



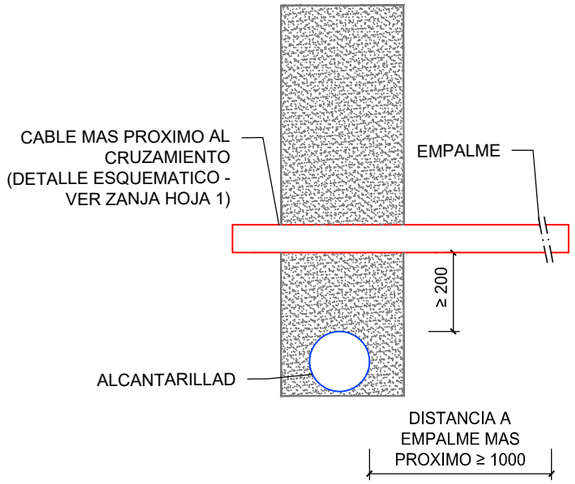

## CRUZAMIENTO CON CABLES DE TELECOMUNICACIONES



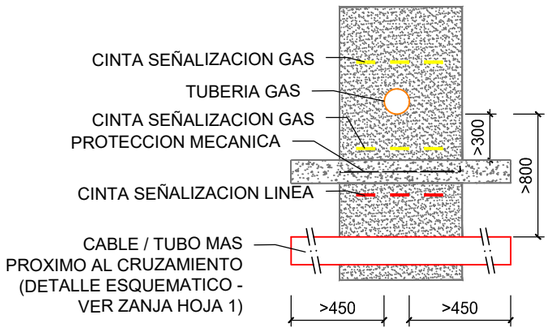

## CRUZAMIENTO CON CANALIZACIÓN DE AGUA

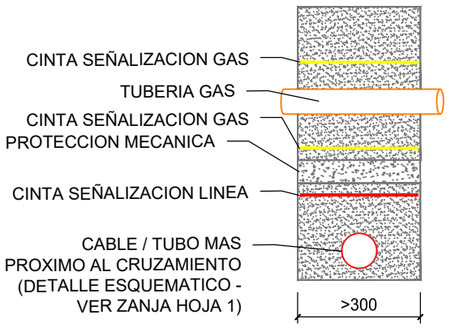



## CRUZAMIENTO CON CONDUCCIONES DE ALCANTARILLADO

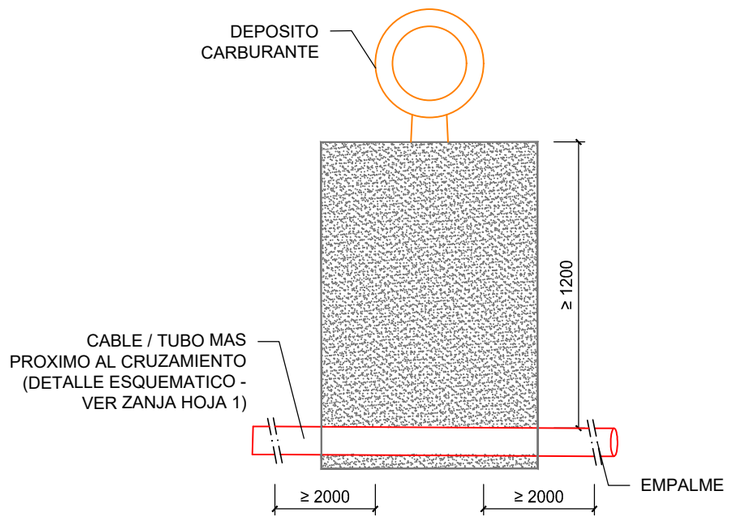



## CRUZAMIENTO CON TUBERÍAS DE GAS




## CRUZAMIENTO CON DEPOSITOS DE CARBURANTE




| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 13-01-2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA DC 220 kV SE GOPEGI-SE ZUIA. TRAMO SE GOPEGUI-ENTRONQUE GOPEGUI

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

TÍTULO PLANO:

CANALIZACIONES
DETALLES CRUZAMIENTOS

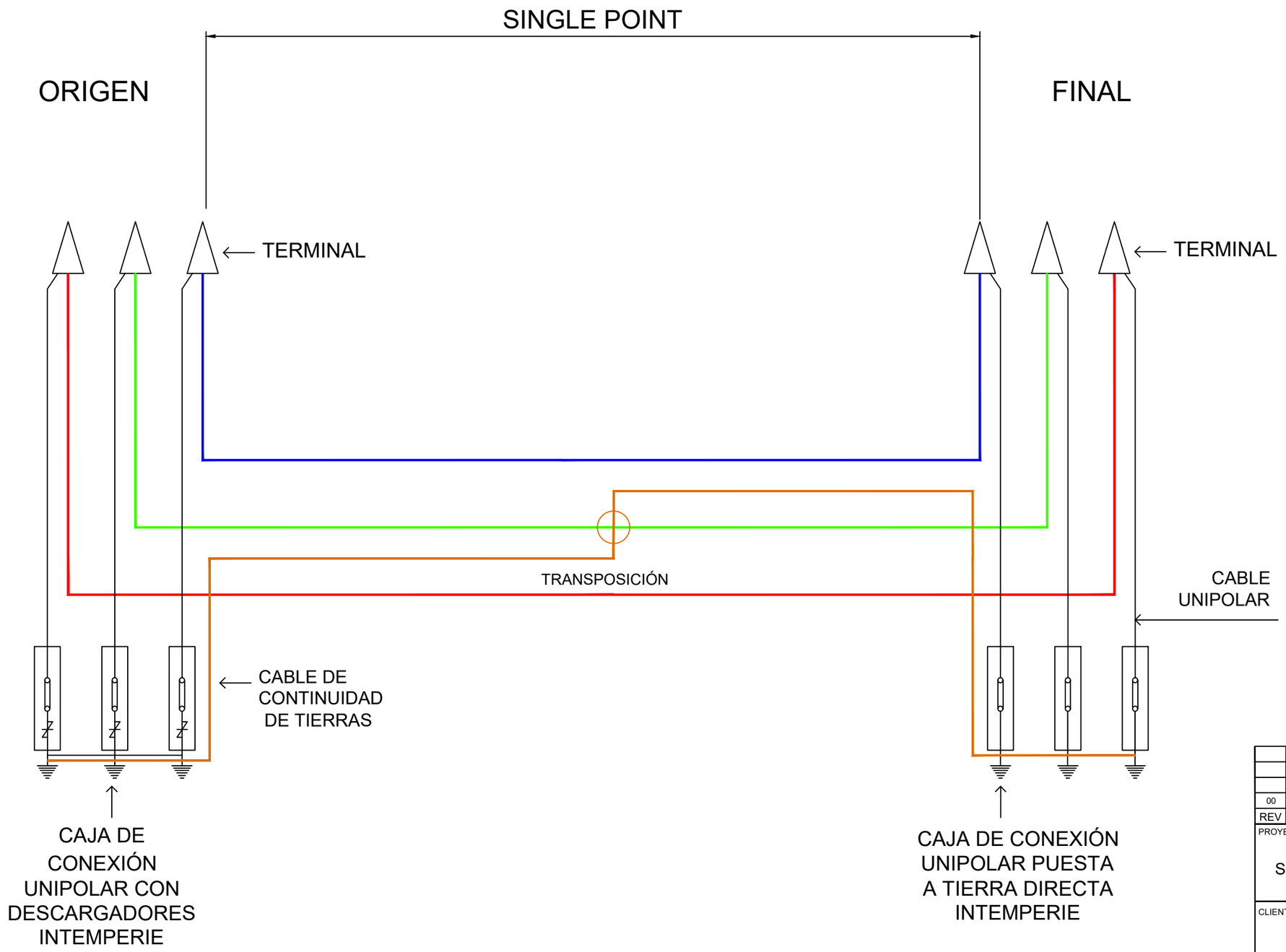
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L. SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA: S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0015




| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 03/02/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEAS DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEAS A 220 kV SE RIBERA-SE ZUIA Y 400 kV SE ZUIA-SE LUZUERO

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

SISTEMA DE CONEXIÓN DE PANTALLAS

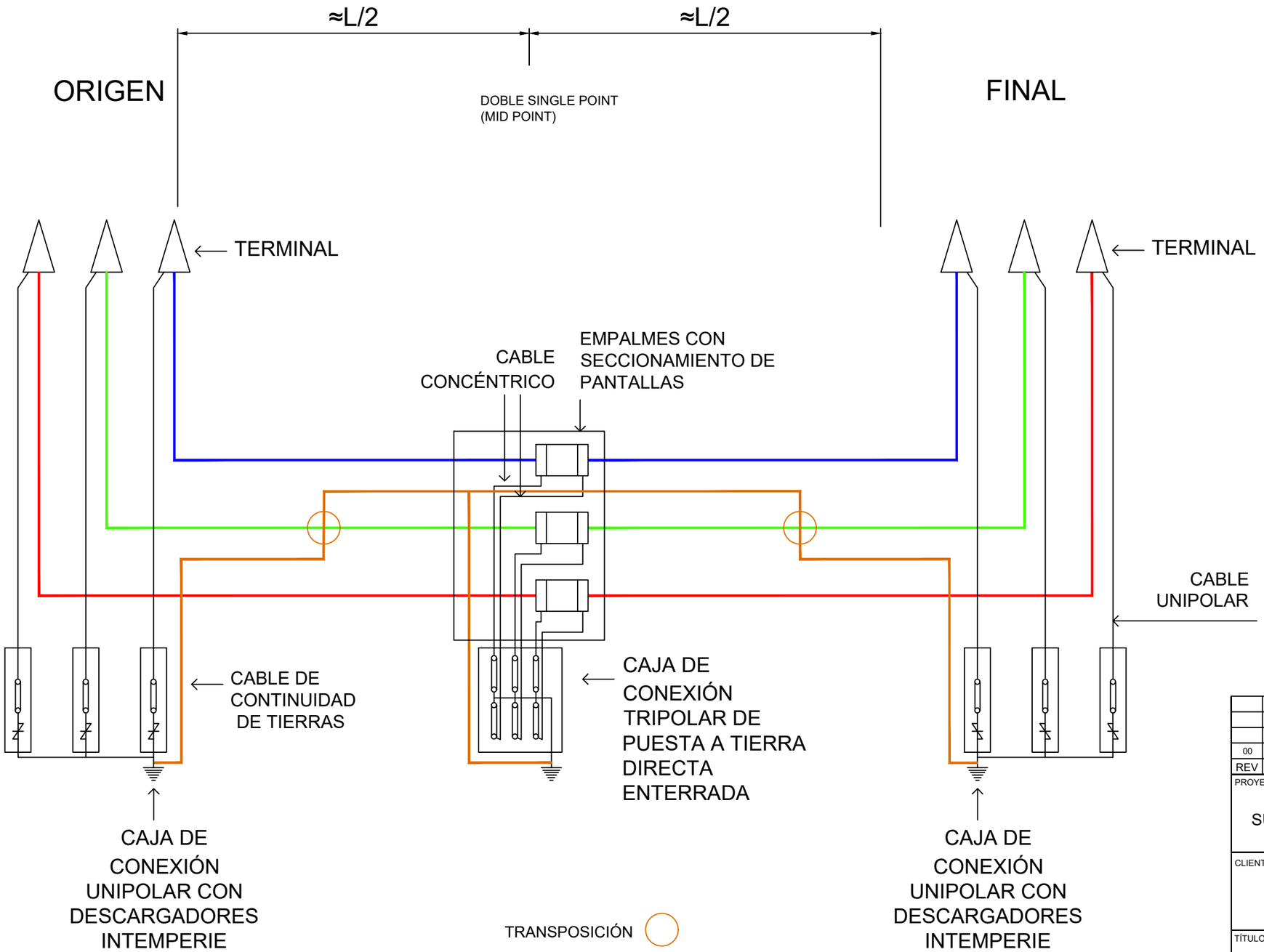
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L. SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZIER-SOL-LE-PE-DRW-0014




| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 03/02/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEAS DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEAS A 220 kV SE RIBERA-SE ZUIA Y 400 kV SE ZUIA-SE LUZUERO

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

SISTEMA DE CONEXIÓN DE PANTALLAS

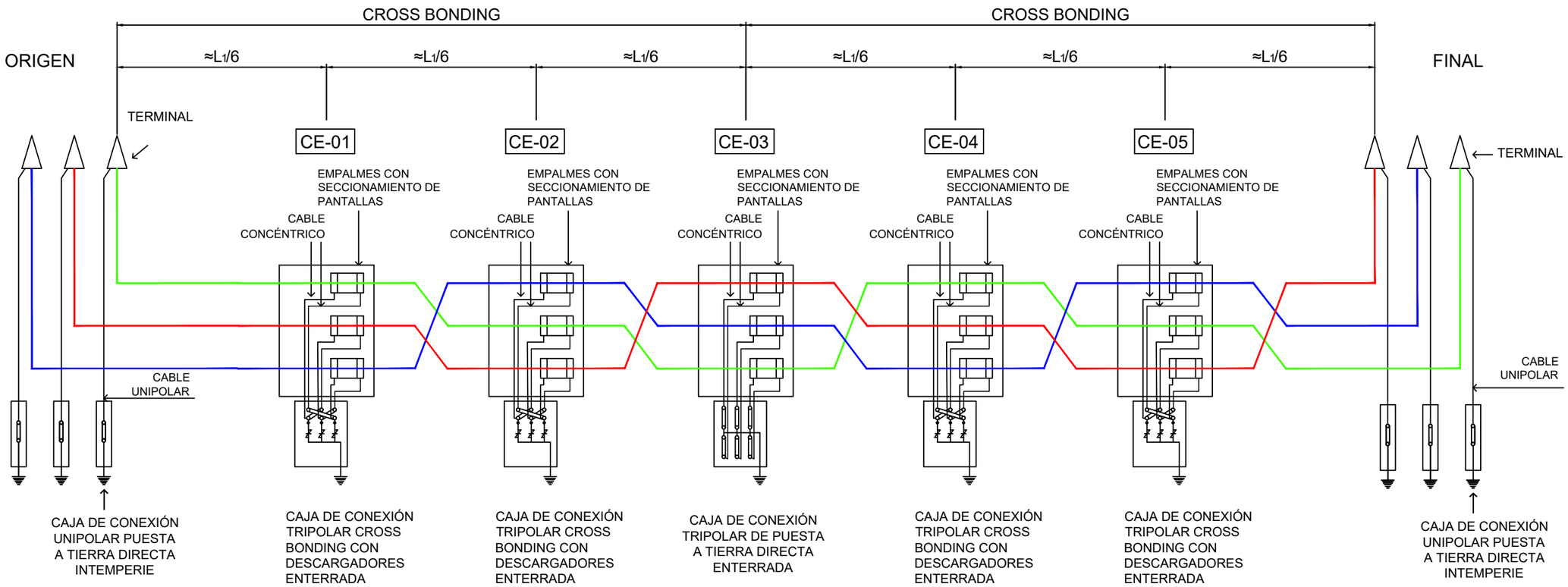
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.
SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN
PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA S/E

A3 420 x 297 mm

CÓDIGO PLANO:

ZIER-SOL-LE-PE-DRW-0014




| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 03/02/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEAS DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEAS A 220 kV SE RIBERA-SE ZUIA Y 400 kV SE ZUIA-SE LUZUERO

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

SISTEMA DE CONEXIÓN DE PANTALLAS

"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:

ZIER-SOL-LE-PE-DRW-0014

N

DATUM: ETRS89 HUSO 30

**LEYENDA**

- LINEA AEREA OBJETO DE PROYECTO
- LINEA SUBTERRANEA OBJETO DE PROYECTO
- TIPO APOYO: ALINEACION / VERTICE /FIN LINEA
- AP-NNNN-1 PUNTO APOYO LINEA ELECTRICA
- SUPERFICIE VUELO LAAT
- SUPERFICIE NO EDIFICABILIDAD
- CAMINO ACCESO APOYOS
- OCUPACION ZANJA
- SERVIDUMBRE SEGURIDAD
- SERVIDUMBRE TEMPORAL

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00A | 15/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE GOPEGI-BIFURCACIÓN ZF

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

AFECCIONES SOBRE CATASTRAL

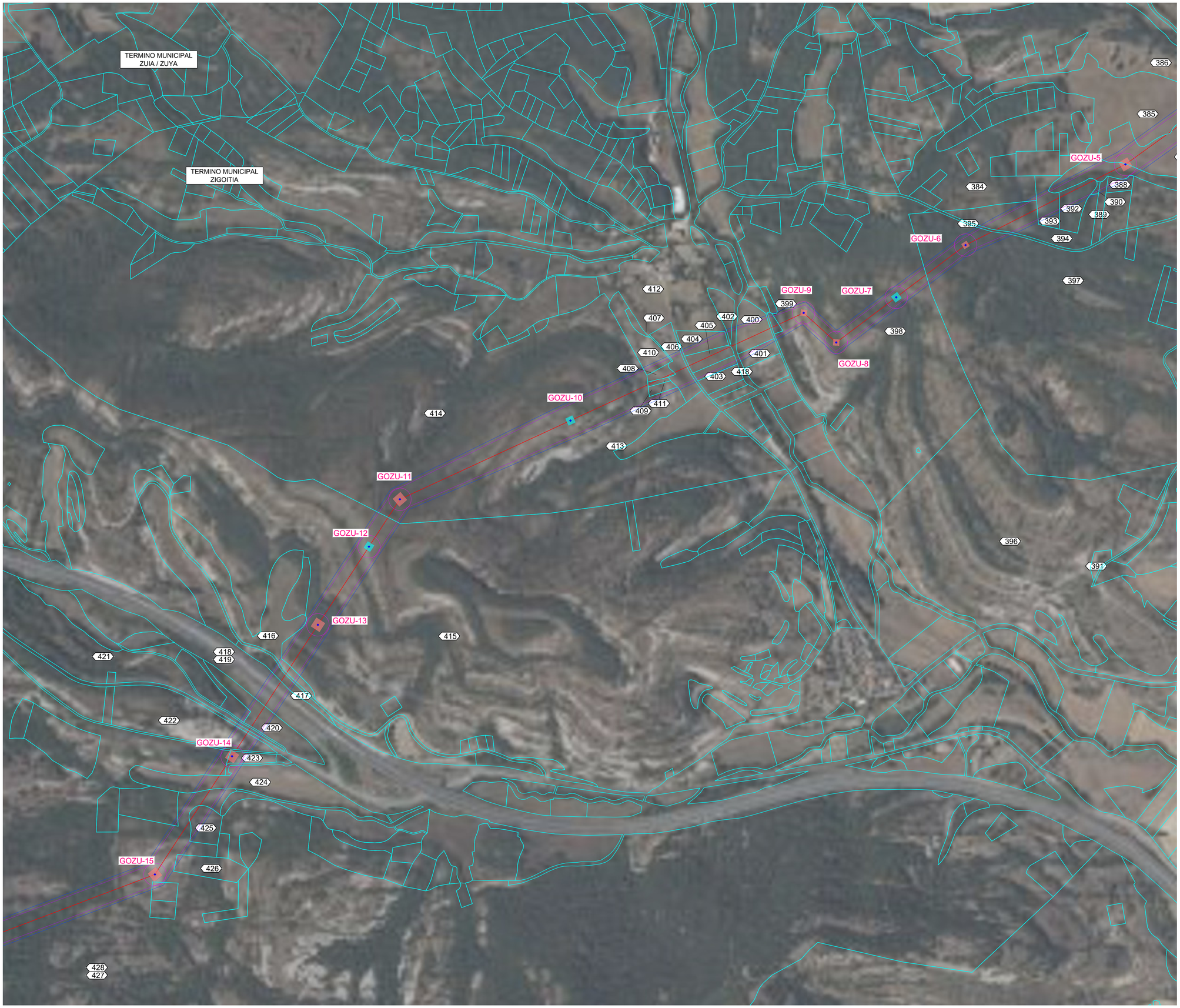
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L. SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1/4000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0013




N

DATUM: ETRS89 HUSO 30

**LEYENDA**

- LINEA AEREA OBJETO DE PROYECTO
- LINEA SUBTERRANEA OBJETO DE PROYECTO
- TIPO APOYO: ALINEACION / VERTICE /FIN LINEA
- AP-NNNN-1 PUNTO APOYO LINEA ELECTRICA
- SUPERFICIE VUELO LAAT
- SUPERFICIE NO EDIFICABILIDAD
- CAMINO ACCESO APOYOS
- OCUPACION ZANJA
- SERVIDUMBRE SEGURIDAD
- SERVIDUMBRE TEMPORAL

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00A | 15/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE GOPEGI-BIFURCACIÓN ZF

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

AFECCIONES SOBRE CATASTRAL

"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 1/4000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0013

N

DATUM: ETRS89 HUSO 30

**LEYENDA**

- LINEA AEREA OBJETO DE PROYECTO
- LINEA SUBTERRANEA OBJETO DE PROYECTO
- TIPO APOYO: ALINEACION / VERTICE /FIN LINEA
- AP-NNNN-1 PUNTO APOYO LINEA ELECTRICA
- SUPERFICIE VUELO LAAT
- SUPERFICIE NO EDIFICABILIDAD
- CAMINO ACCESO APOYOS
- OCUPACION ZANJA
- SERVIDUMBRE SEGURIDAD
- SERVIDUMBRE TEMPORAL

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00A | 15/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE GOPEGI-BIFURCACIÓN ZF

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

AFECCIONES SOBRE CATASTRAL

"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 1/4000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0013

N

DATUM: ETRS89 HUSO 30

**LEYENDA**

- LINEA AEREA OBJETO DE PROYECTO
- LINEA SUBTERRANEA OBJETO DE PROYECTO
- TIPO APOYO: ALINEACION / VERTICE /FIN LINEA
- AP-NNNN-1 PUNTO APOYO LINEA ELECTRICA
- SUPERFICIE VUELO LAAT
- SUPERFICIE NO EDIFICABILIDAD
- CAMINO ACCESO APOYOS
- OCUPACION ZANJA
- SERVIDUMBRE SEGURIDAD
- SERVIDUMBRE TEMPORAL

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00A | 15/01/2025 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE GOPEGI-BIFURCACIÓN ZF

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

AFECCIONES SOBRE CATASTRAL

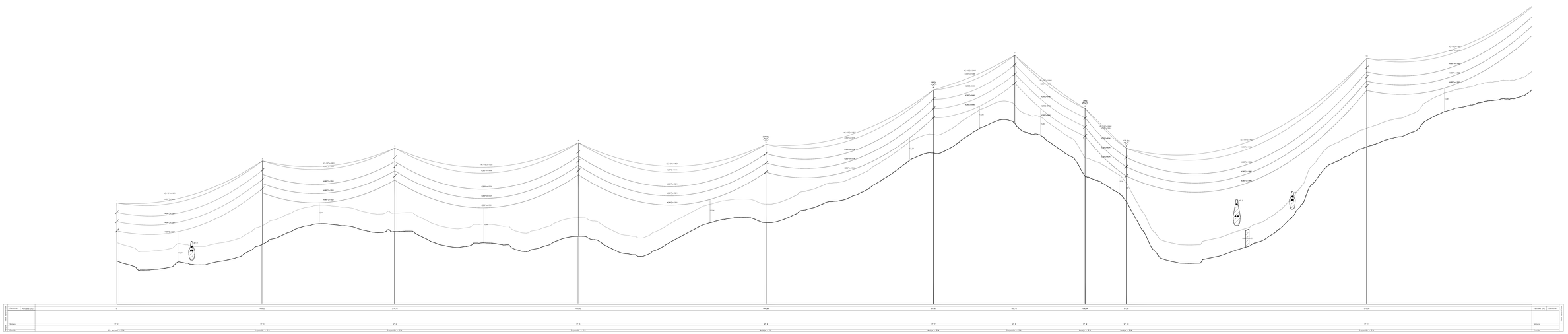
"ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L. SU REPORODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO"

ESCALA 1/4000

A1 841 x 594 mm

CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0013




| LEYENDA | |
|---|---|
| | ZONA DE PROTECCIÓN CRUZAMIENTOS |
| | LÍNEA DE TERRENO +10m |

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| 00 | 09/10/2021 | EDICIÓN INICIAL | CPS | OCT | AM |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-BE (IOPEGI) 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN Z

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

PLANTA Y PERFIL AEREO

"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"

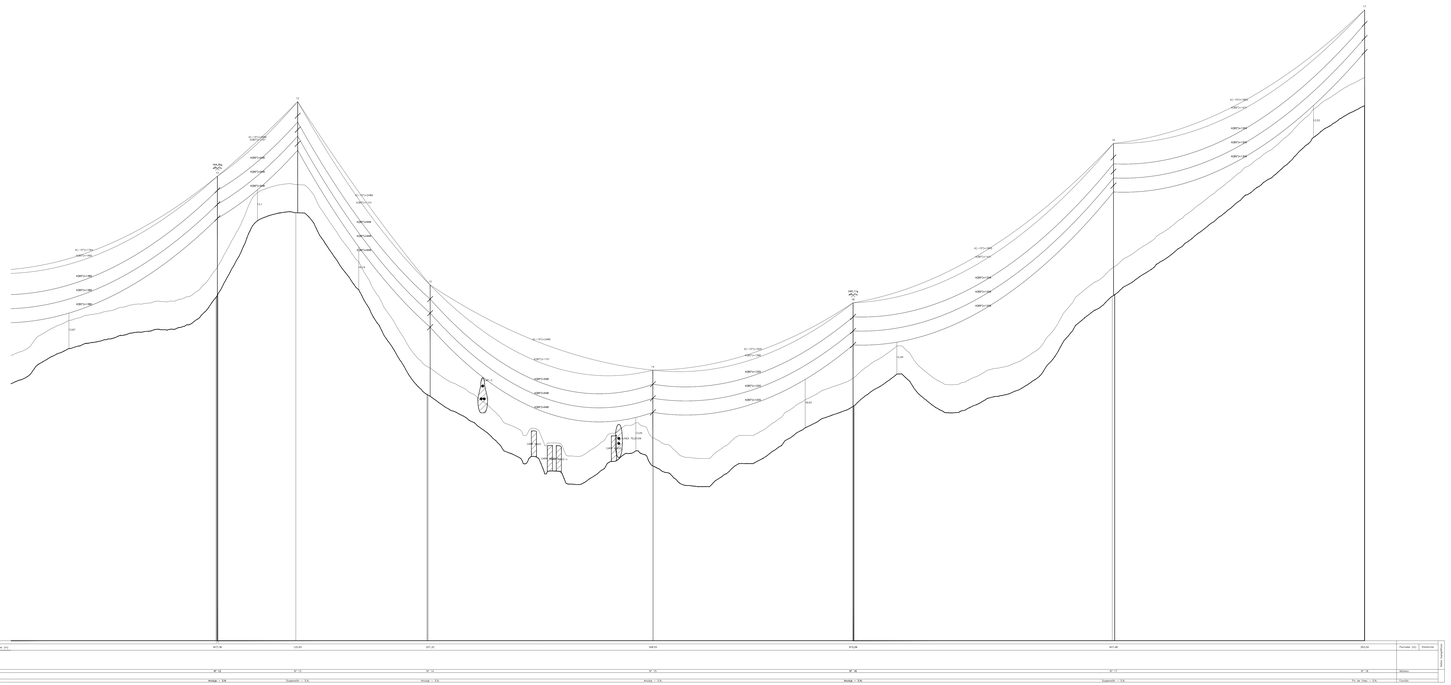
ESCALA: A0 EXTENDIDO

1/2000

CÓDIGO PLANO:

GOZU-SOL-LIE-PE-DRW-0014

HOJA: 1 DE 34




| LEYENDA |
|---|
| ZONA DE PROTECCIÓN CRUZAMIENTOS |
| LÍNEA DE TERRENO +10m |

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 28/10/2025 | EDICION INICIAL | OPS | OCT | JMI |

PROYECTO:

PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN Z

CLIENTE:

SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

TÍTULO PLANO:

PLANTA Y PERFIL AEREO

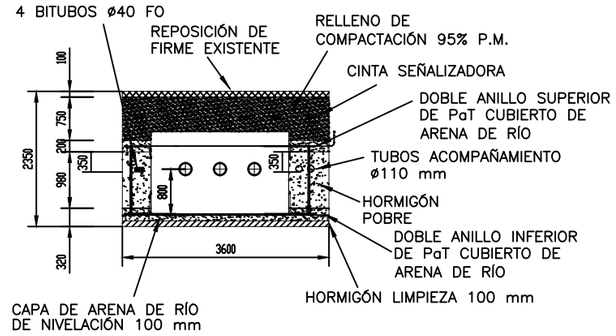
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD DE SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L. SU REPRODUCCIÓN O DISTRIBUCIÓN, TOTAL O PARCIAL, ESTÁ PROHIBIDA SIN PREVIO CONSENTIMIENTO EXPRESO POR PARTE DEL PROPIETARIO

ESCALA: AD EXTENDIDO

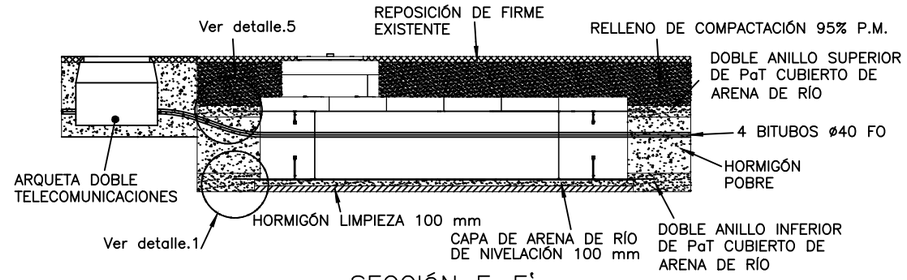
1/2000

CÓDIGO PLANO: GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0014

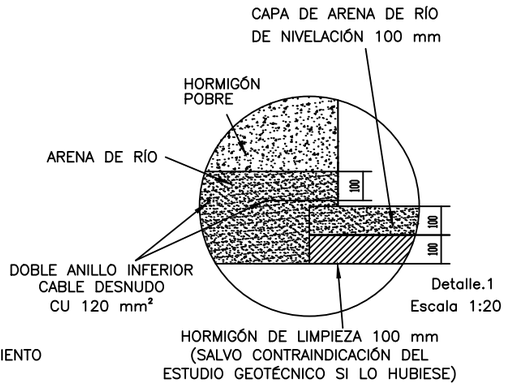
HOJA 1 DE 34

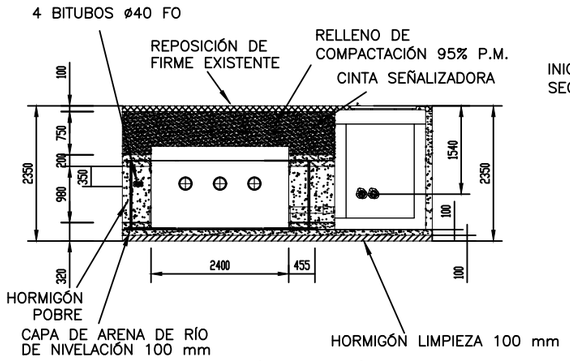



SECCIÓN A–A'

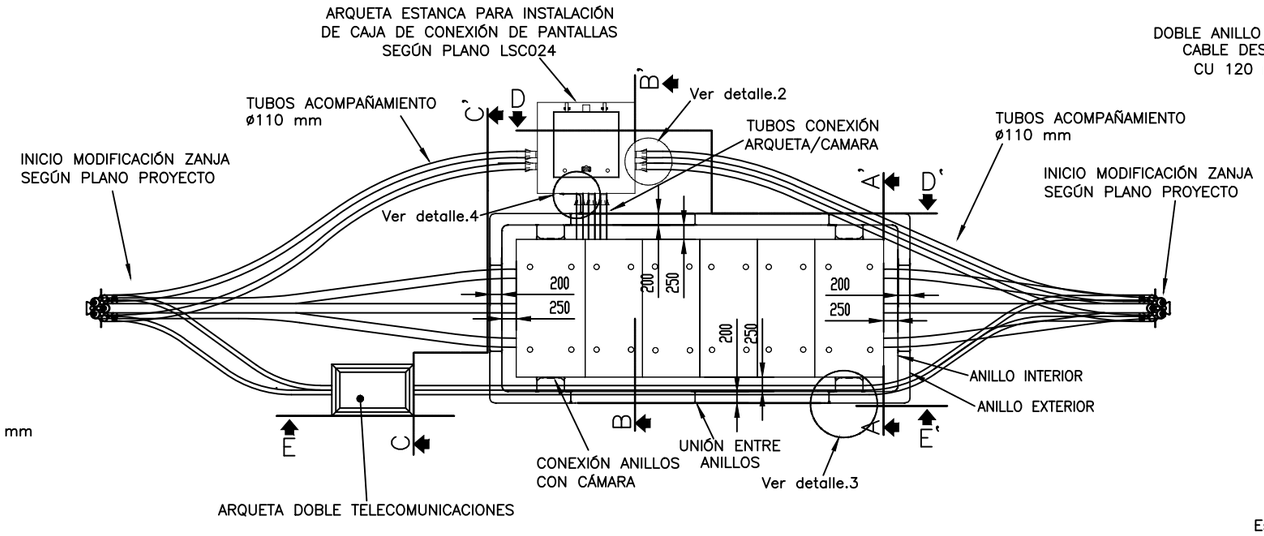


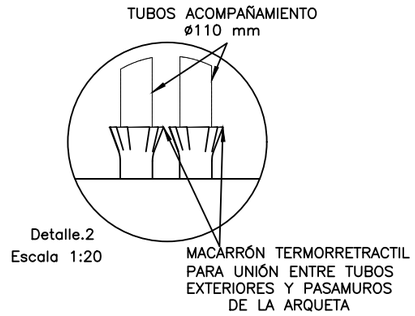

SECCIÓN E–E'

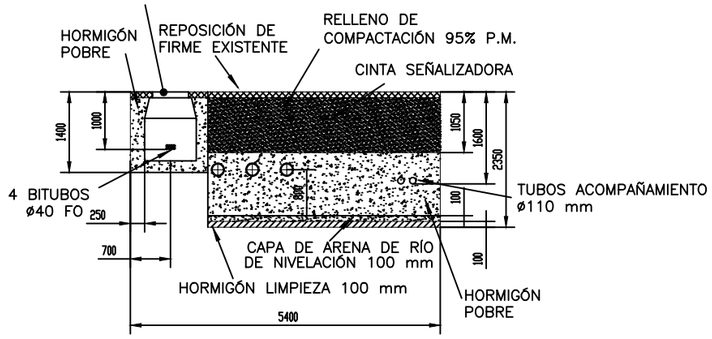


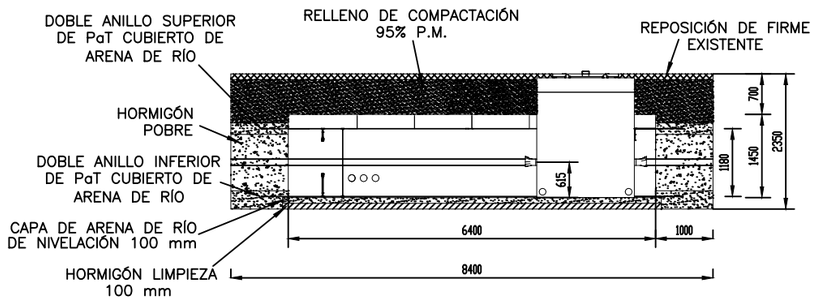

SECCIÓN B–B'



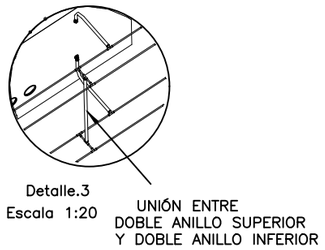



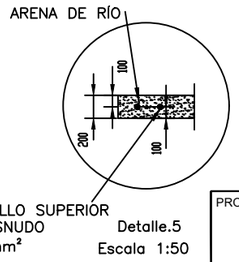



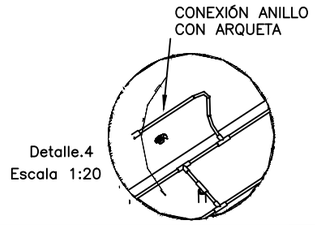

SECCIÓN C–C'




SECCIÓN D–D'




NOTAS:

1.– El sistema de puesta a tierra está compuesto por dos dobles anillos de cobre desnudo de 120 mm², que se conectan con el interior de cámara en 8 puntos diferentes y con la arqueta en 2 puntos.
2.– Todas las uniones del cable de tierra exterior se realizan mediante soldadura aluminotermica, excepto la unión con el interior de la cámara y la arqueta que de realizará mediante un terminal de compresión estanco.
3.– Los dos anillos superiores, van unidos entre si, en 12 puntos, esto mismo sucede con los dos anillos inferiores. A la vez el conjunto de dos anillos superiores, van unidos a los dos anilos inferiores, en 4 puntos, 2 en cada lado longitudinal.
4.– Una vez confeccionados los empalmes, la cámara será rellenada con arena de río, se instalarán las losas superiores, se compactará el terreno al 95% del P.M. y se restituirá el firme según las condiciones previas a la ejecución de la cámara.
5.– La arena de río empleada en el relleno de la cámara deberá estar limpia y suelta con un nivel de pureza exenta de sustancias orgánicas y arcillas así como una granulometría de entre 0,2 y 1 mm.

Verde: tubos cable acompañamiento Ø110 con radio de curvartura ≥5,5m
Rojo: tubos cable potencia Ø160 con radio de curvatura ≥ 8m
Magenta: tubos cable telecomunicaciones Ø40 con radio de curvatura ≥ 2m

| REV | FECHA | DESCRIPCIÓN | DP | CHP | AP |
|---|---|---|---|---|---|
| 00 | 01-2025 | PRIMERA EDICIÓN | CPS | OCT | JBE |

PROYECTO: PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA DC 220 kV SE GOPEGI-SE ZUIA. TRAMO SE GOPEGUI-ENTRONQUE GOPEGUI

TÍTULO PLANO: CÁMARA DE EMPALME

CLIENTE: SOLARIA EGUZKI SORKUNTZA S.L.

Solaria

"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 1:20

A3 420 x 397 mm

EPC:

ING:

CÓDIGO PLANO: GOZU-SOL-LE-PE-DRW-0017

HOJA 01 DE 01

**PROYECTO:**

# PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF

**TÍTULO**

## PRESUPUESTO

**Nº DE DOCUMENTO**

**GOZU-SOL-LE-PE-PRS-0001**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº REVISIÓN:** | 02 | **DOCUMENTO EMITIDO PARA:** | LEGALIZACIÓN |
| **FECHA EMISIÓN:** | 20/10/2025 | | |

| | | |
|---|---|---|
| OCT | 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 | 26/06/2024 | Documento nuevo |
| 01 | 29/01/2025 | Proyecto |
| 02 | 20/10/2025 | Modificación de proyecto |

## ÍNDICE

1 PRESUPUESTO GENERAL ..... 4
2 RESUMEN DEL PRESUPUESTO ..... 8

# 1 PRESUPUESTO GENERAL

**1 LINEA SUBTERRRÁNEA**

**1.1 MATERIALES TRAMOS SUBTERRÁNEOS**

| Capítulo | Concepto | Ud. | Cantidad | Precio Ud | Importe |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.1.1 | Cable aislado 220 kV | m | 11.290,23 | 62,00 € | 699.994,17 € |
| 1.1.1 | Cable aislado 400 kV | m | 10.145,00 | 62,00 € | 628.990,06 € |
| 1.1.2 | Cámaras de empalmes | ud | 4 | 5.000,00 € | 20.000,00 € |
| 1.1.3 | Empalmes seccionados 220 kV | ud | 12 | 2.000,00 € | 24.000,00 € |
| 1.1.3 | Empalmes seccionados 400 kV | ud | 12 | 2.000,00 € | 24.000,00 € |
| 1.1.6 | Terminales tipo exterior 220 kV | ud | 9 | 1.175,00 € | 10.575,00 € |
| 1.1.6 | Terminales tipo exterior 400 kV | ud | 6 | 1.175,00 € | 7.050,00 € |
| 1.1.7 | Caja tripolar enterrada de Puesta a Tierra para cruzamiento de pantallas con descargadores | ud | 6 | 1.900,00 € | 11.400,00 € |
| 1.1.8 | Caja tripolar enterrada de Puesta a Tierra directa | ud | 2 | 1.520,00 € | 3.040,00 € |
| 1.1.9 | Caja Unipolar de Puesta a Tierra Directa | ud | 15 | 506,67 € | 7.600,00 € |
| 1.1.10 | Caja Unipolar de Puesta a tierra con descargadores | ud | 15 | 633,33 € | 9.500,00 € |
| 1.1.11 | Caja tripolar enterrada de Puesta a Tierra Directa (3)+ Puesta tierra directa (3) | ud | 2 | 2.375,00 € | 4.750,00 € |
| 1.1.13 | Caja tripolar enterrada de Puesta a Tierra con descargadores (3)+ Puesta tierra con descargadores (3) | ud | 6 | 2.873,75 € | 17.242,50 € |
| 1.1.14 | Pequeño material para conexionado sistema de p.a.t de las pantallas | ud | 5 | 1.000,00 € | 5.000,00 € |
| 1.1.15 | Cable unipolar PAT | m | 460 | 3,00 € | 1.380,00 € |
| 1.1.16 | Cable unipolar single point | m | 3626 | 3,15 € | 11.421,90 € |
| 1.1.17 | Cable concéntrico | m | 240 | 4,73 € | 1.134,00 € |
| 1.1.18 | Cable comunicaciones PKP 144 FO | m | 19286,604 | 1,50 € | 28.929,91 € |
| 1.1.19 | Cajas empalme FO | ud | 10 | 125,00 € | 1.250,00 € |
| | | | | **TOTAL MATERIAL TRAMOS SUBTERRÁNEOS** | **1.517.257,54 €** |

**1.2 MONTAJE TRAMOS SUBTERRÁNEOS**

| Capítulo | Concepto | Ud. | Cantidad | Precio Ud | Importe |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.2.1 | Cable aislado 220 kV | m | 11290,2285 | 5,70 € | 64.354,30 € |
| 1.2.1 | Cable aislado 400 kV | m | 10145,001 | 5,70 € | 57.826,51 € |
| 1.2.2 | Cámaras de empalmes | ud | 4 | 2.525,00 € | 10.100,00 € |
| 1.2.3 | Empalmes seccionados 220 kV | ud | 12 | 1.680,00 € | 20.160,00 € |
| 1.2.3 | Empalmes seccionados 400 kV | ud | 12 | 1.680,00 € | 20.160,00 € |
| 1.2.6 | Terminales tipo exterior 220 kV | ud | 9 | 2.000,00 € | 18.000,00 € |
| 1.2.6 | Terminales tipo exterior 400 kV | ud | 6 | 1.600,00 € | 9.600,00 € |
| 1.2.7 | Caja tripolar enterrada de Puesta a Tierra para cruzamiento de pantallas con descargadores | ud | 6 | 500,00 € | 3.000,00 € |
| 1.2.8 | Caja tripolar enterrada de Puesta a Tierra directa | ud | 2 | 450,00 € | 900,00 € |
| 1.2.9 | Caja Unipolar de Puesta a Tierra Directa | ud | 15 | 150,00 € | 2.250,00 € |
| 1.2.10 | Caja Unipolar de Puesta a tierra con descargadores | ud | 15 | 166,67 € | 2.500,00 € |
| 1.2.11 | Caja tripolar enterrada de Puesta a Tierra Directa (3)+ Puesta tierra directa (3) | ud | 2 | 600,00 € | 1.200,00 € |
| 1.2.13 | Caja tripolar enterrada de Puesta a Tierra con descargadores (3)+ Puesta tierra con descargadores (3) | ud | 6 | 726,00 € | 4.356,00 € |
| 1.2.14 | Pequeño material para conexionado sistema de p.a.t de las pantallas | ud | 5 | 1.000,00 € | 5.000,00 € |
| 1.2.15 | Cable unipolar PAT | m | 460 | 2,50 € | 1.150,00 € |
| 1.2.16 | Cable unipolar single point | m | 3626 | 2,75 € | 9.971,50 € |
| 1.2.17 | Cable concéntrico | m | 240 | 3,03 € | 726,00 € |
| 1.2.18 | Cable comunicaciones PKP 144 FO | m | 19286,604 | 2,10 € | 40.501,87 € |
| 1.2.19 | Cajas empalme FO | ud | 10 | 1.250,00 € | 12.500,00 € |
| | | | | **TOTAL MONTAJE TRAMOS SUBTERRÁNEOS** | **284.256,18 €** |

**1.3 OBRA CIVIL TRAMOS SUBTERRÁNEOS**

| Capítulo | Concepto | Ud. | Cantidad | Precio Ud | Importe |
|---|---|---|---|---|---|
| 1.3.1 | Cámaras de empalmes | Ud | 4 | 20.000,00 € | 80.000,00 € |
| 1.3.2 | Canalización SC | m | 192,87 | 125,00 € | 24.108,75 € |
| 1.3.2 | Canalización DC | m | 3010,12 | 250,00 € | 752.530,00 € |
| | | | | **TOTAL OBRA CIVIL TRAMOS SUBTERRÁNEOS** | **856.638,75 €** |
| | | | | **TOTAL LÍNEA SUBTERRÁNEA** | **2.658.152,46 €** |

**2 LINEA AÉREA**

**2.1 MATERIALES TRAMOS AÉREOS**

| Capítulo | Concepto | Ud. | Cantidad | Precio Ud | Importe |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.1.1 | Apoyo metálico de Celosía | kg | 509.238,60 | 0,895 € | 455.768,55 € |
| 2.1.2 | Conductor | kg | 181.630,41 | 2,130 € | 386.872,78 € |
| 2.1.3 | Cable compuesto OPGW | m | 11.919,73 | 1,990 € | 23.720,26 € |
| 2.1.4 | Aislador Composite | ud | 336,00 | 9,295 € | 3.123,12 € |
| 2.1.5 | Cadena de suspensión | ud | 48,00 | 109,500 € | 5.256,00 € |
| 2.1.6 | Cadenas de amarre | ud | 138,00 | 130,980 € | 18.075,24 € |
| 2.1.7 | Conjunto suspensión OPGW | ud | 12,00 | 24,120 € | 289,44 € |
| 2.1.8 | Conjunto amarre bajada OPGW | ud | 22,00 | 30,140 € | 663,08 € |
| 2.1.9 | Caja empalme FO | ud | 4,00 | 312,710 € | 1.250,84 € |
| 2.1.10 | Grapa de amarre de Compresión | ud | 414,00 | 23,805 € | 9.855,27 € |
| 2.1.11 | Grapa Suspensión GSA | ud | 144,00 | 26,735 € | 3.849,84 € |
| 2.1.12 | Amortiguadores fase | ud | 306,00 | 1,800 € | 550,80 € |
| 2.1.13 | Amortiguadores OPGW | ud | 51,00 | 1,800 € | 91,80 € |
| 2.1.14 | Puesta a tierra apoyo no frecuentado | ud | 15,00 | 1,800 € | 27,00 € |
| 2.1.15 | Puesta a tierra apoyo frecuentado | ud | 2,00 | 1,800 € | 3,60 € |
| 2.1.16 | Placa Riesgo Eléctrico | ud | 34,00 | 1,800 € | 61,20 € |
| 2.1.18 | Salvapájaros | ud | 595,00 | 2,505 € | 1.490,48 € |
| 2.1.19 | Protecciones cruzamientos | ud | 8,00 | 2,505 € | 20,04 € |
| | | | | **TOTAL MATERIAL TRAMOS AÉREOS** | **910.969,32 €** |

**2.2 MONTAJE TRAMOS AÉREOS**

| Capítulo | Concepto | Ud. | Cantidad | Precio Ud | Importe |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.2.1 | Apoyo metálico de Celosía | kg | 509238,6 | 0,640 € | 325.912,70 € |
| 2.2.2 | Conductor | kg | 181630,4112 | 3,280 € | 595.747,75 € |
| 2.2.3 | Cable compuesto OPGW | m | 11919,727 | 2,365 € | 28.190,15 € |
| 2.2.4 | Aislador Composite | ud | 336 | 21,000 € | 7.056,00 € |
| 2.2.5 | Cadena de suspensión | ud | 48 | 18,000 € | 864,00 € |
| 2.2.6 | Cadenas de amarre | ud | 138 | 21,000 € | 2.898,00 € |
| 2.2.7 | Conjunto suspensión OPGW | ud | 12 | 12,000 € | 144,00 € |
| 2.2.8 | Conjunto amarre bajada OPGW | ud | 22 | 13,000 € | 286,00 € |
| 2.2.9 | Caja empalme FO | ud | 4 | 25,000 € | 100,00 € |
| 2.2.10 | Grapa de amarre de Compresión | ud | 414 | 55,000 € | 22.770,00 € |
| 2.2.11 | Grapa Suspensión GSA | ud | 144 | 25,000 € | 3.600,00 € |
| 2.2.12 | Amortiguadores fase | ud | 306 | 12,000 € | 3.672,00 € |
| 2.2.13 | Amortiguadores OPGW | ud | 51 | 9,000 € | 459,00 € |
| 2.2.14 | Puesta a tierra apoyo no frecuentado | ud | 15 | 350,000 € | 5.250,00 € |
| 2.2.15 | Puesta a tierra apoyo frecuentado | ud | 2 | 850,000 € | 1.700,00 € |
| 2.2.16 | Placa Riesgo Eléctrico | ud | 34 | 30,100 € | 1.023,40 € |
| 2.2.18 | Salvapájaros | ud | 595 | 6,550 € | 3.897,25 € |
| 2.2.19 | Protecciones cruzamientos | ud | 8 | 500,000 € | 4.000,00 € |
| | | | | **TOTAL MONTAJE TRAMOS AÉREOS** | **1.007.570,26 €** |

**2.3 OBRA CIVIL TRAMOS AÉREOS**

| Capítulo | Concepto | Ud. | Cantidad | Precio Ud | Importe |
|---|---|---|---|---|---|
| 2.3.1 | Apertura/Acondicionamiento accesos | ud | 17,00 | 1.200,000 € | 20.400,00 € |
| 2.3.2 | Excavación cimentaciones | m3 | 443,22 | 117,330 € | 52.002,82 € |
| 2.3.3 | Hormigonado cimentaciones | ud | 475,44 | 161,280 € | 76.678,72 € |
| 2.3.4 | Instalación de PaT de apoyo no frecuentado | ud | 15,00 | 120,000 € | 1.800,00 € |
| 2.3.5 | Instalación de PaT de apoyo frecuentado | ud | 2,00 | 230,000 € | 460,00 € |
| 2.3.6 | Retirada de tierras a vertedero autorizado así como la creación, y posterior restitución, de los accesos necesarios para la excavación y hormigonado. | ud | 17,00 | 742,260 € | 12.618,42 € |
| | | | | **TOTAL OBRA CIVIL TRAMOS AÉREOS** | **163.959,96 €** |
| | | | | **TOTAL LÍNEA AÉREA** | **2.082.499,54 €** |

3 **ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS**

| Capítulo | Concepto | Ud. | Cantidad | Precio Ud | Importe |
|---|---|---|---|---|---|
| 3 | Estudio de Gestión de Residuos | PA | 1,00 | 23.703,26 € | 23.703,26 € |
| | | | | **TOTAL ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS** | **23.703,26 €** |

4 **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD**

| Capítulo | Concepto | Ud. | Cantidad | Precio Ud | Importe |
|---|---|---|---|---|---|
| 4 | Estudio de Seguridad y Salud | PA | 1 | 69.710,46 € | 69.710,46 € |
| | | | | **TOTAL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD** | **69.710,46 €** |

## 2 RESUMEN DEL PRESUPUESTO

| Capítulo | Descripción | Importe (€) |
|---|---|---|
| **1** | **LINEA SUBTERRRÁNEA** | |
| 1.1 | MATERIALES TRAMOS SUBTERRÁNEOS | 1.517.257,54 € |
| 1.2 | MONTAJE TRAMOS SUBTERRÁNEOS | 284.256,18 € |
| 1.3 | OBRA CIVIL TRAMOS SUBTERRÁNEOS | 856.638,75 € |
| | **TOTAL LÍNEA SUBTERRÁNEA** | **2.658.152,46 €** |
| **2** | **LINEA AÉREA** | |
| 2.1 | MATERIALES TRAMOS AÉREOS | 910.969,32 € |
| 2.2 | MONTAJE TRAMOS AÉREOS | 1.007.570,26 € |
| 2.3 | OBRA CIVIL TRAMOS AÉREOS | 163.959,96 € |
| | **TOTAL LÍNEA AÉREA** | **2.082.499,54 €** |
| **3** | **ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS** | **23.703,26 €** |
| **4** | **ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD** | **69.710,46 €** |
| | **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL** | **4.834.065,72 €** |
| | I.V.A (21%) | 1.015.153,80 € |
| | **PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL + I.V.A.** | **5.849.219,52 €** |

El presente Presupuesto de Ejecución Material pertenece al **PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF** y asciende a la cantidad de **CUATRO MILLONES OCHOCIENTOS TREINTA Y CUATRO MIL SESENTA Y CINCO EUROS CON SETENTA Y DOS CENTIMOS DE EURO (4.834.065,72 €).**

El presente presupuesto de ejecución material es una estimación del coste de los materiales y la mano de obra necesarios para la ejecución de la obra, **a la fecha de redacción del proyecto**. No incluye otros costes, como los gastos generales (6%), el beneficio industrial (>13%), los gastos de ingeniería y el impacto de la inflación.

**PROYECTO:**

# PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF

**TÍTULO**

## PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS

**Nº DE DOCUMENTO**

**GOZU-SOL-LE-PE-PCT-0001**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº REVISIÓN:** | 02 | **DOCUMENTO EMITIDO PARA:** | LEGALIZACIÓN |
| **FECHA EMISIÓN:** | 20/10/2025 | | |

| | | |
|---|---|---|
| BPG | OCT | 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 | 26/06/2024 | Documento nuevo |
| 01 | 29/01/2025 | Proyecto |
| 02 | 20/10/2025 | Modificación |

## ÍNDICE

1 PLIEGO DE CONDICIONES LÍNEAS SUBTERRÁNEAS HASTA 400 kV ..... 6
1.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA HASTA 400 kV ..... 6
1.1.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN ..... 6
1.1.2 ALCANCE ..... 6
1.1.3 EJECUCIÓN DEL TRABAJO ..... 6
1.1.4 MATERIALES ..... 38
1.1.5 RECEPCIÓN DE OBRA ..... 39
1.1.6 CONDICIONES AMBIENTALES ..... 39
1.1.7 CONDICIONES DE SEGURIDAD ..... 41
2 PLIEGO DE CONDICIONES LÍNEAS AÉREAS HASTA 400 kV ..... 42
2.1 OBJETO ..... 42
2.2 DISPOSICIONES GENERALES ..... 42
2.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO ..... 42
2.3.1 DATOS DE LA OBRA ..... 42
2.3.2 REPLANTEO DE LA OBRA ..... 43
2.3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO ..... 43
2.3.4 ORGANIZACIÓN ..... 44
2.3.5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS ..... 44
2.3.6 SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS ..... 45
2.3.7 PLAZO DE EJECUCIÓN ..... 45
2.3.8 RECEPCIÓN PROVISIONAL ..... 46
*2.3.9 PERIODOS DE GARANTÍA* ..... 46
2.3.10 RECEPCIÓN DEFINITIVA ..... 47
2.3.11 PAGO DE OBRAS ..... 47

2.4 CONDICIONES GENERALES....47
2.4.1 OBJETO DE ESTE PLIEGO....47
2.4.2 CONTRATACIÓN....47
2.4.3 PROCEDENCIA DE MATERIALES....48
2.4.4 PLAZO DE COMIENZO Y DE EJECUCIÓN....48
2.4.5 SANCIONES POR RETRASO DE LAS OBRAS....49
2.4.6 TRABAJOS DEFECTUOSOS....49
2.4.7 VICIOS OCULTOS....50
2.4.8 RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS....50
2.4.9 MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS....50
3 PLAZO DE GARANTÍA....51
3.1.1 RECEPCIÓN DEFINITIVA....51
3.1.2 DIRECCIÓN TÉCNICA DE LA OBRA....51
3.1.3 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA....52
3.1.4 RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA....53
3.1.5 SEGURIDAD Y SALUD....53
3.1.6 ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS 54
3.1.7 REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA....55
4.2 CONDICIONES DE EJECUCIÓN....71
*4.2.1 ARMADO E IZADO DE APARAMENTA EN ESTRUCTURAS*....71
4.2.2 MONTAJE DE CABLES....71
*4.2.3* PROTECCIÓN Y CRUZAMIENTOS....72
5 EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA....72
6 REPOSICIÓN DEL TERRENO....72
7 NUMERACIÓN DE APOYOS. AVISOS DE PELIGRO ELÉCTRICO....73
8 DESMANTELAMIENTO DE CABLES AÉREOS....73
8.1.2 RECEPCIÓN DE LA OBRA....74

8.1.3 TOLERANCIAS Y CONTROL DE CALIDAD ..... 74

8.1.4 ENSAYOS ..... 75

# 1 PLIEGO DE CONDICIONES LÍNEAS SUBTERRÁNEAS HASTA 400 kV

## 1.1 LÍNEA SUBTERRÁNEA HASTA 400 kV.

### 1.1.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Este Pliego de Condiciones determina las condiciones mínimas aceptables para la ejecución de las obras de instalación de redes subterráneas de hasta 45, 66, 132, 220 y 400 kV.

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de los materiales necesarios en el montaje de dichas líneas subterráneas de Alta Tensión.

Los Pliegos de Condiciones Particulares podrán modificar las presentes prescripciones.

### 1.1.2 ALCANCE

Los trabajos para realizar se dividen en trabajos de obra civil y trabajos de tendido.

Serán trabajos de tendido aquellos relativos al tendido de cables de potencia, conexión eléctrica de los mismos, de sus accesorios y cualquier otro trabajo que complete las conexiones eléctricas de la instalación.

Los trabajos correspondientes a obra civil comprenderán todas las acciones restantes, como apertura, excavación, relleno, compactado y reposición de zanjas.

Todas las obras correspondientes a trabajos de obra civil en redes subterráneas de 45, 66, 132, 220 y 400 kV serán responsabilidad del promotor.

En líneas de 45, 66, 132, 220 y 400 kV, los trabajos de tendido se llevarán a cabo por el promotor.

### 1.1.3 EJECUCIÓN DEL TRABAJO

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

#### *1.1.3.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES*

Toda obra a realizar estará sometida a la obtención previa de las licencias correspondientes y demás autorizaciones municipales o, en su caso, a la autorización

para reparación de avería y posterior obtención de licencia, así como al pago de las correspondientes exacciones fiscales, según la normativa aplicable en cada supuesto.

En todo el trazado y durante la ejecución de los trabajos prevalecerá el orden y limpieza. Al finalizar la jornada de trabajo se retirarán todas las herramientas, materiales y maquinaria.

En pasos de vehículos o de personas se dispondrán planchas de chapa de hierro debidamente señalizadas. El espesor de estas chapas no será inferior a 20 mm y se dispondrán barandillas y los elementos de seguridad oportunos.

Si los trabajos propios de las obras significaran la obstrucción de desagües, se construirán unos provisionales, manteniéndose limpios en todo momento.

En caso de encontrarse bocas de riego, hidrantes o similares se respetará un radio de 3 m alrededor de estos elementos.

Todos los servicios descubiertos permanecerán identificados. Si durante los trabajos se produjeran averías en canalizaciones o servicios ajenos se repararán con carácter urgente, para luego proceder a su reparación definitiva.

El acopio de materiales se realizará de forma segura en un lugar adecuado a su almacenaje.

El contratista aportará toda la herramienta y útiles necesarios para la ejecución de los trabajos. Las herramientas y útiles estarán suficientemente dimensionados para el trabajo que se vaya a desarrollar y cumplirán con la legislación vigente oportuna en materia de seguridad.

#### *1.1.3.2 REPLANTEO*

Todos los trabajos realizarán en conformidad a los planos y coordenadas entregados previamente a su ejecución.

Se comprobarán siempre los servicios y elementos afectados, tanto si están previstos inicialmente como si surgen a posteriori. Para ello se realizarán los estudios y calas sean oportunas.

#### *1.1.3.3 TRAZADO*

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se contendrá el. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc.

Se procurará causar los mínimos daños posibles en la propiedad, ajustándose a los compromisos adquiridos con el propietario antes de la ejecución de las obras.

En entornos rurales se mantendrán cerradas las propiedades atravesadas, en caso de posibilidad de presencia de ganado.

En instalaciones enterradas, al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor, siendo este radio mínimo 10(D+d) donde D es el diámetro exterior y d el diámetro del conductor.

En instalaciones entubadas se respetarán los radios de curvatura mínimos precisos dependiendo del diámetro exterior del tubo, de tal forma que en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 160 mm se respetará un radio de curvatura mínimo de 8 m, en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 200 mm se respetará un radio de curvatura mínimo de 10 m y en instalaciones bajo tubo de diámetro exterior 250 mm se respetará un radio de curvatura mínimo de 12,5 m.

#### *1.1.3.4 APERTURA DE ZANJAS*

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados por la Compañía.

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se procurará dejar un paso de 500 mm entre la zanja y las tierras extraídas o cualquier otro objeto, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja. La tierra excavada y el pavimento deben depositarse por separado. La planta de la zanja debe limpiarse de piedras agudas, que podrían dañar las cubiertas exteriores de los cables.

Las tierras extraídas se apilarán de forma adecuada para su posterior uso, en caso de que las autoridades lo permitan, o para su posterior evacuación a vertedero autorizado. Se prestará especial atención para no mezclarla con agentes contaminantes que pudieran dañar el medio ambiente o impedir su posible reutilización.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios comercios y garajes. Se respetarán siempre anchos de vías de circulación de al menos 3 m si es de sentido único y de 6 m si es de doble sentido. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará de una autorización especial.

En canalizaciones que discurran por calzada se dejará un mínimo de 30 centímetros de separación desde el bordillo hasta la arista más próxima de la zanja.

Para reducir el coste de reposición del pavimento en lo posible, la zanja se puede excavar con intervalos de 2 a 3 m alternados, y entre cada dos intervalos de zanja se practicará una mina o galería por la que se pase el cable.

Las dimensiones de las zanjas para una o dos ternas se harán según las tablas indicadas en los planos del Proyecto, en función de la sección de los cables y el tipo de instalación: directamente enterrada, bajo tubo y bajo tubo hormigonada.

Si deben abrirse las zanjas en terreno de relleno o de poca consistencia debe recurrirse al entibado en previsión de desmontes.

El fondo de la zanja, establecida su profundidad, es necesario que esté en terreno firme, para evitar corrimientos en profundidad que sometan a los cables a esfuerzos por estiramientos.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que en cada banda se agrupen cables de igual tensión.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

No se emplearán, en ningún caso, maquinaria y herramientas que causen una contaminación acústica que sobrepase los niveles especificados por la legislación vigente.

En caso de ser necesaria la retirada de pavimento asfáltico, se realizarán los cortes por medio de cortadora de disco.

A la hora de atravesar jardines o parques, se intentará preservar la vegetación existente en la medida de lo posible.

Ante presencia de agua se realizarán y mantendrán los achiques necesarios para una correcta ejecución de los trabajos, disponiéndose de sistemas de drenaje especial cuando en caso necesario.

Se evitará el deterioro de todos los elementos afectados por la excavación, para lo que se tomarán las medidas pertinentes. En caso de deterioro, el contratista será responsable de su reparación y tendrá la obligación de avisar inmediatamente a los propietarios.

### *1.1.3.5 CANALIZACIÓN*

#### 1.1.3.5.1 Canalización de cables directamente enterrados

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 100 mm de espesor sobre la que se colocará el cable. Posteriormente se rellenará con arena, hasta formar un bloque que cubra la anchura total de la zanja con una altura sobre la base del terreno de 350 mm para 45 y 66 kV, 400 mm para 132 kV y 450 mm para 220 kV y 400 kV.

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 empleará preferentemente la arena procedente de la misma zanja, siempre y cuando exista la aprobación del Director de Obra y reúna las condiciones señaladas anteriormente.

Caso contrario se empleará arena fina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 1 a 2 mm como máximo.

En ambos casos, con objeto de garantizar la estabilidad de la resistencia térmica de esta arena ante distintos grados de humedad del terreno, se mezclará la arena con cemento en la proporción 14 partes de arena por 1 de cemento antes de proceder al rellenado.

Tras la formación del bloque de arena, se ubicarán 2 tubos de telecomunicaciones de 125 mm de diámetro exterior. Estos tubos serán de doble pared, lisa la interna y corrugada la externa y sus características. La distribución de los tubos será horizontal, se ubicarán en la vertical de una de las ternas de la instalación y se utilizarán separadores específicos para este tipo de tubos.

A continuación, se rellenará toda la zanja con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario.

Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor Modificado (P.M.).

Todos los cables deben tener un dispositivo protector formado por placas de polietileno ensambladas, de 1000 mm de longitud por 250 mm de anchura. Dichas placas se situarán unos 250 mm por encima de la capa de relleno estabilizado de arena, y sobre la vertical de cada terna.

Con objeto de efectuar una señalización de los cables enterrados, se colocará una cinta señalizadora por terna, a una profundidad aproximada de 300 mm y situada sobre el eje vertical de cada terna.

Los eventuales obstáculos deben ser evitados buscando la mejor solución técnica posible.

#### 1.1.3.5.2 Canalización de cables bajo tubo hormigonado

El empleo de este tipo de canalización será prioritario en los casos siguientes:

- Cruces o tendidos a lo largo de vías públicas, privadas o paso de carruajes (tubos hormigonados en todo el recorrido)
- Cruzamientos, paralelismos y casos especiales, cuando los reglamentos oficiales, ordenanzas vigentes o acuerdos con otras empresas lo exijan.
- Sectores urbanos, donde existan dificultades para la apertura de zanjas de la longitud necesaria para permitir el tendido del cable a cielo abierto.
- Cuando sea necesario dejar prevista la canalización para realizar el tendido del cable en el futuro.

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán bajo las siguientes condiciones:

Se colocará en posición horizontal y recta, y estarán hormigonados en toda su longitud.

No es recomendable que el hormigón del bloqueo llegue hasta el pavimento de rodadura, pues se facilita la transmisión de vibraciones. En este caso debe intercalarse entre uno y otro una capa de tierra que actúe como amortiguador.

a) Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
b) El fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelado cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.
c) Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle.

En los cruces con el resto de los servicios habituales en el subsuelo se guardará una prudencial distancia frente a futuras intervenciones, y cuando puedan existir injerencias de servicio, como es el caso de otros cables eléctricos, conducciones de aguas residuales por el peligro de filtraciones, etc., es conveniente la colocación para el cruzamiento de un tramo de tubo de 2 m.

En este tipo de canalización se instalará un cable por tubo. Los tubos serán independientes entre sí, siendo sus principales características:

- Tubo de polietileno de alta densidad o polipropileno, de doble pared, lisa la interna y corrugada la externa.

- Diámetro exterior de 160, 200 ó 250 mm.
- Tramos de 6 m de longitud, con uniones entre tubos mediante manguitos con junta de estanqueidad.

Los tubos a emplear serán los indicados en el plano detalle de la canalización.

La disposición de los tubos, que será siempre al tresbolillo, vendrá obligada por el empleo de separadores, situados cada 3 m (dos por tramo de tubo).

Los separadores serán de tipo plástico, compuestos a partir material libre de halógenos y proporcionarán suficiente rigidez mecánica para soportar los esfuerzos electrodinámicos tanto en el momento de instalación como en servicio. La forma del separador obligará al formado del tresbolillo de los tubos, introduciendo una separación entre los tubos de 40 mm para tubos de diámetros exteriores de 160 y 200 mm y de 70 mm para diámetros exteriores de 250 mm.

En caso de separadores de tubos de 250 mm de diámetro exterior, dispondrán en el mismo cuerpo de habitáculos para los tubos de cables equipotenciales y testigo de hormigonado para el encofrado. En caso de separador de tubos de menor diámetro no serán obligatorios estos dos requisitos, pero dispondrán de piezas conectoras para la correcta fijación de los tubos para el conductor equipotencial.

Excepcionalmente se admitirá la disposición en capa de los tubos, cuando las condiciones específicas de un proyecto así lo aconsejen.

Para el tendido de los cables de telecomunicaciones, se instalarán 2 tubos de plástico de doble pared (corrugada la externa y lisa la interna) de 125 mm de diámetro exterior, según la disposición indicada en los planos de zanjas tipo. Para la ubicación de estos tubos se dispondrá de un separador específico cada 3 m de tendido.

Tanto en tubos de potencia como tubos de telecomunicaciones se respetarán las siguientes indicaciones:

a) No se empleará ningún tubo deteriorado previamente a su instalación. Se desecharán los tubos perforados, abollados o con fisuras.
b) Los tubos se ensamblarán unidos entre sí mediante los manguitos de unión suministrados a tal efecto, comprobando que no se queda ningún elemento extraño en su interior. No obstante, se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro del cable, para evitar enganches contra dichos bordes.
c) Al construir la canalización, se dejará en los tubos de potencia una cuerda de nylon de 10 mm de diámetro en su interior que facilite posteriormente el enhebrado de los elementos para tendido. La cuerda de nylon será de 8 mm de diámetro para los tubos de telecomunicaciones.
d) Al concluir la jornada de trabajo se taparán los extremos del tubo abiertos.

e) Las juntas de las entradas y salidas de los tubos a las cámaras de empalme se sellarán mediante sikaflex o mortero sin retracción.
f) El interior de los tubos en las entradas y salidas a las cámaras de empalme se sellará con espuma de poliuretano de expansión, salvo que el tubo sea de desagüe.

Se respetará un radio de 100 mm alrededor de los tubos, sin que se ubique ningún otro elemento, para lo que se realizarán las etapas necesarias en las fases de hormigonado respetando las canalizaciones descritas en el documento nº3 (Planos).

El encofrado de hormigón ocupará toda la anchura de la canalización. La altura del encofrado será de 783 mm para tubos de diámetros exterior de 160 mm, 858 mm para tubos de diámetro exterior 200 mm y 977 mm para tubos de diámetro exterior 250 mm.

Para el encofrado de hormigón se utilizará en todo caso hormigón en masa HM- 20/B/20 (ver apartado 3.11) según Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

. Las clases general y específica de exposición se especificarán en caso necesario en función de la agresividad prevista del terreno para cada proyecto específico.

A continuación, se rellenará toda la zanja con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario. Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor Modificado (P.M.).

Con objeto de efectuar una señalización de los cables enterrados, se colocará una cinta señalizadora por terna, a una profundidad aproximada de 150 mm bajo el pavimento a reponer y situada sobre el eje vertical de cada terna.

#### 1.1.3.5.3 Canalización de cables bajo tubo sin hormigonar

El uso preferente en instalaciones bajo tubo será el hormigonado en la construcción de líneas de distribución. El empleo de instalaciones bajo tubo sin hormigonar responderá a criterios de diseño de red y a tramos de canalización entubada donde no sea posible hormigonar, ya sea por cuestiones de trazado u otras circunstancias.

En este tipo de canalización se instalará un cable por tubo con las mismas características dimensionales que la instalación bajo tubo hormigonado.

En los cruces con servicios habituales en el subsuelo se guardará una prudencial distancia frente a futuras intervenciones, y cuando puedan existir injerencias de servicio, como es el caso de otros cables eléctricos, conducciones de aguas residuales por el peligro de filtraciones, etc., es conveniente la colocación para el cruzamiento de un tramo de tubo de 2 m.

En este tipo de canalización se instalará un cable por tubo. Los tubos serán independientes entre sí, siendo sus principales características:

- Tubo de polietileno de alta densidad o polipropileno, de doble pared, lisa la interna y corrugada la externa.
- Diámetro exterior de 160, 200 ó 250 mm.
- Tramos de 6 m de longitud, con uniones entre tubos mediante manguitos con junta de estanqueidad.

Los tubos a emplear serán los indicados en el plano detalle de la canalización.

La disposición de los tubos, que será siempre al tresbolillo, vendrá obligada por el empleo de separadores, situados cada 3 m (dos por tramo de tubo).

Los separadores serán de tipo plástico, compuestos a partir material libre de halógenos y proporcionarán suficiente rigidez mecánica para soportar los esfuerzos electrodinámicos tanto en el momento de instalación como en servicio. La forma del separador obligará al formado del tresbolillo de los tubos, introduciendo una separación entre los tubos de 40 mm para tubos de diámetros exteriores de 160 y 200 mm y de 70 mm para diámetros exteriores de 250 mm.

En caso de separadores de tubos de 250 mm de diámetro exterior, dispondrán en el mismo cuerpo de habitáculos para los tubos de cables equipotenciales y testigo de hormigonado para el encofrado. En caso de separador de tubos de menor diámetro no serán obligatorios estos dos requisitos, pero dispondrán de piezas conectoras para la correcta fijación de los tubos para el conductor equipotencial.

Excepcionalmente se admitirá la disposición en capa de los tubos, cuando las condiciones específicas de un proyecto así lo aconsejen.

Para el tendido de los cables de telecomunicaciones, se instalarán 2 tubos de plástico de doble pared (corrugada la externa y lisa la interna) de 125 mm de diámetro exterior, según la disposición indicada en los planos de zanjas tipo. Para la ubicación de estos tubos se dispondrá de un separador específico cada 3 m de tendido.

Tanto en tubos de potencia como tubos de telecomunicaciones se respetarán las siguientes indicaciones:

a) No se empleará ningún tubo deteriorado previamente a su instalación. Se desecharán los tubos perforados, abollados o con fisuras.
b) Los tubos se ensamblarán unidos entre sí mediante los manguitos de unión suministrados a tal efecto, comprobando que no se queda ningún elemento extraño en su interior. No obstante, se ensamblarán teniendo en cuenta el sentido de tiro del cable, para evitar enganches contra dichos bordes.
c) Al construir la canalización, se dejará en los tubos de potencia una cuerda de nylon de 10 mm de diámetro en su interior que facilite posteriormente el enhebrado de los elementos para tendido. La cuerda de nylon será de 8 mm de diámetro para los tubos de telecomunicaciones.
d) Al concluir la jornada de trabajo se taparán los extremos del tubo abiertos.
e) Las juntas de las entradas y salidas de los tubos a las cámaras de empalme se sellarán mediante sikaflex o mortero sin retracción.
f) El interior de los tubos en las entradas y salidas a las cámaras de empalme se sellará con espuma de poliuretano de expansión, salvo que el tubo sea de desagüe.

Se respetará un radio de 100 mm alrededor de los tubos, sin que se ubique ningún otro elemento, para lo que se realizarán las etapas necesarias en las fases de rellenado de la zanja respetando las canalizaciones descritas en el documento nº3 (Planos).

Se dispondrá de un lecho de arena de 100 mm de espesor que separe la base inferior de los tubos y la base de la zanja. Posteriormente se rellenará con arena, hasta formar un bloque que cubra la anchura total de la zanja con una altura sobre la base del terreno de 783 mm para tubos de diámetros exterior de 160 mm, 858 mm para tubos de diámetro exterior 200 mm y 977 mm para tubos de diámetro exterior 250 mm.

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 empleará preferentemente la arena procedente de la misma zanja, siempre y cuando exista la aprobación del Director de Obra y reúna las condiciones señaladas anteriormente.

Caso contrario se empleará arena fina o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 1 a 2 mm como máximo.

En ambos casos, con objeto de garantizar la estabilidad de la resistencia térmica de esta arena ante distintos grados de humedad del terreno, se mezclará la arena con cemento en la proporción 14 partes de arena por 1 de cemento antes de proceder al rellenado.

A continuación, se rellenará toda la zanja con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario. Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor Modificado (P.M.).

Con objeto de efectuar una señalización de los cables enterrados, se colocará una cinta señalizadora por terna el material, dimensiones, color, etc.… a una profundidad aproximada de 150 mm bajo el pavimento a reponer y situada sobre el eje vertical de cada terna.

#### 1.1.3.5.4 Cables al aire, alojados en galerías

Este tipo de canalización se evitará en lo posible, utilizándose únicamente en el caso en que el número de conducciones sea tal que justifique la realización de galerías; o en los casos especiales en que no se puedan utilizar las canalizaciones anteriores.

Las galerías serán de hormigón armado o de otros materiales de rigidez, estanqueidad y duración equivalentes. Se dimensionarán para soportar la carga de tierras y pavimentos situados por encima y las cargas del tráfico que corresponda.

Las paredes han de permitir una sujeción segura de las estructuras soportes de los cables, así como permitir en caso necesario la fijación de los medios de tendido del cable. Dispondrán de un punto de puesta a tierra accesible que conecte con el electrodo enterrado de puesta a tierra.

Las galerías visitables se usarán preferentemente solo para instalaciones eléctricas de potencia y cables de control y comunicaciones. En ningún caso podrán coexistir en la misma galería instalaciones eléctricas e instalaciones de gas o líquidos inflamables.

En caso de existir, las canalizaciones de agua se situarán preferentemente en un nivel inferior que el resto de las instalaciones, siendo condición indispensable que la galería tenga un desagüe situado por encima de la cota de alcantarillado o de la canalización de saneamiento en que evacua.

Las galerías visitables dispondrán de pasillos de circulación de 0,90 metros de anchura mínima y 2 metros de altura mínima, debiéndose justificar las excepciones puntuales. En los puntos singulares, entronques, pasos especiales, accesos de personal, etc., se estudiarán tanto el correcto paso de las canalizaciones, como la seguridad de circulación del personal.

Los accesos a la galería deben quedar cerrados de forma que se impida la entrada de personas ajenas al servicio, pero que permita la salida al personal que esté en su interior. Para evitar la existencia de tramos de galería con una sola salida, deben disponerse de accesos en las zonas extremas de las galerías.

La ventilación de las galerías será suficiente para asegurar que el aire se renueva, a fin de evitar acumulaciones de gas y condensaciones de humedad y contribuir a que la temperatura máxima de la galería sea compatible con los servicios que contenga. Esta temperatura no sobrepasará los 40 °C. Cuando la temperatura ambiente no permita cumplir este requisito, la temperatura en el interior de la galería no será superior a 50 °C, lo cual se tendrá en cuenta para determinar la intensidad admisible en servicio permanente del cable.

Los suelos de las galerías deberán tener la pendiente adecuada y un sistema de drenaje eficaz, que evite la formación de charcos.

Las empresas utilizadoras tomarán las medidas oportunas para evitar la presencia de roedores en las galerías.

Las galerías de longitud superior a 400 metros, además de las disposiciones anteriores dispondrán de iluminación fija, de instalaciones fijas de detección de gas (con sensibilidad mínima de 300 ppm), de accesos de personal cada 400 metros como máximo, alumbrado de señalización interior para informar de las salidas y referencias exteriores, tabiques de sectorización contra incendios (RF 120) con puertas cortafuegos (RF 90) cada 1.000 metros como máximo y las medidas oportunas para la prevención contra incendios.

Es aconsejable disponer los cables de distintos servicios y de distintos propietarios sobre soportes diferentes y mantener entre ellos unas distancias que permitan su correcta instalación y mantenimiento. Dentro de un mismo servicio debe procurarse agruparlos por tensiones (por ejemplo, todos los cables de A.T en uno de los laterales, reservando el otro para B.T, control, señalización, etc.).

Los cables se dispondrán de forma que su trazado sea recto y procurando conservar su posición relativa con los demás. Las entradas y salidas de los cables en las galerías se harán de forma que no dificulten ni el mantenimiento de los cables existentes ni la instalación de nuevos cables.

Todos los cables deberán estar debidamente señalizados e identificados, de forma que se indique la empresa a quien pertenecen, la designación del circuito, la tensión y la sección de los cables.

Los cables se colocarán al aire, fijados sobre soportes metálicos mediante abrazaderas plásticas, de manera que no se desplacen por efectos electrodinámicos.

Las abrazaderas plásticas fabricadas en poliamida reforzada con fibra de vidrio, resistentes al incendio. Asimismo, serán resistentes al agua, rayos UVA, ozono, aceites, combustibles acetona, alcoholes y benceno.

Serán totalmente inertes, no conteniendo halógenos ni ningún metal que desprenda gases tóxicos en caso de incendio. No contendrán ningún tipo de colorante ni pintura, y serán de color negro. El diseño tendrá las dimensiones adecuadas para proporcionar una presión firme y uniforme sin dañar los cables, ni en funcionamiento normal ni en condiciones de cortocircuito.

El montaje de las abrazaderas se realizará de forma rápida y sencilla, sin necesidad de utilizar herramientas especiales.

Se instalarán preferentemente abrazaderas con soporte incorporado fabricado del mismo material, admitiéndose donde no sea posible la instalación de la abrazadera sobre soportes metálicos.

El resto de las características principales se reflejan en la siguiente tabla.

Tabla 1 – Tabla de características de las abrazaderas plásticas

| Característica | Valor |
|---|---|
| Resistencia a la flexión (N/mm2) | 220 |
| Resistencia mecánica mínima (N) | 2.500 |
| Resistencia a la tracción (N/mm2) | 135 |
| **Característica** | **Valor** |
| Coeficiente de dilatación (% por cada 10 ºC) | 0,01 |
| Límites de temperatura (ºC) | -40 /+135* |
| Resistencia al fuego (s) | 60 |

*Temperaturas pasajeras de hasta 210 ºC son admisibles

Todos los elementos metálicos para sujeción de los cables (bandejas, soportes, bridas, etc.) u otros elementos metálicos accesibles al personal que circula por las galerías (pavimentos, barandillas, estructuras o tuberías metálicas, etc.) se conectarán eléctricamente a la red de tierra de la galería.

En galerías o zanjas registrables se admite la instalación de cables eléctricos de alta tensión, de baja tensión y de alumbrado, control y comunicación. No se admite la existencia de canalizaciones de gas. Solo se admite la existencia de canalizaciones de agua si se puede asegurar que en caso de fuga el agua no afecte a los demás servicios (por ejemplo, en un diseño de doble cuerpo, en el que en un cuerpo se dispone una canalización de agua y tubos hormigonados para cables de comunicación; y en el otro cuerpo, estanco respecto al anterior cuando tiene colocada la tapa registrable, se disponen los cables de A.T, de B.T, de alumbrado público, semáforos, control y comunicación).

Las condiciones de seguridad más destacables que deben cumplir este tipo de instalación son:

- Estanqueidad de los cierres.
- Buena renovación de aire en el cuerpo ocupado por los cables eléctricos, para evitar acumulaciones de gas y condensación de humedades, y mejorar la disipación de calor.

#### 1.1.3.5.5 Paralelismos y cruzamientos

Cuando en el trazado de la línea aparezca algún tipo de paralelismo o cruzamiento con cualquier otro elemento de los contemplados en los apartados del Documento nº 2 (Memoria), se respetará en todo momento lo indicado en la citada Memoria.

Caso de plantearse distintas alternativas para resolver estos paralelismos o cruzamientos, será el Director de Obra quien decida que alternativa adoptar, en base a razones técnicas, económicas y de seguridad.

### *1.1.3.6 TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO DE BOBINAS DE CABLES*

Previamente al traslado, será estudiado el emplazamiento de destino. El transporte de las bobinas se realizará siempre sobre vehículo, manipulándose mediante grúa.

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Las bobinas de cable se transportarán siempre de pie y nunca tumbadas sobre una de las tapas.

Si la bobina se transporta con duelas, se deben proteger convenientemente para que un deterioro de las mismas no afecte al cable.

Cuando se coloquen las bobinas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una con otra, y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

El bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y resistentes, con un largo total que cubra completamente el ancho de la bobina y puedan apoyarse los perfiles de las dos tapas. Las caras del taco tienen que ser uniformes para que las duelas no se puedan romper dañando entonces el cable.

En sustitución de estos tacos también se pueden emplear unas cuñas de madera que se colocarán en el perfil de cada tapa, y se clavarán por ambos lados al piso de la plataforma para su inmovilidad. Estas cuñas nunca se pondrán sobre la parte central de las duelas, sino en los extremos, para que apoyen sobre los perfiles de las tapas.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde un camión o remolque. En caso de no disponer de elementos de suspensión, se montará una rampa provisional formada por tablones de madera o vigas, con una inclinación no superior a 1/4. Debe guiarse la bobina con cables de retención. Es aconsejable acumular arena a una altura de 20 cm al final del recorrido, para que actúe como freno.

Cuando se desplace la bobina rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma. Además, deberá evitarse que la bobina ruede sobre un suelo accidentado.

Esta operación será aceptable únicamente para pequeños recorridos.

En cualquiera de estas maniobras debe cuidarse la integridad de las duelas de madera con que se tapan las bobinas, ya que las roturas suelen producir astillas que se introducen hacia el interior con el consiguiente peligro para el cable.

Siempre que sea posible debe evitarse la colocación de bobinas de cable a la intemperie, sobre todo si el tiempo de almacenamiento ha de ser prolongado, pues pueden presentarse deterioros considerables en la madera (especialmente en las tapas, que causarían importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

El almacenamiento de bobinas se realizará sobre firme adecuado, en un lugar donde no pueda acumularse agua. En lugares húmedos se aconseja la separación de las bobinas. No se permitirá el apilamiento de bobinas.

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenía, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

### *1.1.3.7 TENDIDO DE CABLES*

En instalaciones directamente enterradas o en galería se verificará antes del tendido que no hay elementos susceptibles de dañar la cubierta. En instalaciones directamente enterradas se revisará la rasante, que será lisa y en instalaciones en galería se revisarán los puntos de apoyo del cable, como bandejas o voladizos.

Antes de iniciar la instalación del cable hay que limpiar el interior del tubo, asegurar que no haya cantos vivos, aristas y que los tubos estén sin taponamientos. Con este fin se procederá a mandrilar los tubos de la instalación según los diámetros interiores de los mismos.

Una vez finalizada la zanja se procederá al mandrilado de todos los tubos en los dos sentidos. El mandril será suministrado por el promotor.

Esta operación se deberá realizar obligatoriamente en presencia del director de obra.

El mandril deberá recorrer la totalidad de los tubos y deslizarse por ellos sin aparente dificultad. El mandril deberá arrastrar una cuerda guía que sirva para el tendido del futuro piloto de tendido del cable. La cuerda guía de nylon será de 10 mm de diámetro.

En el caso de encontrarse con algún cuerpo extraño, se procederá a su retirada por un medio aprobado por el técnico responsable, se procederá a la nueva ejecución del tramo afectado.

Después del mandrilado se procederá a tapar el tubo para evitar la entrada de cuerpos extraños y se levantará acta de esta actividad.

Se estudiará el emplazamiento óptimo para la bobina antes del tendido. La bobina de cable se colocará en el lugar elegido de forma que la salida del cable se efectúe por su parte superior y emplazada de tal forma que el cable no quede forzado al tomar la alimentación del tendido. En el caso de trazados con pendiente, es preferible el tendido en sentido descendente. Se procurará la alineación de las bobinas con la traza para su tendido. El ángulo de tiro del cable con la horizontal no superará los 10º.

En caso de que uno de los extremos de la canalización presente puntos de difícil acceso o curvas pronunciadas, es preferible situar la bobina en el extremo opuesto.

Para el tendido la bobina estará siempre elevada y sujeta por gatos mecánicos y una barra, de dimensiones y resistencia apropiada al peso de la bobina.

La base de los gatos será suficientemente amplia para que garantice la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Al retirar las duelas de protección se cuidará hacerlo de forma que ni ellas, ni el elemento empleado para enclavarla, puedan dañar el cable. Las duelas se retirarán con la bobina suspendida unos 10 ó 20 cm, haciendo posible el giro alrededor de su eje. El eje se apoyará sobre pies dimensionados acorde al trabajo a desarrollar, asegurando la estabilidad de la bobina durante su rotación.

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y un radio de curvatura una vez instalado de 10 (D+d), siendo D el diámetro exterior del cable y del diámetro del conductor.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja, estarán comunicados y en disposición de detener el proceso de tendido en cualquier momento. A medida que vaya extrayendo el cable de la bobina, se hará inspección visual de cualquier deterioro del cable.

También se puede tender mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable al que se le habrá adaptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado por el fabricante del mismo.

Los cabrestantes se accionarán por medio de motores autónomos para tirar de los cables de potencia a través de pilotos guía. En la placa de características figurará su fuerza de tracción, permitiéndose el uso de rebobinadora para los cables piloto. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

Antes del inicio de los trabajos se realizará un estudio de las tracciones necesarias, a fin de no sobrepasar los esfuerzos máximos permitidos. El despliegue del cable se hará lentamente a velocidad constante. Esta velocidad será del orden de entre 2,5 y 5 m/min.

Se prestará especial atención cuando la bobina se desenrolle completamente, teniendo previsto que el cable no se destense en ningún momento mediante algún tipo de medio mecánico.

El cabrestante y el freno deben ser fijados de forma rígida para un correcto funcionamiento en el peor caso de carga. La máquina de frenado y sus accesorios estarán dimensionados en función de la bobina de tendido. El dispositivo de frenado será reversible y podrá actuar como cabrestante en caso de necesidad.

Para el guiado del cable se emplearán cables piloto de tipo flexible, serán anti giratorios y sus elementos de conexión serán giratorios para compensar la torsión producida.

La unión del cable y del cable piloto se realizará por medio de cabezal de tiro y manguito giratorio.

Se podrá recubrir el cable con grasa lubricante con el fin de favorecer el deslizamiento del mismo en el interior de los tubos y así reducir el esfuerzo de tracción. En ningún caso se utilizará grasa que pueda dañar la cubierta del cable.

El tendido se hará obligatoriamente a través de rodillos que puedan girar libremente, y construidos de forma que no dañen el cable. La superficie de los rodillos será lisa, libre de rebabas o cualquier deformación que pudiera dañar el cable.

Los rodillos se montarán sobre rodamientos convenientemente lubricados, para lo que se dispondrán los equipos de engrase convenientes.

El diámetro del rodillo será, como mínimo, de 2/3 partes el diámetro del conductor.

En algunos casos es aconsejable el uso de arquetas intermedias que permitan situar rodillos a la entrada y salida de los tubos. Con esto se disminuye el rozamiento y, por consiguiente, el esfuerzo de tiro del cable.

Los rodillos permitirán un fácil rodamiento con el fin de limitar el esfuerzo de tiro; dispondrán de una base apropiada que, con o sin anclaje, impida que se vuelquen, y una garganta por la que discurra el cable para evitar su salida o caída.

El diseño de los rodillos evitará en todo momento el rozamiento de las armaduras o cualquier otro elemento con el cable, impidiendo el deterioro de la cubierta del mismo. El descarrilamiento se impedirá por medio de protecciones dispuestas a tal efecto.

Se distanciarán entre sí de acuerdo con las características del cable, peso y rigidez mecánica principalmente, de forma que no permitan un vano pronunciado del cable entre rodillos contiguos, que daría lugar a ondulaciones perjudiciales. Esta colocación será especialmente estudiada en los puntos del recorrido en que haya cambios de dirección, donde además de los rodillos que facilitan el deslizamiento deben disponerse otros verticales para evitar el ceñido del cable contra el borde de la zanja en el cambio de sentido. La cifra mínima recomendada es de un rodillo recto cada 5 m y tres rodillos de ángulo por cada cambio de dirección.

Para evitar el roce del cable contra el suelo, a la salida de la bobina, es recomendable la colocación de un rodillo de mayor anchura para abarcar las distintas posiciones que adopta el cable.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Solo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo vigilancia del Director de Obra.

Para la guía del extremo del cable a lo largo del recorrido y con el fin de salvar más fácilmente los diversos obstáculos que se encuentren (cruces de alcantarillas, conducciones de agua, gas electricidad, etc.) y para el enhebrado en los tubos, en conducciones tubulares, se puede colocar en esa extremidad una manga tiracables a la que se una cuerda. Es totalmente desaconsejable situar más de dos a cinco peones tirando de dicha cuerda, según el peso del cable, ya que un excesivo esfuerzo ejercido sobre los elementos externos del cable produce en él deslizamientos y deformaciones. Si por cualquier circunstancia se precisara ejercer un esfuerzo de tiro mayor, este se aplicará sobre los propios conductores usando preferentemente cabezas de tiro estudiadas para ello.

Para evitar que en las distintas paradas que pueden producirse en el tendido, la bobina siga girando por inercia y desenrollando cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable. El frenado del cable estará sincronizado con el tiro del mismo. Si se deja de tirar del cable sin frenar, la inercia de giro de la bobina alrededor de su eje permitirá que se siga desenrollando el cable, lo que puede producir malformaciones ante un esfuerzo de flexión.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable, debido a la rigidez que toma el aislamiento. El cable puede calentarse antes de su tendido almacenando las bobinas durante varios días en un local caliente o exponiéndolos a los efectos de elementos calefactores o corrientes de aire caliente situados a una distancia adecuada. Las bobinas han de girarse a cortos intervalos de tiempo, durante el precalentamiento. El cable ha de calentarse también en la zona interior del núcleo. Durante el transporte se debe usar una lona para cubrir el cable. El trabajo del tendido se ha de planear cuidadosamente y llevar a cabo con rapidez, para que el cable no se vuelva a enfriar demasiado.

Por sus características constructivas, los cables no se someterán a esfuerzos de flexión. Estos esfuerzos podrían mermar las propiedades mecánicas o eléctricas del cable e incluso inutilizarlo por completo.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 100 mm de arena fina y la placa de protección de polietileno normalizada según la edición vigente de la Especificación de Materiales “Placa de Polietileno para protección de cables enterrados”.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Se asegurará la estanqueidad en los extremos de la zanja, zonas de empalme y terminales, así como del extremo de cable que haya quedado en la bobina.

Con el cable tendido, se sellarán las bocas de los tubos para impedir la entrada de gases, agua o roedores con espuma de poliuretano sin que ésta entre en contacto con la cubierta del cable.

Cuando dos extremos de cable tendidos vayan a ser empalmados, la cubierta puede desplazarse con respecto al resto del cable debido a los esfuerzos de tracción. Por este motivo, cuando dos cables se vayan a empalmar, se solaparán al menos 2,5 m salvo longitud específica dada por el fabricante.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras y otros elementos que puedan dañar los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios; se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de los servicios públicos así como su número de teléfono para comunicarse en caso de necesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, se corre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalización, asegurándola con hormigón en el tramo afectado.

Nunca se pasará más de un cable por un mismo tubo.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

En instalaciones bajo tubo, se tendrá especial cuidado en la boca del tubo para no producir rayaduras en la cubierta del cable. Se colocará un rodillo a la entrada del tubo o, en su defecto, se utilizarán boquillas protectoras.

### 1.1.3.8 TENDIDO DE CABLES DE PUESTA A TIERRA

Se tenderán dos cables de puesta a tierra en cada tramo con conexión de pantallas Single-Point, que unirán equipotencialmente los electrodos de puesta a tierra de ambos extremos.

La disposición de los cables de tierra será la especificada en las correspondientes zanjas tipo.

La sección de cada cable de tierra no será en ningún caso inferior a la sección de la pantalla y, en cualquier caso, soportará una intensidad de cortocircuito admisible en régimen no adiabático superior a la soportada por la pantalla.

Para el mandrilado del tubo utilizado para el tendido de los conductores equipotenciales, se emplearán medios mecánicos y no manuales, como máquina de tiro con limitador de esfuerzo. El mandril será suministrado por el contratista y se ajustará al plano 20069I00103.

### 1.1.3.9 TENDIDO DE LOS CABLES DE COMUNICACIONES

La distancia entre arquetas depende del trazado de la canalización. Como regla general, la distancia aproximada puede ser de 150 m a 200 m. Si son tramos rectos pueden construirse cada 200 m. Con el margen de 50 m se podrán mover las arquetas para que el número total de las mismas se ajuste a los metros totales del recorrido de la canalización.

En el núcleo urbano, la distancia de 150 m a 200 m entre arquetas se puede dar en muy pocas ocasiones debido a las propias características de la zona urbanizada, ya que los trazados de las canalizaciones generalmente realizan cambios de dirección a menos de 200 m, por lo que en función de los mismos, se debe ajustar el número de arquetas.

Para poder realizar el tendido del cable y que éste y las fibras no sufran daños, deben existir registros o arquetas de forma que la canalización no sea mayor de 200 metros, entre arquetas o registros.

Debido a las limitaciones del radio de curvatura del cable, se construirán arquetas en todos los cambios de dirección del recorrido de la canalización que sean mayor o igual a 45º, evitándose que se doblen o se corten las fibras.

No se permitirá tender el cable haciendo tracción por medio de palancas, vehículos y otros útiles; deberá hacerse siempre a mano, con los operarios distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la canalización. El cable que se suministra tiene una resistencia a la tracción de 3000 N.

En ningún caso, aunque sea de forma transitoria para continuar con el trabajo más tarde, se dejarán los extremos del cable en zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los de los subconductos, así como haber sellado la punta del cable para evitar la entrada de agua en los subconductos y humedad en el cable.

Las cocas de cable serán normalmente de 10 metros, se dejarán en las arquetas donde están definidos los empalmes, se enrollarán, respetando el radio mínimo de curvatura del cable y se sellarán las puntas del cable de fibra óptica.

#### *1.1.3.10 HORMIGONADO*

El hormigonado se realizará de acuerdo a los planos de canalizaciones 66, 132, 220 y 400 kV y conforme al Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural, empleándose un hormigón HM-20/B/20. Esta definición, se corresponde con un hormigón en masa (HM) no estructural, lo que determina una resistencia característica mínima de 20 N/mm2 según Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La consistencia será blanda (B) y el tamaño máximo de árido empleado será de 20. Con referencia a las clases general y específica de exposición, se especificarán en caso necesario en función de la agresividad prevista del terreno para cada proyecto específico.

Antes de realizar las cimentaciones el contratista realizará el replanteo y estaquillado de los apoyos comprobando que los planos de planta y perfil del proyecto se ajustan a la realidad existente en el momento de realizar la línea indicando cualquier divergencia existente a la dirección de obra.

Los materiales empleados en la elaboración del hormigón en masa serán los siguientes:

##### 1.1.3.10.1 Cemento

La resistencia del cemento no será inferior a 200 kp/cm2 y se ajustará a lo establecido en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

##### 1.1.3.10.2 Agua

Se podrá utilizar, tanto para el amasado como para el curado del hormigón en obra, todas las aguas sancionadas como aceptables por la práctica.

Cuando no se posean antecedentes de su utilización, o en caso de duda, deberán analizarse las aguas y, salvo justificación especial de que no alteren perjudicialmente las propiedades exigibles al hormigón, deberán rechazarse las que no cumplan algunas de las condiciones establecidas en el artículo 27º el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

#### 1.1.3.10.3 Áridos

La naturaleza de los áridos y su preparación serán tales que permitan garantizar la adecuada resistencia y durabilidad del hormigón.

Como áridos para la fabricación de hormigones pueden emplearse arena y gravas existentes en yacimientos naturales, rocas machacadas o escorias siderúrgicas apropiadas, así como otros productos cuyo empleo se encuentren sancionados por la práctica o resulte aconsejable como consecuencia de estudios realizados en laboratorio. En cualquier caso, cumplirán las condiciones del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

Se prohíbe el empleo de áridos que contengan sulfuros oxidables.

En caso de empleo de escorias siderúrgicas como árido, se comprobará previamente que son estables, es decir, que no contienen silicatos inestables ni compuestos ferrosos.

Los áridos deberán llegar a obra manteniendo las características granulométricas de cada una de sus fracciones (arena y grava).

El tamaño del árido, las condiciones fisicoquímicas, las condiciones físico- mecánicas, la granulometría y coeficiente de forma se ajustarán a lo establecido en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

#### 1.1.3.10.4 Composición

Se dosificará el hormigón con arreglo a los métodos que estime oportunos el contratista respetando siempre:

- La cantidad mínima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 150 kg/m3.
- La cantidad máxima de cemento por metro cúbico de hormigón será de 400 kg/m3.

Para establecer la dosificación, el contratista deberá recurrir, en general, a ensayos previos en laboratorios tal y como especifica el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural., con el objeto de que el hormigón resultante satisfaga las condiciones que le exige el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La fabricación del hormigón se ajustará a lo establecido en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La temperatura de la masa del hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5 ºC. Se prohibirá verter el hormigón sobre elementos (armaduras, encofrados, etc.) cuya temperatura sea inferior a 0 ºC. Se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes puede descender la temperatura ambiente por debajo de los cero grados centígrados. En aquellos casos que no puedan cumplirse las prescripciones anteriores.

No se hormigonará a temperaturas superiores a 40 ºC.

El hormigón a emplear tendrá una resistencia característica Fck mínima de 200 kg/cm2.

La dosificación de los materiales que constituyen el hormigón se realizará en peso y de tal modo que la resistencia del hormigón se ajuste a la indicada en los planos del presente Proyecto.

Cuando el hormigón no sea fabricado en central, el amasado se realizará con un periodo de batido, a la velocidad de régimen, no inferior a 90 s.

El fabricante de hormigón deberá documentar debidamente la dosificación empleada, que deberá ser aceptada expresamente por el director de obra.

El control de la resistencia característica del hormigón se realizará según lo establecido en el Art. 86º del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

En los casos en que el contratista pueda justificar, por experiencias anteriores, que con los materiales, dosificación y proceso de ejecución previstos es posible conseguir un hormigón que posea las condiciones exigibles, podrá prescindir de los citados ensayos previos.

Durante el fraguado y primer periodo de endurecimiento del hormigón, deberá asegurarse el mantenimiento de la humedad del mismo mediante un adecuado curado según lo establecido en el Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

#### *1.1.3.11 PROTECCIÓN MECÁNICA*

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averías producidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque de herramientas metálicas.

En instalaciones enterradas bajo tubo, el tubo actuará como protección mecánica.

Para ello se colocará una placa de polietileno de alta densidad o polipropileno.

Los elementos de protección tendrán una adecuada resistencia mecánica, con una resistencia a la compresión de 450 N y un impacto de energía de 40 J.

#### *1.1.3.12 SEÑALIZACIÓN*

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención, colocada a una distancia mínima de 100 mm del suelo y a una distancia mínima de 300 mm de la parte superior del cable. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentes estén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

#### *1.1.3.13 IDENTIFICACIÓN*

Los cables deberán llevar grabado de forma indeleble y fácilmente legible, como mínimo, los datos siguientes:

- Nombre del fabricante
- Referencia de fabricación del cable
- Designación completa del cable
- Dos últimas cifras del año de fabricación
- Código UF
- Orden o lote de fabricación

La separación máxima entre dos marcas consecutivas será de un metro.

En el marcado del cable deberán indicarse convenientemente las propiedades de comportamiento al fuego y obturación del conductor cuando proceda.

#### *1.1.3.14 CIERRE DE ZANJAS*

Para efectuar el cierre de zanjas, se rellenarán estas con tierra procedente de la misma excavación, si esta reúne las condiciones exigidas por las normas, reglamentos y ordenanzas municipales correspondientes, o bien con tierra de aportación en caso contrario.

Se compactará esta tierra en tongadas de 30 cm, empleando un rodillo vibratorio compactador manual hasta lograr una compactación, como mínimo, al 95% del Proctor Modificado (P.M.).

En el caso de canalización bajo tubo sin hormigonar, las dos primeras tongadas se pasarán con el rodillo sin vibrar, vibrándose el resto.

Se procurará que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección (tubos o placas de polietileno) estén exentas de piedras o cascotes, para continuar posteriormente sin tanta escrupulosidad. De cualquier forma, debe tenerse en cuenta que una abundancia de pequeñas piedras o cascotes puede elevar la resistividad térmica del terreno y disminuir con ello la posibilidad de transporte de energía del cable.

El Contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiente realización de esta operación y, por lo tanto, serán de su cuenta las posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

La carga y transporte a vertederos de las tierras sobrantes está incluida en la misma unidad de obra que el cierre de las zanjas con objeto de que el apisonado sea lo mejor posible.

A fin de lograr una buena compactación, no se realizará el cierre de la zanja en las 24 horas posteriores al hormigonado de las mismas ni se emplearán tierras excesivamente húmedas.

#### *1.1.3.15 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS*

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos o el organismo afectado.

La reposición de capas asfálticas tendrá un espesor mínimo de 70 mm, salvo indicación expresa del organismo afectado.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losetas, baldosas, etc. Como norma general, el desnivel entre el viejo y nuevo pavimento no será superior a 10 mm.

#### *1.1.3.16 EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA*

Las pantallas de los cables deben ser puestas a tierra según el esquema de conexión que se vaya a utilizar.

En los esquemas de conexión Single-point, el extremo de la pantalla puesto a tierra a través de descargadores estará protegido y aislado con una cubierta no metálica para evitar contactos accidentales con los puntos en tensión.

Las cajas de puesta a tierra se ubicarán en una arqueta de puesta a tierra de hormigón fabricada a tal efecto.

La caja se fijará por medio de tornillos a la base de la arqueta, sellando la parte superior perfectamente.

Los electrodos de puesta a tierra están constituidos, bien por picas de acero-cobre, bien por conductores de cobre desnudo enterrados horizontalmente, o bien por combinación de ambos.

En las terminaciones de las subestaciones, se empleará el electrodo de puesta a tierra propio de la subestación.

En el interior de las cámaras de empalme se dispondrá de un anillo superficial al que se unirán todos los elementos a conectar a tierra. Se empleará para este anillo cable de cobre desnudo de 185 $mm^2$ de sección. Todas las uniones a realizar a este anillo incorporarán herrajes apropiados que garanticen la continuidad eléctrica de los conductores.

El anillo superficial se unirá al electrodo de puesta a tierra enterrado por medio de un cable de cobre desnudo de cobre de 185 $mm^2$ de sección. A fin de no perforan las paredes de la cámara de empalme, se aprovecharán los sumideros de drenaje para realizar 2 conexiones.

Al anillo superficial de la cámara de empalme se conectarán los elementos susceptibles de puesta a tierra de la arqueta de puesta a tierra, mediante un cable de conductor desnudo de cobre de 185 $mm^2$ de sección para puesta a tierra de protección y un cable unipolar con aislamiento 0,6/1 kV para la conexión de puesta a tierra de servicio, de secciones 185 $mm^2$ para 45, 66 y 132 kV y 300 $mm^2$ para 220 y 400 kV.

Para la formación del electrodo enterrado de puesta a tierra se instalará un anillo difusor de 11x4 m con 4 picas en sus extremos de 2 m de longitud y 4 antenas horizontales de 5 m de longitud, en cuyos extremos se ubicarán 4 picas de 2 m de longitud.

El anillo se dispondrá simétricamente alrededor de la cámara de empalme con las 4 picas situadas en sus extremos.

Las antenas tomarán la dirección longitudinal de la línea y estarán unidas al anillo difusor en sus extremos.

Se empleará conductor de cobre desnudo de 185 $mm^2$ de sección en todos los elementos horizontales del electrodo.

Todas las picas estarán formadas por varilla de acero-cobre con un diámetro mínimo de 14 mm.

Las uniones de todos los elementos enterrados se realizarán mediante soldadura aluminotérmica.

### *1.1.3.17 EJECUCIÓN DE CÁMARAS DE EMPALME Y ARQUETAS DE PUESTA A TIERRA*

La solución normalizada para la cámara de empalme y arqueta de puesta a tierra será prefabricada, si bien, se admiten construcciones de obra in situ en función de las necesidades de cada proyecto específico.

Las cámaras de empalme serán de tipo prefabricado, compuestas por módulos de hormigón armado con unión machihembrada entre los mismos.

Las arquetas de puesta a tierra estarán formadas por un módulo prefabricado próximo a la cámara de empalme. Esta arqueta se unirá a la cámara mediante 4 o 5 tubos corrugados de diámetro exterior 125 mm.

Se garantizarán una ubicación tal que la longitud de los cables coaxiales que unen la cámara de empalme y la arqueta de puesta a tierra tengan una longitud máxima de 10 m.

#### 1.1.3.17.1 Ejecución de la cámara de empalme

- La cámara estará compuesta por los siguientes elementos:
- Un marco de cierre con boca de hombre
- Una losa de cierre
- Un marco con ventanas laterales
- Un marco normal para la línea de 132 kV ó dos marcos normales para la línea de 220 y 400 kV ó ningún marco normal para líneas de 45 y 66 Kv
- Un marco de cierre.

Las características de cada una de estas piezas son las siguientes:

- El marco de cierre con boca de hombre llevará la pared frontal cerrada. En esa pared se sitúa una ventana de 300x450 que recibirá los cables que se tiendan desde la acera. Además, lleva tres pasamuros circulares de 300 mm para 220 y 400 kV y de 250 mm para 45, 66 y 132 kV por los que acometen los tubos de cada una de las fases y dos pasamuros de 140 mm para los conductores equipotenciales de puesta a tierra en configuración Single- Point.

En el suelo se ubicarán dos arquetas de drenaje de 400x400 mm y cuatro huecos circulares de diámetro 60 mm para las picas de tomas de tierra del anillo superficial de la cámara. La arqueta será cubierta por una rejilla de tramex de adecuada resistencia mecánica, con alivio de hidrantes 2 arquetas de drenaje rellenas con grava de 40 de dimensiones 1000x1000x1000 mm.

La boca de acceso estará situada en el dintel de la pieza y tiene una cota de paso libre de 800x1550 mm. Para facilitar el acceso se dispondrá de una escalera extensible fija a la pared.

La cámara de empalme podrá estar formada por las siguientes piezas

- La losa de cierre tapará la boca de acceso y sus dimensiones serán de 1200x1950x230 mm
- Marco con ventanas laterales: Es una pieza que lleva una ventana de 750x

150 mm centrada en la parte más alta de los hastiales salvando las cartelas. Por esta ventana se conectarán 5 tubos a la arqueta de puesta a tierra, de tal forma que 3 se empleen para realizar las conexiones de las pantallas del conductor, un tubo para las puestas a tierra de servicio y de protección de la arqueta de puesta a tierra y otro para desagüe de la arqueta de puesta a tierra, a realizar solo en caso de ausencia de drenaje de ésta. Las ventanas estarán dispuestas en los dos laterales permitir disponer de ambas según la ubicación de la obra.

- El marco normal será una pieza de hormigón armado de 2000x2250x2000 mm
- El marco de cierre será similar a la inicial sin la boca de acceso.
- Las piezas que compondrán los distintos modelos de cámara serán las siguientes: En 45 y 66 kV: 2 piezas de cierre y 1 pieza con ventanas laterales
- En 132 kV: 2 piezas de cierre, 1 pieza con ventanas laterales y 1 pieza normal
- En 220 y 400 kV: 2 piezas de cierre, 1 pieza con ventanas laterales y 2 piezas normales

La cámara de empalme tendrá suficiente resistencia mecánica para soportar una carga de relleno entre 400 y 1500 mm incluyendo nivel freático y cargas de tráfico carretero según IAP 98.

Se dispondrá de una tapa de cala de tiro para cubrir la boca exterior de los tubos de tendido. Esta tapa será catalogada de la serie D-400 y admitirá cargas de tráfico carretero según IAP 98.

Los módulos que forman la cámara deberán ir colocados sobre terreno suficientemente nivelado para permitir buen acople y asegurar el correcto sellado de sus juntas.

La excavación del terreno será suficiente para la ubicación de la cámara de empalme y la arqueta de puesta a tierra.

Se nivelará la superficie del terreno convenientemente, de tal forma que se proporcione a la cámara una pendiente del 2% para el desalojo de hidrantes en el sentido de la traza de la línea.

Se preparará una base de apoyo para los módulos prefabricados de hormigón en masa tipo HM-20/B/20 de 100 mm de espesor, sobresaliendo 400 mm por cada lado de la cámara.

Sobre esta base se dispondrá de una capa fina de regulación de arena o mortero de 3 a 5 cm a fin de realizar un correcto asentamiento de los módulos prefabricados.

Los módulos se colocarán con la ayuda de una grúa adecuada, que se situará en un lugar que permita comodidad y seguridad en la colocación.

La unión machihembrada entre módulos prefabricados será elástica, con fondo de junta y masilla bituminosa con presencia eventual de agua y junta hidro expansiva en presencia permanente.

La impermeabilización de la cámara de empalme será exterior mediante la aplicación de pintura bituminosa impermeable y para las juntas, banda asfáltica fijada con resina.

Las juntas de todos los tubos se sellarán con sikaflex o mortero sin retracción.

Se sellará el interior de todos los tubos con espuma de poliuretano de expansión, salvo el tubo de desagüe que proviene de la arqueta de puesta a tierra en caso de cumplir efectivamente esta función.

El relleno se realizará tan pronto como sea posible tras la instalación de las piezas, siempre y cuando éstas hayan alcanzado la edad suficiente para garantizar su resistencia.

El relleno irá directamente sobre las piezas, por lo que se deben utilizar medios de compactación manuales o mecánicos ligeros, teniendo en cuenta en este último caso que el relleno tendrá como mínimo 30 cm.

El espesor máximo de la tongada de compactación será la adecuada a los medios de compactación, recomendándose que en ningún caso sea superior de 40 cm.

No son aceptables como relleno las arcillas muy plásticas, los suelos orgánicos, materiales helados, ni cualquier otro material que pueda ser perjudicial (física o químicamente) para las piezas.

Cuando las tierras extraídas difieran significativamente del tipo de material de relleno especificado en el proyecto, será necesario retirarlas, sustituyéndolas en el relleno por el material proyectado.

Las operaciones de relleno se deben realizar simultáneamente en ambos laterales.

Para un mejor funcionamiento mecánico de los módulos, los laterales se deben compactar al 95 % PM, utilizando los medios necesarios en función del ancho disponible en los laterales. Si no fuera así, deberá comunicarse al fabricante para que en el cálculo mecánico se consideren los coeficientes de empuje correspondientes.

#### 1.1.3.17.2 Ejecución de la arqueta de puesta a tierra

Habrá dos tipos de arquetas de puesta a tierra dependiendo del nivel de tensión de la línea, una para las tensiones de línea de 45 y 66 kV y otra para tensiones de línea de 132, 220 y 400 kV.

En las tensiones de 45 y 66 kV, la arqueta se considerará como no preparada para la monitorización fija de descargas parciales, debiendo albergar únicamente en su interior la caja de puesta a tierra y sus conexiones. La monitorización de descargas parciales en estas líneas se realizará a través de equipos portátiles.

En las tensiones de 132, 220 y 400 kV, la arqueta se considerará como preparada para la monitorización fija de descargas parciales, debiendo albergar en su interior la caja de puesta a tierra, la caja de electrónica para medida, acondicionamiento y transmisión de señales de descargas parciales y las conexiones de ambas.

Las arquetas de puesta a tierra estarán formadas por un módulo prefabricado. Las dimensiones exteriores serán de 1210x1210x850 mm para las arquetas de tensiones de línea de 45 y 66 kV y de 1750x1250x1150 mm para las arquetas de tensiones de línea de 132, 220 y 400 kV.

El cierre de la arqueta se realizará mediante una tapa normalizada de fundición dúctil que admita el tráfico rodado (tipo D400), articulada y de apertura por medios manuales y con cerradura. En todo caso se respetarán las instrucciones de instalación del fabricante en lo referente a preparación del gárgol, instalación del marco, nivelación, sellado, terminación y puesta en marcha.

Todas las arquetas dispondrán de dos ventanas de 600x100 mm dispuestas en las dos caras verticales opuestas más cortas. En cada una de las otras dos caras se ubicarán 4 taladros de diámetro 150 mm y un taladro de desagüe. En todo caso, ni los taladros ni las ventanas serán pasantes, a fin de abrirse únicamente los que se necesiten y sean más convenientes según el emplazamiento de la cámara y la arqueta.

Se procurará, en la medida de lo posible, utilizar una de las ventanas de para pasar los 3 cables coaxiales de conexionado de pantallas y los cables de puesta a tierra.

Cada una de las ventanas es capaz de albergar 4 tubos corrugados para pasar los correspondientes cables. En ningún caso se extraerán los cables sin entubar y sin el sellado correspondiente.

En el suelo se ubicará una arqueta de drenaje de 200 x 200 mm. La arqueta será cubierta por una rejilla de trámex de adecuada resistencia mecánica, con alivio de hidrantes a través de una arqueta de drenaje rellena con grava de 40 de dimensiones 500x500x500 mm.

Se nivelará la superficie del terreno convenientemente, de tal forma que se proporcione a la arqueta de puesta a tierra pendiente del 2% para el desalojo de hidrantes. Se procurará, en la medida de lo posible, que la pendiente no sea descendiente en la dirección de la cámara de empalme.

Si por circunstancias del terreno no se pudiera realizar arqueta de drenaje de la arqueta de puesta a tierra, se dispondrá de un tubo de desagüe, a través de los taladros ubicados a tal efecto, a conectar a la cámara de empalme.

Una vez acondicionado el terreno convenientemente, se dispondrá de una capa de zahorra de 100 mm que servirá como asiento, con una holgura de al menos 100 mm por cada lado.

El bloque de la arqueta se colocará con la ayuda de una grúa adecuada, que se situará en un lugar que permita comodidad y seguridad en la colocación.

Las juntas de todos los tubos se sellarán con sikaflex o mortero sin retracción.

Se sellará el interior de todos los tubos con espuma de poliuretano de expansión, salvo el tubo de desagüe que proviene de la arqueta de puesta a tierra.

Todos los tubos de las entradas y salidas de la arqueta serán corrugados de diámetro exterior 125 mm.

El relleno se realizará tan pronto como sea posible y tras ubicar todas las piezas, siendo de aplicación los criterios descritos para las cámaras de empalme.

### 1.1.4 MATERIALES

Todos los materiales empleados en la obra serán de primera calidad y cumplirán los requisitos que exige el presente Proyecto. El Director de Obra se reserva el derecho de rechazar aquellos materiales que no ofrezcan suficientes garantías.

Los materiales empleados en la instalación serán suministrados por el contratista, siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el director de obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el director de obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los elementos se encuadrarán dentro de uno de los siguientes grupos:

- Cintas de señalización
- Placas de protección
- Cables
- Empalmes
- Terminales
- Cajas de puesta a tierra
- Arquetas de puesta a tierra prefabricadas

- Tapas
- Cámaras de empalme prefabricada
- Tuberías plásticas
- Separadores de tuberías plásticas.

### 1.1.5 RECEPCIÓN DE OBRA

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones Técnicas y de los Pliegos de condiciones particulares. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la resistencia de las tomas de tierra y las pruebas de aislamiento pertinentes. Así, una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.) se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos especificados al efecto en las normas correspondientes y según se establece en la ITC-LAT 05.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

### 1.1.6 CONDICIONES AMBIENTALES

La ejecución de los trabajos deberá cumplir los siguientes requisitos medioambientales.

#### *1.1.6.1 CONDICIONES GENERALES DE TRABAJO*

Se cumplirá con la normativa ambiental vigente para el ejercicio de la actividad, así como con los requisitos internos de las instalaciones en lo referente a protección ambiental. Así mismo, en caso de existir, se cumplirán los requisitos ambientales establecidos en los Estudios de Impacto Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental, Planes de Vigilancia Ambiental, o resoluciones emitidas por la Administración Ambiental.

En caso de generarse un incidente o accidente ambiental durante el servicio imputable a una mala ejecución del contratista se deben aplicar las medidas correctoras necesarias para restablecer el medio afectado a su situación inicial y hacerse cargo de la restauración del daño causado.

Las emisiones sonoras debidas al transporte de materiales, movimiento de maquinaria y presencia de personal, se realizará asegurando que no se superan los límites máximos permitidos establecidos por las normas de aplicación.

#### *1.1.6.2 ATMÓSFERA*

Para minimizar la dispersión de material por el viento, se adoptarán las siguientes medidas:

- Acopio y almacenamiento de materiales en lugares protegidos.
- Reducción del área y tiempo de exposición de los materiales almacenados al máximo posible.
- Humedecer los materiales expuestos al arrastre del viento y las vías no pavimentadas.
- Priorizar el acondicionamiento de suelo desnudo.
- La carga y transporte de materiales se realizará cubriendo las cajas de los vehículos y adaptando la velocidad del transporte al tipo de vía.

#### *1.1.6.3 RESIDUOS*

Como primera medida se aplicará una política de NO GENERACIÓN DE RESIDUOS y su manejo incluirá los siguientes pasos: reducir, reutilizar y reciclar.

Conservar las zonas de obras limpias, higiénicas y sin acumulaciones de desechos o basuras, y depositar los residuos generados en los contenedores destinados y habilitados a tal fin.

La gestión y el transporte de los residuos se realizará de acuerdo con la normativa específica para cada uno de ellos, según su tipología.

##### 1.1.6.3.1 Inertes

Se establecerán zonas de almacenamiento y acopio de material en función de las necesidades y evolución de los trabajos en Obra. Las zonas de acopio y almacenamiento se situarán siempre dentro de los límites físicos de la obra y no afectarán a vías públicas o cauces ni se situarán en zonas de pendiente moderada o alta (12%); salvo necesidad de proyecto y permiso expreso de la autoridad competente.

En el almacenamiento temporal se deberán construir barreras provisionales que impidan su dispersión.

##### 1.1.6.3.2 Derrames y vertidos

Se controlarán los vertidos de obra en función de su procedencia. Se prohíbe el lavado de cubas de hormigón en obra.

En caso de derrame accidental por avería, incidente o mala ejecución, se tendrá en cuenta lo dispuesto en el apartado 6.1 – Condiciones Ambientales Generales, y en el 6.3 – Residuos, en lo referente al transporte y gestión.

#### *1.1.6.4 CONSERVACIÓN AMBIENTAL*

Se acotarán las operaciones de desbroce y retirada de la cubierta vegetal a las necesidades de la obra.

Se acopiará y reservará la cubierta vegetal para su reposición una vez finalizada la obra.

Se utilizarán los accesos existentes para el transporte de material, equipo y maquinaria que se emplee durante la ejecución de la obra.

#### *1.1.6.5 FINALIZACIÓN DE OBRA Y RESTAURACIÓN AMBIENTAL*

Retirada de los materiales sobrantes, estructuras temporales y equipos empleados durante la ejecución de la obra, restaurando las zonas que hayan sido compactadas o alteradas.

### 1.1.7 CONDICIONES DE SEGURIDAD

Serán de aplicación todas las normas y reglamentación legal sobre Prevención de Riesgos Laborales referidas a su última edición.

Será de obligatorio cumplimiento el Estudio de Seguridad y Salud o, en su defecto, el Estudio Básico de Seguridad y Salud, cuando las condiciones permitan este último.

El Contratista estará obligado a elaborar y hacer cumplir el Plan de Seguridad de la ejecución de la obra acorde con la normativa vigente según RD 1627/97 y todas las actualizaciones que le afectan.

Se adoptarán las medidas de protección necesarias para las personas que trabajen o transiten por la zona de obras.

Todas las grúas que se utilicen dispondrán de limitadores de carga.

Como primera medida a tomar, se procurará ejecutar las obras con orden y limpieza, y se mantendrán en buen estado los accesos.

# 2 PLIEGO DE CONDICIONES LÍNEAS AÉREAS HASTA 400 kV

## 2.1 OBJETO

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de las instalaciones para la evacuación de energía eléctrica, cuyas características técnicas estarán especificadas en el presente pliego y correspondiente proyecto.

## 2.2 DISPOSICIONES GENERALES

La obra deberá ajustarse a la descripción realizada en la Memoria, Planos y Presupuesto del presente proyecto.

Las calidades de los materiales deberán respetar las especificaciones mínimas.

El director técnico de la obra será la única persona capacitada para juzgar, en caso de duda y omisiones del proyecto. Lo mismo que en caso de variación de parte o del total de la obra, si no estuviese bien realizada.

El contratista está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten.

En particular deberá cumplir lo dispuesto en la norma UNE-24042 "Contratación de Obras, Condiciones Generales", siempre que no modifiquen el presente Pliego de Condiciones.

El contratista deberá estar clasificado, según Real Decreto 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas, en caso de que proceda.

## 2.3 ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO

El Contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

### 2.3.1 DATOS DE LA OBRA

Se entregará al Contratista una copia de los planos y Pliego de Condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la Obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, ni adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

### 2.3.2 REPLANTEO DE LA OBRA

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención a los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de las mismas.

Se levantará por duplicado un Acta, en la que constarán, muy bien los datos entregados, firmados por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán por cuenta del Contratista.

### 2.3.3 MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito, por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

#### *2.3.3.1 Recepción del material*

El Director de Obra, de acuerdo con el Contratista, dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmará que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

### 2.3.4 ORGANIZACIÓN

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar.

Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del Director de Obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

### 2.3.5 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera, y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto, como en las Condiciones Técnicas especificadas.

El Contratista no podrá utilizar, en los trabajos, personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo.

Igualmente será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deberá tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

### 2.3.6 SUBCONTRATACIÓN DE LAS OBRAS

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) A que se de conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones economicas, a fin de que aquel lo autorice previamente.

b) A que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso, el Contratante no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones con respecto al Contratante.

### 2.3.7 PLAZO DE EJECUCIÓN

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estará obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prorroga estrictamente necesaria.

### 2.3.8 RECEPCIÓN PROVISIONAL

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose las Actas que correspondan en las que se harán constar la conformidad con los trabajos realizados, si éste es el caso.

Dichas Actas serán firmadas por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la Obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución.

Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista.

Si el Contratista no cumpliese estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

### *2.3.9* PERIODOS *DE GARANTÍA*

El periodo de garantía será señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

### 2.3.10 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Al terminar el Plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

### 2.3.11 PAGO DE OBRAS

El pago de las obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales, que se practicarán mensualmente. Dichas certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran.

La relación valorada que figure en las certificaciones se hará con arreglo a los precios establecidos, y con la ubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documento provisional a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por las certificaciones siguientes.

## 2.4 CONDICIONES GENERALES

### 2.4.1 OBJETO DE ESTE PLIEGO

El objeto de este Pliego es la enumeración de tipo general técnico de Control y de Ejecución a las que se han de ajustar las diversas unidades de la obra, para ejecución del Proyecto.

### 2.4.2 CONTRATACIÓN

Además del presente documento, la documentación básica para la contratación de la materialización del presente proyecto será:

- Planos
- Mediciones
- Memoria
- Condiciones Particulares de Contratación, que deberán contar con la aprobación previa de la Dirección Técnica, especificando la responsabilidad del suministro y montaje, criterios de medición y abono, garantías, etc.

### 2.4.3 PROCEDENCIA DE MATERIALES

El Contratista, en el caso de ser adjudicatario del suministro, tiene libertad de proveerse de los materiales en los puntos que le parezca conveniente, siempre que reúnan las condiciones contractuales, que estén perfectamente preparados para el objeto a que se apliquen, y sean empleados en obra conforme a las reglas del arte, a lo preceptuado en el Pliego de Condiciones y a lo ordenado por la Dirección Técnica.

Se exceptúa el caso en que los pliegos de condiciones particulares dispongan un origen preciso y determinado, en cuyo caso, este requisito será de indispensable cumplimiento.

Como norma general el Contratista vendrá obligado a presentar el Certificado de Garantía o Documento de Idoneidad Técnica de los diferentes materiales destinados a la ejecución de la obra.

### 2.4.4 PLAZO DE COMIENZO Y DE EJECUCIÓN

El adjudicatario deberá dar comienzo a las obras dentro de los quince días siguientes a la fecha de la adjudicación definitiva a su favor, o lo que se acuerde contractualmente.

Las obras deberán quedar total y absolutamente terminadas en el plazo que se fije en la adjudicación a contar desde igual fecha que en el caso anterior. No se considerará motivo de demora de las obras la posible falta de mano de obra o dificultades en la entrega de los materiales.

### 2.4.5 SANCIONES POR RETRASO DE LAS OBRAS

Si el Contratista, excluyendo los casos de fuerza mayor, no tuviese perfectamente concluidas las obras y en disposición de inmediata utilización o puesta en servicio, dentro del plazo previsto, la propiedad podrá reducir de las liquidaciones, certificaciones o fianzas las cantidades establecidas según las cláusulas de contratación.

### 2.4.6 TRABAJOS DEFECTUOSOS

El Contratista debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en este Pliego y realizará todos los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado en dicho documento.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva de la instalación, el Contratista es el único responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en estos pueda existir, por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados, sin que pueda servir de excusa, ni le otorgue derecho alguno, la circunstancia de que por la Dirección Técnica no se le haya llamado la atención sobre el particular, ni tampoco el hecho de que le hayan sido valoradas las certificaciones parciales de obra, que siempre se supone que se extienden y abonan a buena cuenta. Asimismo, será de su responsabilidad la correcta conservación de las diferentes partes de la obra, una vez ejecutadas, hasta su entrega.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando la Dirección Técnica o su representante en la obra adviertan vicios o defectos en los trabajos efectuados, o que los materiales empleados no reúnan las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de ejecución de los trabajos o finalizados éstos y antes de verificarse la recepción definitiva, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo preceptuado y todo ello a expensas de la Contrata.

En el supuesto de que la reparación de la obra, de acuerdo con el proyecto, o su demolición, no fuese técnicamente posible, se actuará sobre la devaluación económica de las unidades en cuestión, en cuantía proporcionada a la importancia de los defectos y en relación al grado de acabado que se pretende para la obra.

En caso de reiteración en la ejecución de unidades defectuosas, o cuando éstas sean de gran importancia, la Propiedad podrá optar, previo asesoramiento de la Dirección Técnica, por la rescisión de contrato sin perjuicio de las penalizaciones que pudiera imponer a la Contrata en concepto de indemnización.

### 2.4.7 VICIOS OCULTOS

Si la Dirección Técnica tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo y antes de la recepción definitiva, las comprobaciones que crea necesarias para reconocer los trabajos que crea defectuosos.

Los gastos de demolición, desmontaje y reconstrucción que se ocasionan, serán de cuenta del Contratista, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario, correrán a cargo del propietario.

### 2.4.8 RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS

Una vez terminada la totalidad de las obras, se procederá a la recepción provisional, extendiéndose un acta de la recepción.

Si las obras se encuentran en buen estado y han sido ejecutadas con arreglo a las condiciones establecidas, se darán por recibidas provisionalmente, comenzando a correr en dicha fecha el plazo de garantía de un año.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se especificarán en la misma los defectos observados, así como las instrucciones al Contratista, que la Dirección Técnica considere necesarias para remediar los efectos observados, fijándose un plazo para subsanarlo, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento en idénticas condiciones, a fin de proceder de nuevo a la recepción provisional de la obra.

Si el Contratista no hubiese cumplido, se considerará rescindida la Contrata con pérdidas de fianza, a no ser que se estime conveniente se le conceda un nuevo e improrrogable plazo.

Será condición indispensable para proceder a la recepción provisional la entrega por parte de la Contrata a la Dirección Técnica de la totalidad de los planos y/o documentación de la obra e instalaciones realmente ejecutadas.

### 2.4.9 MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente, por la Dirección Técnica a su medición general y definitiva.

# 3 PLAZO DE GARANTÍA

El plazo de garantía de las obras terminadas será de UN AÑO, transcurrido el cual se efectuará la recepción definitiva de las mismas, que, de resolverse favorablemente, relevará al Contratista de toda responsabilidad de conservación, reforma o reparación.

Caso de hallarse anomalías u obras defectuosas, la Dirección Técnica concederá un plazo prudencial para que sean subsanadas y si a la expiración del mismo resultase que aun el Contratista no hubiese cumplido su compromiso, se rescindirá el contrato, con pérdida de la fianza, ejecutando la Propiedad las reformas necesarias con cargo a la citada fianza.

## 3.1.1 RECEPCIÓN DEFINITIVA

Finalizado el plazo de garantía se procederá a la recepción definitiva, con las mismas formalidades de la provisional. Si se encontraran las obras en perfecto estado de uso y conservación, se darán por recibidas definitivamente y quedará el Contratista relevado de toda responsabilidad administrativa quedando subsistente la responsabilidad civil según establece la Ley.

En caso contrario se procederá de idéntica forma que la preceptuada para la recepción provisional, sin que el Contratista tenga derecho a percepción de cantidad alguna en concepto de ampliación del plazo de garantía.

## 3.1.2 DIRECCIÓN TÉCNICA DE LA OBRA

Conjuntamente con la interpretación técnica del proyecto, es misión de la Dirección Técnica la dirección y vigilancia de los trabajos que en las obras se realicen, y ello con autoridad técnica legal completa sobre las personas y cosas situadas en la obra y en relación con los trabajos que para la ejecución de las obras, e instalaciones anejas, se lleven a cabo, si considera que adoptar esta resolución es útil y necesaria para la buena marcha de las obras.

El Contratista no podrá recibir otras órdenes relativas a la ejecución de la obra, que las que provengan de la Dirección Técnica o de las personas delegadas.

### 3.1.3 OBLIGACIONES DEL CONTRATISTA

Toda la obra se ejecutará con estricta sujeción al Proyecto, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por la Dirección Técnica o ayudantes delegados. El orden de los trabajos será fijado por ellos, señalándose los plazos prudenciales para la buena marcha de las obras.

El Contratista habilitará por su cuenta los caminos, vías de acceso, etc... y mantendrá en obra, en las debidas condiciones, los documentos esenciales del proyecto, para poder ser examinados en cualquier momento.

Por la Contrata se facilitarán todos los medios auxiliares que se precisen, y locales para almacenes adecuados, pudiendo adquirir los materiales dentro de las condiciones exigidas en el lugar y sitio que tenga por conveniente, pero reservándose el propietario, siempre por sí o por intermedio de sus técnicos, el derecho de comprobar que el contratista ha cumplido sus compromisos referentes al pago de jornales y materiales invertidos en la obra, e igualmente, lo relativo a las cargas en materia social, especialmente al aprobar las liquidaciones o recepciones de obras.

La Dirección Técnica, con cualquier parte de la obra ejecutada que no esté de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones o con las instrucciones dadas durante su marcha, podrá ordenar su inmediata demolición, desmontaje o su sustitución hasta quedar, a su juicio, en las debidas condiciones o, alternativamente, aceptar la obra con la depreciación que estime oportuna en su valoración.

Igualmente se obliga a la Contrata a demoler o desmontar aquellas partes en que se aprecie la existencia de vicios ocultos, aunque se hubieran recibido provisionalmente.

Son obligaciones generales del Contratista las siguientes:

- Verificar las operaciones de replanteo y nivelación, previa entrega de las referencias por la Dirección Técnica.

- Firmar las recepciones.

- Presenciar las operaciones de medición y liquidaciones, haciendo las observaciones que estime justas, sin perjuicio del derecho que le asiste para examinar y comprobar dicha liquidación.

- Ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aunque no esté expresamente estipulado en este pliego.

- El Contratista no podrá subcontratar la obra total o parcialmente, sin autorización escrita de la Dirección, no reconociéndose otra personalidad que la del Contratista o su apoderado.

- El Contratista se obliga, asimismo, a tomar a su cargo cuanto personal sea necesario a juicio de la Dirección Técnica.

- El Contratista no podrá, sin previo aviso y sin consentimiento de la Propiedad y Dirección Técnica, ceder ni traspasar sus derechos y obligaciones a otra persona o entidad.

### 3.1.4 RESPONSABILIDADES DEL CONTRATISTA

Son de exclusiva responsabilidad del Contratista, además de las expresadas las de:

- Todos los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sucedan a los operarios, debiendo atenerse a lo dispuesto en la legislación vigente sobre accidentes de trabajo y demás preceptos, relacionados con la construcción, régimen laboral, seguros, subsidiarios, etc.

- El cumplimiento de las Ordenanzas y disposiciones Municipales en vigor. Y en general será responsable de la correcta ejecución de las obras que haya contratado, sin derecho a indemnización por el mayor precio que pudieran costarle los materiales o por erradas maniobras que cometiera, siendo de su cuenta y riesgo los perjuicios que pudieran ocasionarse.

### 3.1.5 SEGURIDAD Y SALUD

El Contratista estará obligado a redactar un Plan de Seguridad y Salud específico para la presente obra, conformado y que cumplan las disposiciones vigentes, no eximiéndole el incumplimiento o los defectos del mismo de las responsabilidades de todo género que se deriven.

En caso de accidentes ocurridos a los operarios, en el transcurso de ejecución de los trabajos de la obra, el Contratista se atenderá a lo dispuesto a este respecto en la legislación vigente, siendo en todo caso, único responsable de su incumplimiento y sin que por ningún concepto pueda quedar afectada la Propiedad ni la Dirección Técnica, por responsabilidad en cualquier aspecto.

El Contratista será responsable de todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sobrevinieran, tanto en la propia obra como en propiedades contiguas. Será por tanto de su cuenta el abono de las indemnizaciones a quien corresponda y, de todos los daños y perjuicios que puedan causarse en los trabajos de ejecución de la obra, cuando a ello hubiera lugar.

### 3.1.6 ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES Y ELEMENTOS CONSTITUTIVOS

Todos los elementos constitutivos de la instalación estarán de acuerdo a lo establecido en 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 (en adelante Reglamento) conforme con el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero (publicado en el B.O.E. nº 68 de 19 de marzo de 2008) y deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifiquen en los distintos documentos que componen el Proyecto. Así mismo sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego.

#### 3.1.6.1 *CIMENTACIONES*

Las dimensiones y forma de las cimentaciones quedan recogidas en el apartado de Planos.

Para la fabricación del hormigón se utilizará el cemento tipo CEM IV/B 42,54 R-LH según UNE- EN 197-1. En terrenos agresivos por presencia de sulfatos, se sustituirá por IV/B 42,5 R-LH/SR UNE 80303-1 con el fin de obtener finalmente un hormigón tipo HM-20/P/20/I según Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

La fabricación del hormigón siempre se realizará de acuerdo con las recomendaciones del Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el código estructural, tanto se trate de hormigón procedente de planta que será el habitual, como del fabricado “in situ”, para la utilización de este último será preceptiva la autorización de la Dirección Técnica.

#### 3.1.6.2 *APOYOS, CABLES, AISLADORES, HERRAJES Y ACCESORIOS*

Las dimensiones y características principales de los elementos constitutivos de la línea quedan recogidas en el apartado de Planos.

### 3.1.7 REGLAMENTACIÓN Y NORMATIVA

A continuación, se incluye la reglamentación y normativa aplicable y de referencia

#### 3.1.7.1 *REGLAMENTOS E INSTRUCCIONES*

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09 (en adelante Reglamento), conforme con el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero (publicado en el B.O.E. nº 68 de 19 de marzo de 2008)

- Real Decreto 470/2021, de 29 de junio, por el que se aprueba el Código Estructural.

### 3.1.7.2 *NORMAS UNE*

Los materiales cumplirán las normas y especificaciones técnicas que les sean de aplicación y que se establecen como de obligado cumplimiento en la ITC-LAT 02 y en la ITC-RAT 02.

### 3.1.7.3 *Relación de Normas de la ITC-LAT 02 (R.D. 223/2008)*

El Proyecto presentado se ajusta a lo especificado en las normas de la ITC-LAT 02, del Real Decreto 223/2008, siguientes:

Generales:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE 20324:1993 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE 0324/11<br><br>V1:2000 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE 20324:2004 ERRATUM | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE 21308-1:1994 | Ensayos en alta tensión. Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos. |
| UNE-EN 50102:1996 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102 CORR:2002 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |

| | |
|---|---|
| UNE-EN 50102/A1:1999 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102/Al CORR:2002 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 60060-2:1997 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida. |
| UNE-EN 60060-2/A11:1999 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida. |
| UNE-EN 60060-3:2006 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ. |
| UNE-EN 60060-3 CORR.:2007 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 3: Definiciones y requisitos para ensayos in situ. |
| UNE-EN 600711:2006 | Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas. |
| UNE-EN 60071-2:1999 | Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación. |
| UNE-EN 60270:2002 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Medidas de las descargas parciales. |
| UNE-EN 60865-1:1997 | Corrientes de cortocircuito. Parte 1: Definiciones y métodos de cálculo. |
| UNE-EN 60909-0:2002 | Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 0: Cálculo de corrientes. |

| | |
|---|---|
| UNE-EN 60909-3:2004 | Corrientes de cortocircuito en sistemas trifásicos de corriente alterna. Parte 3: Corrientes durante dos cortocircuitos monofásicos a tierra simultáneos y separados y corrientes parciales de cortocircuito circulando a través de tierra. |

Cables y conductores:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE 21144-1-1:1997 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades. |
| UNE 21144-1-1/2M:2002 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 1: Generalidades. |
| UNE 21144-1-2:1997 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 2: Factores de pérdidas por corrientes de Foucault en las cubiertas en el caso de dos circuitos en capas. |
| UNE 21144-1-3:2003 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 1: Ecuaciones de intensidad admisible (factor de carga 100%) y cálculo de pérdidas. Sección 3: Reparto de la intensidad entre cables unipolares dispuestos en paralelo y cálculo de pérdidas por corrientes circulantes. |

| | |
|---|---|
| UNE 21144-2-1:1997 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica. |
| UNE 21144-2-1/1M:2002 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica. |
| UNE 21144-2-1/21V1:2007 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 1: Cálculo de la resistencia térmica. |
| UNE 21144-2-2:1997 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 2: Resistencia térmica. Sección 2: Método de cálculo de los coeficientes de reducción de la intensidad admisible para grupos de cables al aire y protegidos de la radiación solar. |

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE 21144-3-1:1997 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 1: Condiciones de funcionamiento de referencia y selección del tipo de cable. |
| UNE 21144-3-2:2000 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte 3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 2: Optimización económica de las secciones de los cables eléctricos de potencia. |
| UNE 21144-3-3:2007 | Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible. Parte3: Secciones sobre condiciones de funcionamiento. Sección 3: Cables que cruzan fuentes de calor externas. |
| UNE 21192:1992 | Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático. |
| UNE 211003-3:2001 | Límites de temperatura de cortocircuito en cables eléctricos de tensión asignada superior a 30 kV (Um=36 kV). |
| UNE-EN 50189:2000 | Conductores para líneas eléctricas aéreas. Alambres de acero galvanizado. |

- Accesorios para cables:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE 21021:1983 | Piezas de conexión para líneas eléctricas hasta 72,5 kV. |
| UNE-EN 61854:1999 | Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para separadores. |
| UNE-EN 61897:2000 | Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para amortiguadores de vibraciones eólicas tipo “Stockbridge”. |

- Apoyos y herrajes:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE 37507:1988 | Recubrimientos galvanizados en caliente de tornillería y otros elementos de fijación. |
| UNE 207009:2002 | Herrajes y elementos de fijación y empalme para líneas eléctricas aéreas de alta tensión. |
| UNE 207017:2005 | Apoyos metálicos de celosía para líneas eléctricas aéreas de distribución. |
| UNE-EN 60652:2004 | Ensayos mecánicos de estructuras para líneas eléctricas aéreas. |
| UNE-EN 61284:1999 | Líneas eléctricas aéreas. Requisitos y ensayos para herrajes. |
| UNE-EN ISO 1461:1999 | Recubrimientos galvanizados en caliente sobre productos acabados de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo. |

-Aparamenta:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE 21120-2:1998 | Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión. |
| UNE-EN 602821:2007 | Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente |
| UNE-EN 62271-100:2003 | Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión. |
| UNE-EN 62271-100/A1:2004 | Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión. |
| UNE-EN 62271-100/A2:2007 | Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna para alta tensión. |
| UNE-EN 62271-102:2005 | Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. |

- Aisladores:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE 21009:1989 | Medidas de los acoplamientos para rótula y alojamiento de rotula de los elementos de cadenas de aisladores |
| UNE 21128:1980 | Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores. |
| UNE 21128/1 M:2000 | Dimensiones de los acoplamientos con horquilla y lengüeta de los elementos de las cadenas de aisladores. |
| UNE 21909:1995 | Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE 21909/1M:1998 | Aisladores compuestos destinados a las líneas aéreas de corriente alterna de tensión nominal superior a 1.000 V. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE 207002:1999 IN | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Ensayos de arco de potencia en corriente alterna de cadenas de aisladores equipadas. |
| UNE-EN 60305:1998 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Elementos de las cadenas de aisladores de material cerámico o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Características de los elementos de las cadenas de aisladores tipo caperuza y vástago. |

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE-EN 60372:2004 | Dispositivos de enclavamiento para las uniones entre los elementos de las cadenas de aisladores mediante rótula y alojamiento de rótula. Dimensiones y ensayos. |
| UNE-EN 60383-1:1997 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE-EN 60383-1/A11:2000 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Elementos de aisladores de cadena de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE-EN 60383-2:1997 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Parte 2: Cadenas de aisladores y cadenas de aisladores equipadas para sistemas de corriente alterna. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE-EN 60433:1999 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Aisladores de cerámica para sistemas de corriente alterna.<br><br>Características de los elementos de cadenas de aisladores de tipo bastón |
| UNE-EN 61211:2005 | Aisladores de material cerámico o vidrio para líneas aéreas con tensión nominal superior a 1000V. Ensayos de perforación con impulsos en aire. |

| | |
|---|---|
| UNE-EN 61325:1997 | Aisladores para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1.000 V. Elementos aisladores de cerámica o de vidrio para sistemas de corriente continua. Definiciones, métodos de ensayo y criterios de aceptación. |
| UNE-EN 61466-1:1998 | Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 1: Clases mecánicas y acoplamientos de extremos normalizados. |
| UNE-EN 61466-2:1999 | Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas |
| UNE-EN 61466-2/A1:2003 | Elementos de cadenas de aisladores compuestos para líneas aéreas de tensión nominal superior a 1 kV. Parte 2: Características dimensionales y eléctricas. |

- Pararrayos:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE 21087-3:1995 | Pararrayos. Parte 3: ensayos de contaminación artificial de los pararrayos. |
| UNE-EN 60099-1:1996 | Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-1/A1:2001 | Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-4:2005 | Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-4/A1:2007 | Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-5:2000 | Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. |
| UNE-EN 60099-5/A1:2001 | Pararrayos. Parte 5: Recomendaciones para la selección y utilización. |

#### 4.1.1.1 *Relación de Normas de la ITC-RAT 02 (R.D. 337/2014)*

El Proyecto presentado se ajusta a lo especificado en las normas de la ITC-RAT 02, del Real Decreto 337/2014, siguientes:

- Generales:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE-EN 60060-1:2012 | Técnicas de ensayo de alta tensión. Parte 1: Definiciones generales y requisitos de ensayo. |
| UNE-EN 60060-2:2012 | Técnicas de ensayo en alta tensión. Parte 2: Sistemas de medida. |
| UNE-EN 60071-1:2006 | Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas. |
| UNE-EN 60071-1/A1:2010 | Coordinación de aislamiento. Parte 1: Definiciones, principios y reglas. |
| UNE-EN 60071-2:1999 | Coordinación de aislamiento. Parte 2: Guía de aplicación. |
| UNE-EN 60027-1:2009 | Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades. |
| UNE-EN 60027-1:2009/A2:2009 | Símbolos literales utilizados en electrotecnia. Parte 1: Generalidades. |
| UNE-EN 60027-4:2011 | Símbolos literales utilizados en electrotécnica. Parte 4: Maquinas eléctricas rotativas. |
| UNE-EN 60617-2:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 2: Elementos de símbolos, símbolos distintivos y otros símbolos de aplicación general. |

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE-EN 60617-3:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 3: Conductores y dispositivos de conexión. |
| UNE-EN 60617-6:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 6: Producción, transformación y conversión de la energía eléctrica. |
| UNE-EN 60617-7:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 7: Aparamenta y dispositivos de control y protección. |
| UNE-EN 60617-8:1997 | Símbolos gráficos para esquemas. Parte 8: Aparatos de medida, lámparas y dispositivos de señalización. |
| UNE 207020:2012 IN | Procedimiento para garantizar la protección de la salud y la seguridad de las personas en instalaciones eléctricas de ensayo y de medida de alta tensión. |

- Aisladores y tapas

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE-EN 60168:1997 | Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 000 V. |
| UNE-EN 60168/A1:1999 | Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV. |
| UNE-EN 60168/A2:2001 | Ensayos de aisladores de apoyo, para interior y exterior, de cerámica o de vidrio, para instalaciones de tensión nominal superior a 1 kV. |
| UNE 21110-2:1996 | Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V. |
| UNE 21110-2 ERRATUM:1997 | Características de los aisladores de apoyo de interior y de exterior para instalaciones de tensión nominal superior a 1000 V. |
| UNE-EN 60137:2011 | Aisladores pasantes para tensiones alternas superiores a 1000 V. |
| UNE-EN 60507:1995 | Ensayos de contaminación artificial de aisladores para alta tensión destinados a redes de corriente alterna. |

- Aparamenta:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE-EN 62271-1:2009 | Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes. |
| UNE-EN 62271-1/A1:2011 | Aparamenta de alta tensión. Parte 1: Especificaciones comunes. |
| UNE-EN 61439-5:2011 | Conjuntos de aparamenta de baja tensión. Parte 5: Conjuntos de aparamenta para redes de distribución pública. |

- Seccionadores:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE-EN 62271-102:2005 | Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. |
| UNE-EN 62271-102:2005 ERR:2011 | Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. |
| UNE-EN 62271-102:2005/A1:2012 | Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. |
| UNE-EN 62271-102:2005/A2:2013 | Aparamenta de alta tensión. Parte 102: Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna. |

- Interruptores, contactores e interruptores automáticos:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE-EN 62271-106:2012 | Aparamenta de alta tensión. Parte 106: Contactores, controladores y arrancadores de motor con contactores, de corriente alterna. |
| UNE-EN 62271-100:2011 | Aparamenta de alta tensión. Parte 100: Interruptores automáticos de corriente alterna. |

-Aparamenta bajo envolvente metálica o aislante:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE 20324:1993 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE 20324 ERRATUM:2004 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE 20324/1M:2000 | Grados de protección proporcionados por las envolventes (Código IP). |
| UNE-EN 50102:1996 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102 CORR:2002 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102/A1:1999 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |
| UNE-EN 50102/A1 CORR:2002 | Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK). |

- Pararrayos:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE-EN 60099-1:1996 | Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-1/A1:2001 | Pararrayos. Parte 1: Pararrayos de resistencia variable con explosores para redes de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-4:2005 | Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-4:2005/A2:2010 | Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna. |
| UNE-EN 60099-4:2005/A1:2007 | Pararrayos. Parte 4: Pararrayos de óxido metálico sin explosores para sistemas de corriente alterna. |

- Fusibles de alta tensión:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE-EN 60282-1:2011 | Fusibles de alta tensión. Parte 1: Fusibles limitadores de corriente. |
| UNE 21120-2:1998 | Fusibles de alta tensión. Parte 2: Cortacircuitos de expulsión. |

- Cables y accesorios de conexión de cables:

| CÓDIGO | TÍTULO |
|---|---|
| UNE 211605:2013 | Ensayo de envejecimiento climático de materiales de revestimiento de cables. |
| UNE-EN 60332-1-2:2005 | Métodos de ensayo para cables eléctricos y cables de fibra óptica sometidos a condiciones de fuego. Parte 1-2: Ensayo de resistencia a la propagación vertical de la llama para un conductor individual aislado o cable. Procedimiento para llama premezclada de 1 kW. |
| UNE-EN 60228:2005 | Conductores de cables aislados. |
| UNE 211006:2010 | Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna. |

#### 4.1.1.2 *OTRAS NORMAS*

- CEI 60815: Guía para la selección de aisladores según condiciones de polución.

## 4.2 CONDICIONES DE EJECUCIÓN

### *4.2.1 ARMADO E IZADO DE APARAMENTA EN ESTRUCTURAS*

El armado e izado incluirá el transporte a obra de todos los elementos de la estructura y la tornillería, debiendo utilizarse los vehículos y grúas adecuados, incluso para las tareas de carga y descarga.

El armado se realizará de forma que el tramo o apoyo completo quede perfectamente nivelado sobre calces de madera a fin de evitar cualquier tipo de deformación.

Todas las barras y cartelas irán colocadas de acuerdo con los planos de montaje, realizándose el apriete final y graneteado una vez izado el apoyo. Asimismo, se colocarán placas de aviso de peligro por riesgo eléctrico.

El izado se realizará mediante pluma o grúa. En el izado con pluma se dispondrán los vientos adecuados a los esfuerzos a que vaya ser sometida. En el izado con grúa, se utilizará una grúa auxiliar para suspender el apoyo por su base.

Una vez izado el apoyo, se comprobará su verticalidad y la linealidad de las barras, fundamentalmente de los montantes.

### 4.2.2 MONTAJE DE CABLES

El montaje y tendido también incluirá el transporte de todos los materiales necesarios desde el almacén a obra, la carga y descarga, y medios auxiliares.

Tanto para el transporte como para la carga y descarga se utilizarán vehículos y grúas adecuados.

Previo al tendido de cables se colocarán sobre los apoyos las poleas que servirán de base para el arrastre de los cables mediante el correspondiente piloto, realizándose previamente el montaje de las cadenas de aisladores en los apoyos de suspensión.

Todos los herrajes y aisladores de las cadenas deberán ser montados de acuerdo con los planos del Proyecto.

Los cruzamientos con otras instalaciones o infraestructuras se protegerán por medio de protecciones o porterías debidamente atirantadas con elementos que aseguren su función y situación. Los cruzamientos con líneas eléctricas, salvo imposibilidad, se efectuarán sin tensión de la línea cruzada.

El despliegue de cables se efectuará con tensión mecánica controlada, utilizando un equipo de tendido adecuado.

### *4.2.3* PROTECCIÓN Y CRUZAMIENTOS

El Contratista solicitará con antelación suficiente (6 semanas) las autorizaciones necesarias para realizar todos los cruzamientos con vías públicas, líneas eléctricas, telecomunicación, etc. con objeto de que el tendido no sufra interrupciones.

Todos los cruzamientos a realizar, excepto líneas eléctricas de alta tensión, deberán protegerse por medio de protecciones o porterías debidamente atirantadas con elementos que aseguren su función y estabilidad. Dependiendo del cruzamiento a realizar, las protecciones podrán ser de madera o metálicas.

Los cruzamientos con líneas eléctricas de alta y muy alta tensión se efectuarán sin tensión en la línea cruzada y, sólo cuando se trate de líneas de tensión de igual o inferior a 66 kV y no resulte posible mantenerlas sin tensión durante la operación de cruce, el Contratista aplicará sistemas de protección eléctrica basados en técnicas de trabajos en tensión (TET) siempre que sea posible, en caso contrario, podrán colocarse mangueras de cable seco.

En el caso de que los cruzamientos se efectúen sin tensión en la línea cruzada, es necesario que el contratista solicite los descargos correspondientes con el suficiente tiempo de antelación para que no retrase la normal ejecución de la obra.

Los descargos se realizarán normalmente en días festivos, por lo que el contratista deberá organizar su trabajo de forma que los cruces con líneas coincidan con dichos días.

En los caminos con vías públicas se utilizarán, debidamente situadas, las señales de tráfico reglamentarias. En los cruzamientos con ferrocarriles electrificados, además de los pies metálicos, se colocará una red de cuerdas en su parte superior para proteger la catenaria.

# 5 EJECUCIÓN DE LA PUESTA A TIERRA

La ejecución de la puesta a tierra incluirá el suministro de los materiales necesarios, apertura de hoyos o zanja, hincado de picas, tendido de anillos y conexionado.

La toma de tierra se ejecutará según lo reflejado en el apartado de Planos.

Una vez finalizada, se medirán las resistencias de las puestas a tierra y, en el caso que corresponda, las tensiones de contacto.

# 6 REPOSICIÓN DEL TERRENO

Las tierras sobrantes, así como los restos del hormigonado, deberán ser retiradas a vertedero, salvo autorización expresa del propietario y siempre que lo permita la vigilancia ambiental.

Todos los daños serán por cuenta del contratista, salvo aquellos tales como apertura de calle o accesos, aceptados previamente por el director de obra.

# 7 NUMERACIÓN DE APOYOS. AVISOS DE PELIGRO ELÉCTRICO.

Cada apoyo se identificará individualmente mediante un número, código o marca alternativa, de tal manera que sea legible desde el suelo de acuerdo con el Reglamento.

En todos los apoyos, cualquiera que sea su naturaleza, deberán estar claramente identificados el fabricante y tipo.

La placa de señalización de “riesgo eléctrico” se colocará en el apoyo a una altura suficiente para que no se pueda quitar desde el suelo (aprox. 4m).

# 8 DESMANTELAMIENTO DE CABLES AÉREOS

El Contratista solicitará con antelación suficiente las autorizaciones necesarias para realizar el desmontaje de todos los cruzamientos con vías públicas, líneas eléctricas, telecomunicación, etc.

Todos los cruzamientos deberán protegerse por medio de protecciones o porterías debidamente atirantadas con elementos que aseguren su función y estabilidad. En el caso de cruzamientos con otras líneas eléctricas de alta tensión, se efectuarán sin tensión en la línea cruzada, y sólo cuando no resulte posible mantenerlas sin tensión durante la operación de cruce, el Contratista aplicará sistemas de protección eléctrica basados en técnicas de trabajos en tensión (TET) siempre que sea posible; en caso contrario, podrán colocarse mangueras de cable seco, pero implica la adecuación de la instalación afectada, lo cual puede requerir sus correspondientes autorizaciones.

En general, el procedimiento a seguir será el siguiente:

1. Colocación de porterías

Con antelación al desmantelamiento de la línea, se procederá a la colocación de porterías, que permitirán sustentar posteriormente la red de cuerdas aislantes que proteja al elemento afectado.

Las porterías serán metálicas y quedarán ancladas sobre bloques de hormigón y arriostradas mediante tiraderas de cables de acero hacia el exterior de las vías.

Los bloques de hormigón para el anclaje de las porterías quedarán a ser posible fuera de la valla de servidumbre del elemento afectado.

Las porterías dispondrán de altura suficiente para que la distancia entre la red de cuerdas aislantes y el elemento afectado sea superior a los requerimientos normativos o condicionados establecidos.

2. Colocación de la red aislante

Previamente al inicio de los trabajos, el Contratista contactará con el Organismo propietario del elemento afectado para que éste confirme el permiso para realizar dichos trabajos.

3. Posicionamiento de grúa/s o camión pluma

Una vez colocadas las porterías y la red aislante, se colocará una grúa o camión pluma a cada lado del cruzamiento y próximo a las protecciones. Cada grúa o camión dispondrá de una polea a través de la cuál pasará la cuerda aislante (piloto), que permitirá arrastrar los cables a desinstalar.

Con la utilización de estas grúas, se establece un segundo sistema de seguridad, ya que en todo momento los conductores discurrirán por encima de la red aislante.

4. Recuperación de conductores

Tras desengrapar los cables y colocarlos sobre poleas, se procederá a su recuperación sobre bobinas de dimensiones adecuadas mediante el empleo de máquinas de tiro y freno.

Una vez realizada la recuperación del cable, se procederá a la retirada del resto de herrajes y aisladores.

#### 8.1.1.1 *RETIRADA DEL MATERIAL DESMANTELADO*

El material que no pueda ser reutilizado deberá ser retirado, transportado y gestionado conforme se indica en el Estudio de Gestión de Residuos de Construcción y Demolición. En cualquier caso, deberá efectuarse conforme a la legislación vigente.

### 8.1.2 RECEPCIÓN DE LA OBRA

Durante la obra y una vez finalizada la misma, el director de obra verificará que los otros trabajos realizados estén de acuerdo con las especificaciones de este pliego de condiciones además de las condiciones particulares establecidas en el estudio de impacto ambiental, estudio de seguridad y resoluciones administrativas.

Una vez finalizadas las instalaciones, el contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

El director de obra contestará por escrito al contratista comunicando su conformidad a la instalación, o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

### 8.1.3 TOLERANCIAS Y CONTROL DE CALIDAD

Los requisitos de control de calidad que deberá de cumplir y aplicar el Contratista quedarán reflejados en el pliego de Condiciones Particulares de Contratación inicial.

### 8.1.4 ENSAYOS

Una vez que la instalación ha sido concluida, es necesario comprobar que el tendido del cable y el montaje de los accesorios (empalmes, terminales, etc.), se ha realizado correctamente, para lo cual serán de aplicación los ensayos.

#### 8.1.4.1 *NORMAS DE CONSULTA*

UNE-EN 60270: Técnicas de Ensayo en Alta Tensión. Medidas de las Descargas Parciales.

UNE-HD 620-1: Cables eléctricos de distribución con aislamiento extruido, de tensión asignada desde 3,6/6 (7,2) kV hasta 20,8/36 (42) kV. Parte 1: Requisitos Generales.

UNE 211632: Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV (Um=42 kV) hasta 150 kV (Um=170 kV). Parte 1: requisitos generales de ensayo.

UNE 21143: Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión.

UNE-EN 60885-3: Métodos de ensayo eléctricos para los cables eléctricos. Parte 3: Métodos de ensayo para medidas de descargas parciales sobre longitudes de cable de potencia extruidos.

UNE 211006: Ensayos previos a la puesta en servicio de sistemas de cables eléctricos de alta tensión en corriente alterna.

**PROYECTO:**

# PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF

**TÍTULO**

## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

**Nº DE DOCUMENTO**

**GOZU-SOL-LE-PE-ESS-0001**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº REVISIÓN:** | 02 | **DOCUMENTO EMITIDO PARA:** | LEGALIZACIÓN |
| **FECHA EMISIÓN:** | 20/10/2025 | | |

| | | |
|---|---|---|
| BPG | OCT | 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 | 26/06/2024 | Versión inicial |
| 01 | 29/01/2025 | Proyecto |
| 02 | 20/10/2025 | Modificación de Proyecto |

## Índice

1 Memoria ..... 6
1.1 Memoria informativa ..... 6
1.1.1 Objeto ..... 6
1.1.2 Datos del Proyecto y del estudio de seguridad y salud ..... 6
1.1.3 Datos de la obra ..... 6
1.2 Memoria descriptiva ..... 6
1.2.1 Descripción del trazado ..... 6
1.2.2 Climatología y condiciones ambientales ..... 6
1.2.3 Accesos ..... 6
1.2.4 Orden y limpieza ..... 8
1.2.5 Precauciones contra caída de materiales y riesgos derrumbamiento ..... 8
1.2.6 Alumbrado ..... 8
1.2.7 Interferencias y servicios afectados ..... 8
1.2.8 Suministro de energía eléctrica ..... 9
1.2.9 Suministro de agua potable ..... 9
2 Identificación de riesgos y medidas preventiva a aplicar ..... 9
2.1 Obra civil ..... 10
2.2 Montaje ..... 29
2.2.1 Montaje del tramo subterráneo ..... 29
2.2.2 Montaje del tramo aéreo ..... 34
2.3 Trabajos diversos ..... 56
2.3.1 Manipulación manual de cargas ..... 56
2.3.2 Fase de acopio de material ..... 59
2.3.3 Transporte de material ..... 61
2.3.4 Trabajos en altura ..... 62
2.3.5 Trabajos en tensión ..... 64
2.3.6 Trabajos próximos a elementos en tensión ..... 69

2.3.7 Control de ejecución de obras, visitas y tránsito general en zonas de obra .....73
2.3.8 Trabajos con exposición a agentes químicos .....75
3 Equipos de trabajo .....80
3.1 Equipos de movimiento de tierras .....80
3.2 Equipos de compactación .....84
3.3 Equipos de hormigonado .....86
3.3.1 Hormigonera pastera .....86
3.3.2 Bomba de hormigonado .....88
3.3.3 Vibrador de hormigón .....90
3.4 Equipos para la manipulación mecánica de cargas .....91
3.4.1 Grúas móviles .....91
3.4.2 Maquinillo (polipasto eléctrico) .....94
3.4.3 Puentes grúa .....96
3.5 Dúmper .....98
3.6 Máquinas herramientas y herramientas manuales .....101
3.7 Medios auxiliares .....106
3.7.1 Andamios tubulares .....106
3.7.2 Escaleras .....110
4 Instalación provisional eléctrica de obra .....115
5 Medicina preventiva y primeros auxilios .....117
5.1 Reconocimiento médico .....117
5.2 Asistencia accidentados .....117
5.2.1 Centros asistenciales en caso de accidentes .....117
5.2.2 Botiquín de primeros auxilios .....117
6 Instalaciones de higiene y bienestar .....118
6.1 Dotación de aseos .....118
6.2 Dotación de vestuarios .....118
7 Formación e información de los trabajadores .....119
7.1 Formación .....119

7.2 Información .....120

# 1 Memoria

## 1.1 Memoria informativa

### 1.1.1 Objeto

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta para dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1627/97, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, en el marco de la Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

El objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

### 1.1.2 Datos del Proyecto y del estudio de seguridad y salud

Denominación del Proyecto: **PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF.**

### 1.1.3 Datos de la obra

La obra tendrá una duración aproximada de nueve meses (9 meses).

## 1.2 Memoria descriptiva

### 1.2.1 Descripción del trazado

La situación, el emplazamiento y las características de la línea proyectada se detallan en el documento Memoria de este Proyecto de ejecución.

### 1.2.2 Climatología y condiciones ambientales

La totalidad de los trabajos se desarrollará a intemperie y con unas condiciones medioambientales variables en función de la época que se desarrollen los trabajos.

### 1.2.3 Accesos

El acceso, se señalizará debidamente de forma que se advierta en todo momento de los riesgos existentes a todos los que trabajan o circulan por la obra. En dicho acceso, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra. Se deberá colocar, como mínimo, la siguiente señalización:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.

- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.
- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.

Imagen 1. *Señalización sobre las normas de seguridad de la obra*

No se permitirá la entrada en la obra a visitantes o personas ajenas, salvo que estén debidamente autorizados o vayan acompañados de una persona competente y lleven un equipo de protección adecuado.

Se procurará en lo posible que los accesos a los apoyos se realicen por medio de caminos existentes. Para aquellos apoyos que por su ubicación no dispongan de caminos, se construirán pistas de acceso con dimensionamiento y pendiente adecuada que permita acceder con vehículo todo-terreno.

#### *1.2.3.1 Cerramiento y señalización de la obra*

Se instalará un vallado provisional que servirá de delimitación del entorno de obra, evitando que cualquier persona ajena a la obra y a la instalación existente tenga fácil acceso a dichas zonas.

#### *1.2.3.2 Vías y salidas de emergencia*

Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.

En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán de poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.

Las vías y salidas específicas de emergencia se señalizarán conforme al Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de

seguridad y salud en el trabajo. Dicha señalización se fijará en los lugares adecuados y tendrá la resistencia suficiente.

### 1.2.4 Orden y limpieza

Durante los trabajos, se aplicará un programa adecuado de orden y limpieza que tenga en cuenta los siguientes puntos:

- el almacenamiento adecuado de materiales y equipos
- la evacuación de desperdicios, desechos y escombros a intervalos apropiados.

No se depositarán ni acumularán en la obra materiales sueltos innecesarios que puedan obstruir los medios de acceso y salida de los lugares de trabajo y los lugares de paso.

Cuando un lugar de trabajo o de paso esté resbaladizo debido al hielo, la nieve, el aceite u otras causas, se limpiará o se esparcirá en él arena, serrín, cenizas u otros productos semejantes.

### 1.2.5 Precauciones contra caída de materiales y riesgos derrumbamiento

Se tomarán precauciones adecuadas para proteger a las personas contra la caída de materiales y herramientas o de maquinaria, cuando ésta sea izada o apeada, instalando para ello vallas o barreras, o apostando algún trabajador para que vigile las operaciones.

Se protegerán con cubiertas o vallas todas las aberturas que puedan entrañar un riesgo de caída para los trabajadores; esas aberturas se señalizarán de la manera más apropiada.

Cuando no fuera posible hacerlo se instalarán redes y lonas de seguridad adecuadas, o bien se facilitarán cinturones, chalecos o arneses de seguridad apropiados.

### 1.2.6 Alumbrado

Cuando la iluminación natural no sea suficiente para garantizar la seguridad, se preverá un alumbrado suficiente y apropiado, incluidas, cuando proceda, lámparas portátiles en todos los lugares de trabajo y en cualquier otro lugar de la obra por el que pueda tener que pasar un trabajador.

En la medida de lo posible, el alumbrado artificial no deslumbrará ni producirá sombras. En caso necesario, se preverán resguardos adecuados para las lámparas.

### 1.2.7 Interferencias y servicios afectados

Cuando en una misma obra desarrollen actividades, trabajadores de dos o más empresas, éstas deberán cooperar en la aplicación de la normativa sobre prevención de riesgos laborales. A tal fin, establecerán los medios de coordinación que sean necesarios en cuanto a la protección y prevención de riesgos laborales y la información sobre los mismos a sus

respectivos trabajadores, según los términos previstos en los artículos 18 y 24 de la Ley de Prevención de Riesgos, este último referente a Coordinación de actividades empresariales.

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de los mismos deberá informarse de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas, etc… y su zona de influencia.

Caso de encontrarse con ellas, se deberán señalizar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión.

### 1.2.8 Suministro de energía eléctrica

La acometida a las obras será por cuenta de la Propiedad, proporcionando un punto de enganche en el lugar del emplazamiento de las mismas.

En caso de no existir punto de enganche, por las circunstancias que fuesen, el contratista preverá el suministro por medios propios.

### 1.2.9 Suministro de agua potable

Se consultará a la Propiedad sobre la posible conexión en el emplazamiento de la obra para suministro de agua. En caso de que el suministro no pueda realizarse o no existiese, se dispondrán de los medios necesarios para abastecerse desde el exterior antes del comienzo de la obra.

# 2 Identificación de riesgos y medidas preventiva a aplicar

Para el análisis de riesgos y medidas de prevención a adoptar, se dividirán las obras en una serie de trabajos por especialidades o unidades constructivas, dentro de cada uno de los apartados correspondientes a la obra civil y al montaje, así como en una serie de equipos técnicos y medios auxiliares necesarios para llevar a cabo la ejecución de las mismas.

Dentro de estas divisiones habrá que tener en cuenta si el proyecto de la línea consiste en tramos aéreos, subterráneos o mixtos, ya que, lógicamente, los riesgos y medidas preventivas varían en función de la ejecución de dichos trabajos.

El siguiente análisis de riesgos sobre el proyecto de ejecución podrá ser variado por cada uno de los contratistas adjudicatarios en su propio Plan de Seguridad y Salud, cuando sea adaptado a la tecnología de construcción que les sea de aplicación.

## 2.1 Obra civil

### *2.1.1.1 Replanteos*

Este punto comprende todos los trabajos topográficos de campo, tanto planimétricos como altimétricos y de señalización, necesarios para representar de forma clara, sobre el terreno, el espacio a ocupar en planta y en alzado pro el conjunto de la obra, así como por todas y cada una de sus partes constitutivas, en las diferentes fases de construcción.

RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD

- Caída desde altura
- Caída de personas al mismo nivel
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Caída de objetos en manipulación
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero
- Contacto eléctrico directo
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas
- Temperaturas ambientales extremas
- Accidente causado por seres vivos

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Realizar los trabajos de replanteo sin la presencia de obstáculos en la zona correspondiente.
- El personal de replanteo permanecerá atento a cualquier otra actividad que se desarrolle en las cercanías evitando posibles interferencias con dichas actividades.
- En caso de simultaneidad con otros trabajos, se dispondrá la señalización adecuada en los puntos ocupados por el personal que realice los replanteos. Si fuese necesario, se utilizará ropa de protección de alta visibilidad (chalecos reflectantes).
- Los medios auxiliares, como cintas métricas, miras y jalones, estarán fabricados con materiales dieléctricos o adecuadamente aislados cuando la existencia de riesgo eléctrico así lo exija.

- El traslado y almacenamiento de los medios auxiliares se realizará conforme a las consignas preventivas indicadas en los apartados “Manipulación manual de cargas” y “Transporte de material”.
- Durante el clavado de estacas o clavos mediante mazas o martillos, hacer uso de guantes de protección contra riesgos mecánicos.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Calzado de protección básico (resistente y con puntera resistente a impactos) con resistencia a la perforación (requisitos mínimos).
- Ropa de protección de alta visibilidad (chalecos reflectantes).
- Casco de seguridad.

#### *2.1.1.2 Eliminación de masa vegetal. Tala y poda de arbolado*

RIESGOS DE LA ACTIVIDAD

- Caída de objetos desprendidos
- Contactos eléctricos
- Golpes y cortes con objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Caída desde altura
- Propagación de incendios

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Se prohíbe cualquier trabajo de medición o estancia de personas en la zona de influencia donde se encuentran operando las máquinas que realizan labores de desbroce.
- Se evitarán los periodos de trabajo en solitario en la medida de lo posible, salvo circunstancias excepcionales o de emergencia.
- Talado de árboles
- Antes de realizar las labores de talado, se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:
- Estudio de la caída natural.

- Elección de la dirección de caída.
- Preparación y limpieza del terreno próximo al tronco.
- Preparación del tronco.
- Si la dirección de caída natural no coincide con la elegida, se forzará ésta mediante cuerdas y se efectuará la “entalla” en tal dirección. La caída será guiada cuando pueda producir daños a terceros, propiedades, etc.
- Para efectuar la tala, se efectuará un corte o “entalladura de dirección” y luego el corte de caída.
- Antes el talado, se cortarán las ramas que estén demasiado bajas.
- Ningún operario permanecerá en las proximidades de caída en la trayectoria del árbol, incluso de los árboles próximos a dicha trayectoria.
- No se efectuarán operaciones de tala con vientos fuertes.
- Si es necesario derribar un árbol cerca de líneas eléctricas, telefónicas, etc., se deberán cortar las ramas a una altura suficiente para que le árbol caiga sin traspasar la distancia de seguridad.
- Una vez comenzada la tarea de talado, ésta deberá terminarse totalmente antes de retirarse al terminar la jornada de trabajo.

**Desramado**

- En primer lugar, se cortarán las ramas que obstaculicen el trabajo.
- El desramado el tronco comenzará por la base siguiendo hacia la copa, efectuándose siempre desde un mismo lado del tronco.
- Seguidamente se cortarán las ramas que provocan tensiones en la rama principal. Finalmente se cortará la rama principal.
- Siempre se iniciará el corte por la parte de la rama sometida a tracción.
- Si las ramas son muy grandes, se cortarán en dos veces o en las que se considere necesarias.
- Se tendrá especial cuidado al terminar de cortar las ramas de forman que no alcancen al operario por movimientos incontrolados.

**Tronzado**

- Previamente se realizará un examen de las partes sometidas a tensiones (compresión, tracción)

- Se preverán los posibles movimientos del tronco.
- En pendientes siempre se efectuarán los cortes desde la parte contraria al sentido de rotación del tronco.
- Se procurará hacer el corte siempre un poco inclinado.

**Poda**

- Una persona dirigirá los trabajos desde el suelo.
- No se situarán varios operarios en un árbol simultáneamente.
- Antes de acceder a cualquier árbol se deberán inspeccionar las ramas para comprobar si tienen debilidades en su estructura.
- Nunca se deben utilizar las ramas secas como soporte de asentamiento o agarradera.
- Al ascender/descender del árbol, los operarios no transportarán herramientas en las manos.
- Durante los trabajos que impliquen caída de ramas, no permanecerá ninguna persona debajo de la zona afectada.
- Se respetarán las distancias de seguridad en el caso de cortar ramas en proximidad de líneas eléctricas. Sí no fuera posible se procederá al descargo de las mismas. Si los trabajos hay que realizarlos con tensión, se hará uso del procedimiento de T.E.T. correspondiente.
- Para evitar daños a terceros, interrupción de carreteras, vías, etc.., se tendrá especial cuidado en la caída de las ramas. Sí es necesario se guiará y controlará su caída mediante cuerdas o medios auxiliares.

**Manipulación y quema de ramas y matorrales**

- Antes de proceder a la quema de ramas o matorrales se cumplirá con la LEGISLACION VIGENTE obteniendo los permisos necesarios.
- Se apilarán en montones pequeños, fuera de las zonas de paso, de líneas eléctricas, telefónicas, etc.
- No se abandonará una zona de fuego, sin extinguirlo totalmente.
- Se dispondrá de extintor de incendios.

**Herramientas de mano (hachas, palancas, ganchos, etc.)**

- No se efectuarán los cortes en dirección al cuerpo.
- El hacha se sujetará de forma segura.
- Se mantendrá una distancia suficiente entre los operarios que manejen estas herramientas
- Se seguirán las medidas correctoras y consignas preventivas que sean de aplicación del apartado “Herramientas manuales”.

**Herramientas mecánicas (motosierras, desbrozadores, etc.)**

- Se seguirán las medidas correctoras y consignas preventivas que sean de aplicación del apartado “Herramientas eléctricas de mano”.
- Serán utilizadas por personal que esté capacitado para ello. El traslado se realizará con la herramienta parada. No se situará ningún operario en el radio de acción de las herramientas.
- No se cortará con la punta del espadín, para evitar el riesgo de rebote de la motosierra
- El reaprovisionamiento de combustible se realizará en lugares despejados y libres de materiales inflamables. Se esperarán unos minutos antes de reaprovisionar, para que se enfríe la herramienta. Mientras se mantengan calientes se colocarán sobre un tronco, madera, nunca donde haya hojas secas.
- Antes de arrancar el motor deberá separarse unos metros del lugar donde se ha aprovisionado de combustible. Está prohibido fumar o producir llama dentro de la Zona de Trabajo.

<u>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</u>

- Casco de seguridad
- Guantes de cuero
- Guantes de goma o P.V.C.
- Calzado de seguridad
- Botas de goma o P.V.C.
- Protectores auditivos
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes para partículas.
- Fajas lumbares antivibraciones

### *2.1.1.3 Excavación*

RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Atrapamiento por vuelco de máquinas
- Sobreesfuerzos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición al ruido
- Proyección de fragmentos o partículas
- Choque contra objetos inmóviles

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Antes del inicio de los trabajos, se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o movimientos del terreno.
- En caso de ser necesario, se colocará vallado perimetral de obra alrededor de la misma.
- Se prohibirá trabajar o permanecer observando dentro del radio de acción del brazo de una máquina para el movimiento de tierras.
- En los trabajos de excavación en general se adoptarán las precauciones necesarias para evitar derrumbamientos, según la naturaleza y condiciones del terreno y forma de realizar los trabajos.
- Todas las excavaciones de obra se señalizarán en todo su perímetro con el fin de evitar caídas a distinto nivel. Cuando la profundidad de la excavación sea superior

a 2 metros, se deberá proteger mediante el uso de barandillas con suficiente rigidez y estabilidad o por medio de chapas o tablones, que eviten dicho riesgo.

- En caso de presencia de agua en la obra, se procederá de inmediato a su achique, en prevención de alteraciones del terreno que repercutan en la estabilidad de las excavaciones.
- Cuando las zanjas o excavaciones tengan una profundidad superior a 1,5 metros y cuando por las características del terreno exista peligro de derrumbamiento, se llevará a cabo la entibación de la zanja y/o excavación, quedando prohibido llevar a cabo cualquier tipo de trabajo sin realizar esta operación previa.
- Se paralizarán los trabajos a realizar al pie de las entibaciones cuya garantía de estabilidad no sea firme u ofrezca dudas. En este caso, antes de realizar cualquier otro trabajo debe reforzarse o apuntalarse la entibación.
- Se prohibirán los trabajos en la proximidad de postes eléctricos, de telégrafo, etc. cuya estabilidad no quede garantizada antes del inicio de las tareas.
- Deberán eliminarse los árboles, arbustos y matojos cuyas raíces hayan quedado al descubierto, mermando la estabilidad propia y del corte efectuado del terreno.
- Las paredes de la excavación se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo por más de un día.
- En presencia de conducciones o servicios subterráneos imprevistos se paralizarán de inmediato los trabajos, dando aviso urgente a la dirección de la obra. Las tareas se reanudarán cuando la dirección de obra lo considere oportuno.
- Se prohibirá el acopio de tierras o de materiales a menos de dos metros del borde de la excavación para evitar sobrecargas y posibles vuelcos del terreno.
- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de excavación no superior a los 4 metros.

<u>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR</u>

Los equipos de protección personal a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes pulvígenos

- Guantes de trabajo
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos
- Botas de seguridad con puntera reforzada
- Ropa de protección para el mal tiempo

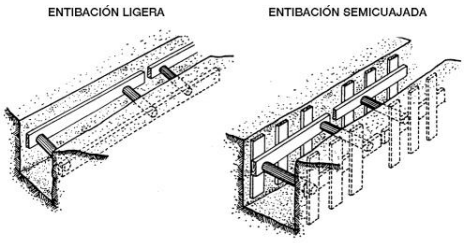
### Sostenimiento: Entibación

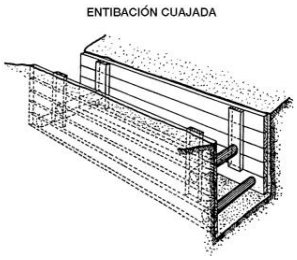
El conjunto de los sostenimientos engloba todas las actividades encaminadas a garantizar la estabilidad de taludes, hastiales, bóvedas y de toda superficie de cualquier tipo de terreno que, por sus condiciones naturales o por las alteraciones sufridas durante el proceso constructivo, presente riesgo de deslizamiento o derrumbamiento. En este caso, sólo se va a contemplar la entibación, pues es el método más utilizado

Las entibaciones son elementos auxiliares cuya finalidad es evitar el desmoronamiento del terreno y ejecutar los trabajos de excavación en condiciones de seguridad.

En terrenos coherentes no se necesita, en general, entibar las paredes de la excavación para profundidades menores de 1,60 metros. Para profundidades superiores, se establecen los tipos siguientes:

- Ligera, para cortes de profundidad comprendida entre 1,60 – 2 metros, la del fondo de la ilustración;
- Semicuajada: para cortes de entre 2 y 2,5 metros de profundidad, la central;
- Cuajada: para cortes con profundidad superior a 2,50 metros, la situada en primer plano.



En terrenos sueltos y para cualquier profundidad debe utilizarse siempre entibación cuajada.

Cuando la excavación es manual debe hacerse por franjas horizontales que se entiban a medida que se excavan. Cuando la excavación se realiza de forma mecánica, la entibación debe realizarse mediante plataformas suspendidas y en el menor tiempo posible.

La entibación deberá sobrepasar en unos 10 cm. el nivel superficial del terreno. Y en su construcción deberá tenerse en cuenta no solo los empujes del terreno y las solicitaciones de los edificios o viales cercanos sino las filtraciones de agua, los factores atmosféricos o las sobrecargas ocasionales. (Ver Detalles Gráficos de Seguridad*: Entibaciones*)

Las tareas de desentibado suelen revestir tanto riesgo como el entibado como consecuencia del riesgo de derrumbamiento por descompresión del terreno. Ambas tareas han de llevarse a cabo por personal especializado, bajo dirección técnica, utilizando materiales y equipos de protección adecuados.

RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída desde altura
- Caída desde altura considerable
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Temperaturas ambientales extremas
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas
- Exposición a agentes biológicos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Siempre que el ángulo de la inclinación de los taludes supere al del talud natural, será necesario entibar la excavación.
- La entibación se proyectará teniendo en cuenta las características del terreno y el tamaño de la excavación. En caso de estimar que es suficiente una entibación parcial, ésta llegará como mínimo hasta la mitad de la altura de la pared y tendrá un tercio de la profundidad de la misma.
- Los trabajos de entibación comenzarán tan pronto como terminen los correspondientes de excavación para minimizar los efectos del cambio introducido

en el terreno. Queda terminantemente prohibido la realización de operaciones de entibación dentro de la excavación sin haber terminado los trabajos de excavación.

- Cuando se usen tableros de madera como parte de la entibación, las tablas de los mismos se dispondrán horizontalmente en los terrenos coherentes y verticalmente en los terrenos sueltos.
- Los codales de las entibaciones serán preferentemente metálicos y nunca se utilizarán a modo de peldaños para acceder al fondo de la excavación o salir de él.
- Todos los elementos de la entibación se controlarán diariamente, examinando su comportamiento y vigilando estrechamente el acuñado de los mismos.
- En caso de simultaneidad de la entibación con las operaciones de carga y transporte de escombro, se delimitarán claramente las respectivas zonas de trabajo a fin de evitar atropellos por máquinas o vehículos.
- En el proyecto se incluirá el procedimiento para realizar la desentibación pues es el momento más peligroso. Como regla general, cabe indicar que los codales se quitarán siempre de abajo a arriba.
- La excavación tendrá unas dimensiones tales que se permita la ubicación adecuada del personal, el empleo correcto de herramientas y equipos, y el manejo obligado de los elementos de la entibación.

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Protección ocular resistente a proyecciones
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos
- Casco de protección.
- Ropa de protección

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Pantalla de seguridad contra proyección de partículas.
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes mixtas para partículas, gases y vapores.
- Equipo autónomo o semiautónomo de respiración en trabajos subterráneos con ambientes viciados o agresivos que sean nocivos para el trabajador.
- Sistema de protección anticaídas con cinturones de sujeción y elementos de amarre para operarios en plataformas de trabajo.

- Fajas lumbares antivibraciones para operadores de máquinas y conductores de los vehículos que los precisen.
- Calzado de protección básico con suela con resaltes para trabajos sobre superficies poco adherentes.
- Botas impermeables en terrenos anegados.

PROTECCIONES COLECTIVAS DE USO GENERAL

- Cordón reflectante de balizamiento para la delimitación de áreas afectadas.
- Valla de contención de peatones
- En andamios y plataformas de trabajo, barandilla completa con pasamanos, listón intermedio y rodapié.

PROTECCIONES COLECTIVAS DE USO PARTICULAR

- Pasillo de seguridad.

#### *2.1.1.4 Demoliciones*

La demolición, parcial o total de una obra construida, exige previamente un detallado reconocimiento del estado en que se encuentra la misma para establecer los posibles y necesarios apuntalamientos u obras secundarias de protección a realizar en las sucesivas fases de demolición. Este tipo de trabajos no solamente exigen que sean llevados a cabo por personal especializado, sino que tienen ser objeto de contemplación específica en el Plan de seguridad y Salud.

Todo el proceso ha de ser planificado y supervisado por personal competente, debiendo prestarse atención preferente a los aspectos siguientes:

- Establecer los puntos fuertes de sujeción a los que deben amarrarse los trabajadores,
- Acotar la zona para evitar la irrupción accidental de trabajadores,
- Averiguar si existen materiales que exija la adopción de planes o medidas de protección específicos: amianto, residuos peligrosos,
- La zona de influencia de los trabajos debe vallarse y señalizarse correctamente estableciéndose la vigilancia necesaria para evitar que personas no autorizadas penetren en ella.

Igualmente, antes de comenzar cualquier demolición, es preciso anular todas las instalaciones existentes de agua, electricidad, gas, etc. dejándolas fuera de servicio con total garantía.

Conforme a lo indicado, dentro de este punto se consideran las unidades de Construcción Civil siguientes:

- Reconocimiento previo
- Apuntalamiento y obras secundarias de protección
- Anulación de instalaciones existentes
- Demolición por medios mecánicos

<u>RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD</u>

- Caída de objetos en manipulación
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída desde altura
- Caída desde altura considerable
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero
- Golpes y cortes por objetos móviles
- Exposición a ruido
- Exposición a vibraciones
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Sobreesfuerzos
- Contacto térmico
- Contacto eléctrico directo
- Contacto eléctrico indirecto
- Exposición a agentes biológicos
- Proyección de fragmentos o partículas

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- La zona de influencia de los trabajos de demolición, se acordonará o vallará adecuadamente, colocando vallas y señales de tráfico con el fin de favorecer el acceso y maniobra de la maquinaria.
- Si el edificio a demoler está situado en zona urbana, se tomarán las medidas necesarias para evitar la caída o proyección de materiales sobre la vía pública. Estas medidas pueden comprender, desde una valla resistente, hasta la colocación de redes o lonas en las fachadas, marquesinas, etc…
- Si la demolición presenta entidad suficiente, se redactará el oportuno proyecto de ejecución y el consiguiente programa de trabajo, de forma que la secuencia de los trabajos evite hundimientos prematuros e incontrolados. A tal efecto, se vigilará constantemente el estado de los diversos elementos resistentes implicados en el proceso.
- Previamente a cualquier tarea de demolición, se procederá a poner fuera de servicio la totalidad de las instalaciones existentes.
- Todas las zonas a las que accedan operarios, se desratizarán y desinfectarán adecuadamente antes de iniciar las actividades.
- Se retirarán los materiales como puertas, ventanas, etc.
- El trabajo simultáneo en niveles de mutua influencia se evitará siempre que sea posible. Únicamente se admitirá en casos especiales previo análisis de todas las situaciones de riesgo que pudieran presentarse y la disposición de protecciones intermedias que impidan la transferencia de riesgos entre actividades, las cuales serán objeto de un estudio particular.
- El emplazamiento escogido para cada máquina reunirá las condiciones adecuadas de resistencia, amplitud y gálibo, respetando las distancias de seguridad a las instalaciones eléctricas existentes y nunca improvisando o variando arbitrariamente sin el debido conocimiento de la dirección de la obra.
- El operario que trabaje en colaboración con máquinas sin ser operador de las mismas, recibirá información y formación sobre riesgos existentes y precauciones a tomar respecto a su aproximación a las máquinas, señales de peligro, etc…
- Se realizarán apuntalamientos y apeos en huecos y fachadas, siempre que sea necesario, siguiendo como proceso de trabajo de abajo hacia arriba, es decir, de forma inversa a como se realizará la demolición. Se reforzarán también las cornisas, vierte-aguas, balcones, bóvedas, arcos, muros y paredes.

- Los muros o elementos estructurales afectados por el viento no se debilitarán con entalladuras que facilitarían su demolición con riesgo de desplome.
- Los trabajos que se desarrollen en presencia de aguas negras, se realizarán utilizando las protecciones individuales prescritas para evitar el contagio por aquéllas.
- Los trabajos que se desarrollen en lugares cerrados donde puedan surgir emanaciones provenientes de instalaciones incorrectamente condenadas, se realizarán asegurando el caudal de aire puro necesario o proveyendo a los operarios de los correspondientes equipos de respiración.
- Se procurará en todo momento evitar la acumulación de materiales procedentes del derribo en las plantas o forjados de edificio ya que lo sobrecargan.
- Para el caso de demolición con herramientas manuales, los operarios utilizarán de forma permanente el cinturón de seguridad convenientemente anclado a un lugar seguro, cuando se encuentren trabajando en emplazamientos elevados.
- Las rozas de debilitamiento en los elementos estructurales se realizarán siempre según instrucciones y control del personal encargado de obra.
- Los operadores de la maquinaria de demolición (por empuje o tiro) se situarán en lugares resguardados o permanecerán dentro de la cabina de la maquinaria ante posibles fallos de la estructura a demoler.
- Queda prohibido terminantemente arrojar escombros al vacío. Siempre se utilizarán las tolvas o canaletas.
- Los escombros producidos se regarán de forma regular para evitar polvaredas.

**Levantados y demoliciones de pavimentos**

- Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por una persona distinta al conductor (señalista) si se trabaja en calzadas o en zonas próximas a estas.
- Tapado y protección de pozos, arquetas, etc. que queden al descubierto como consecuencia de los distintos levantados, ya sean aceras o calzadas.
- En caso de que se produjese un contacto con una línea eléctrica, el maquinista permanecerá en la cabina sin tocar ningún elemento metálico hasta tanto no se corte la corriente en aquella.
- No se realizarán, en excavadoras, movimientos de tiro o empuje sesgados.
- No deberán encontrarse personas situadas dentro del radio de acción de las excavadoras provistas de martillo rompedor.

- Nunca se utilizará la cuchara para golpear el pavimento o superficie a levantar.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Protección ocular resistente a proyecciones
- Protectores auditivos
- Guantes de protección
- Calzado de seguridad (mínimo básico con resistencia a la perforación)
- Botas impermeables
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes.

PROTECCIONES COLECTIVAS DE USO GENERAL

- Señales normalizadas de tráfico
- Señales normalizadas indicativas de riesgo
- Cordón reflectante y cinta de balizamiento para delimitación de áreas afectadas.
- Conos de señalización
- Baliza luminosa para señalización nocturna
- Vallas metálicas para contención de peatones y desviación de tráfico

PROTECCIONES COLECTIVAS DE USO PARTICULAR

- Semáforo portátil para control de tráfico
- Señalista con paletas de tráfico
- Pasillo de seguridad
- Bajante metálica de escombros

#### *2.1.1.5 Cimentaciones*

RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída desde altura
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos

- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Accidente por acción de la naturaleza
- Contacto eléctrico directo
- Contacto eléctrico indirecto
- Caída de objetos por desplome o derrumbe

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Antes del inicio de los trabajos se inspeccionará el tajo con el fin de detectar posibles grietas o desplazamientos del terreno, revisando el estado de las zanjas a intervalos regulares.
- No se trabajará sobre zanjas de más de 2 metros de profundidad si éstas no se encuentran protegidas por barandilla completa con pasamanos a 90 cm., listón intermedio y rodapié u otras medidas de protección colectiva. No acceder nunca a zonas de trabajo que se encuentren desprotegidas a menos que se disponga de un sistema de protección anticaída convenientemente anclado (ej. arnés de seguridad). Las plataformas de trabajo tendrán un ancho mínimo de 60 cm, garantizando la resistencia y estabilidad necesaria en relación al trabajo a realizar sobre ellas.
- Los pozos de cimentación y zanjas estarán correctamente señalizados para evitar caídas a distinto nivel del personal de obra.
- Durante el vertido del hormigón donde se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles. En caso de fallo, se parará el vertido hasta que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- Se mantendrá la limpieza del área de trabajo y de las zonas de paso, debiendo estar libres de obstáculos que pudieran provocar tropiezos.
- Se recogerán los materiales y herramientas de trabajo una vez finalizada la jornada laboral de forma ordenada. Colocar el cableado lejos de las zonas de paso de los trabajadores de forma que no sea pisado por éstos. Las mangueras de conexión al cuadro eléctrico han de estar protegidas cuando discurran por zonas de paso, bien enterrándolas bien elevándolas 2,5 m al paso de las personas o a 5 m en el caso del paso de vehículos.
- Acceso a la zona de trabajo mediante un medio específico para tal fin: acceso fácil y seguro.

- Acotar debidamente las áreas donde exista riesgo de caída de herramientas o materiales prohibiendo el paso a través de ellas
- Utilizar los medios mecánicos para el traslado de materiales presentes en la obra siempre que sea posible. Hacer uso de fajas lumbares para la manipulación manual de cargas.
- Cuando el peso de una carga sea demasiado y no sea posible hacer uso de los medios mecánicos, solicitar la ayuda de algún compañero.
- En el levantamiento de la carga se seguirán las normas descritas en el apartado "*Manipulación Manual de Cargas*".
- Se tendrán en cuenta las medidas correctoras y consignas preventivas señaladas en el apartado "*Acopios de material*" que sean de aplicación.
- Circulación de vehículos a un máximo de aproximación al borde de 4 metros al borde de la cimentación.
- Si los trabajos requieren iluminación, se efectuará mediante torretas aisladas con toma de tierra en las que se instalarán proyectores de intemperie alimentados a través de un cuadro eléctrico general de la obra. Si se requiere iluminación portátil, ésta se realizará mediante lámparas a 24 voltios. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora, carcasa y mango aislados eléctricamente.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo el buen estado de todas las conexiones y cables.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Sistema de protección anticaídas con cinturones de sujeción y elementos de amarre (operarios en plataformas de trabajo.)
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos
- Calzado de seguridad: mínimo básico (resistente a hidrocarburos y con puntera resistente a impactos) y con resistencia a perforación.
- Sistemas de protección anticaídas con arnés y elementos de amarre con absorbedor de energía (para operarios en emplazamientos expuestos).
- Calzado de seguridad antideslizante (suela con resaltes) para trabajos en superficies poco adherentes.

PROTECCIONES COLECTIVAS DE USO GENERAL

- Señales normalizadas indicativas de riesgo
- Cordón reflectante de balizamiento para delimitación de áreas afectadas
- Red horizontal en vanos
- Marquesinas de protección
- Lona de protección contra caída de escombros y polvo
- Red vertical en borde de piso
- Barandillas, listón intermedio y rodapié en andamios y plataformas
- Lona ignífuga para cubrimiento de encofrado deslizante
- Dispositivo de puesta a tierra en equipos de soldadura.

#### *2.1.1.6 Hormigonado*

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por vuelco de maquinaria o vehículos
- Sobreesfuerzos
- Exposición a sustancias nocivas (dermatosis, por contacto de la piel con el cemento, neuroconiosis, por la aspiración del polvo del cemento)

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

**Vertido directo mediante canaleta**

- Previamente al inicio del vertido del hormigón, directamente con el camión hormigonera, se instalarán fuertes topes en el lugar donde haya de quedar situado el camión, siendo conveniente no estacionarlo en rampas con pendientes fuertes, para evitar posibles vuelcos.

- Se prohíbe acercar las ruedas de los camiones hormigonera a menos de 2 metros de la excavación.
- 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. Tampoco se situarán en el lugar del hormigonado hasta que el camión hormigonera no esté situado en posición de vertido.
- Se instalarán barandillas sólidas al frente de la excavación protegiendo el tajo de vía de la canaleta.
- Se colocarán escaleras reglamentarias para facilitar el paso seguro del personal encargado de montar, desmontar y realizar trabajos con la canaleta de vertido de hormigón por taludes hasta los cimientos.
- La maniobra de vertido será dirigida por el encargado que vigilará que no se realicen maniobras inseguras.

**Vertido mediante bombeo**

- El equipo encargado del manejo de la bomba de hormigón estará especializado la realización de este tipo de trabajos.
- La tubería de la bomba de hormigonado se apoyará sobre caballetes, arriostrándose las partes susceptibles de movimiento.
- La manguera terminal de vertido será gobernada por un mínimo de dos operarios, para evitar caídas por movimiento incontrolado de la misma.
- Antes del inicio del hormigonado de una determinada superficie, se establecerá un camino de tablones seguro sobre los que se apoyarán los operarios que gobiernen el vertido de la manguera.
- El manejo del montaje y desmontaje de la tubería de la bomba de hormigonado será dirigido por un operario especialista para evitar accidentes por tapones y sobrepresiones internas.
- Antes de iniciar el bombeo del hormigón se deberá preparar el conducto enviando masas de mortero de dosificación, para evitar los atoramientos o tapones.
- Se prohíbe introducir o accionar la pelota de limpieza sin antes instalar la redecilla de recogida a la salida de la manguera tras el recorrido total del circuito. En caso de detención de la bola, se paralizará la máquina, se reducirá la presión a cero y se desmontará a continuación la tubería.

- Los operarios amarrarán la manguera terminal antes de iniciar el paso de la pelota de limpieza a elementos sólidos, apartándose del lugar antes de iniciarse el proceso.
- Se revisarán periódicamente los circuitos de aceite de la bomba de hormigón, cumpliendo el libro de mantenimiento, que será presentado a requerimiento de la dirección.
- Todas las máquinas accionadas eléctricamente tendrán sus correspondientes protecciones a tierra e interruptores diferenciales, manteniendo en buen estado todas las conexiones y cables.
- Las conexiones eléctricas se efectuarán mediante mecanismos estancos de intemperie.
- Siempre que resulte obligado realizar trabajos simultáneos en diferentes niveles superpuestos, se protegerá a los operarios situados en niveles inferiores, con redes viseras o elementos de protección equivalentes que impidan que estos sean alcanzados por objetos que puedan caer desde niveles superiores.
- Las zonas de trabajo dispondrán de acceso fácil y seguro y se mantendrán en todo momento limpias y ordenadas, tomándose las medidas necesarias para que el piso no esté o resulte peligroso.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra la proyección de partículas
- Guantes de trabajo
- Botas de goma para el trabajo con el hormigón
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero
- Ropa de protección para el mal tiempo

## 2.2 Montaje

### 2.2.1 Montaje del tramo subterráneo

#### *2.2.1.1 Montaje y/o desmontaje de cableados*

RIESGOS DE LA ACTIVIDAD

- Caída de personas al mismo nivel

- Caída de objetos desprendidos
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Sobreesfuerzos

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

**Selección del lugar de trabajo**

- Se inspeccionará el recorrido del tendido antes de su inicio a fin de prever los medios necesarios de acceso y desplazamiento del personal. Las zonas de trabajo se mantendrán libres de objetos y obstáculos.
- El acopio de bobinas y materiales en general, se realizará en lugares preseñalados, debiendo quedar libres de obstáculos las zonas de evolución y paso del personal. Colocar dispositivos de calce o retención para evitar el desplome de dichos acopios. Se elegirá una zona en la que el suelo esté firme y de no ser posible, los gatos elevadores se dispondrán sobre tablones para aumentar la superficie de apoyo garantizando de esta manera solidez y firmeza.

**Transporte de bobinas y herramientas**

- Antes de realizar cualquier maniobra con las bobinas de cables y una vez retiradas las duelas, se revisarán doblando o arrancando todas las puntas que sobresalgan de ambas. En caso de presencia de defectos en el carrete, será reforzado o sustituido en su caso.
- El traslado manual de bobinas se efectuará mediante empuje en terreno llano, y en el caso de subida o bajada de rampas, se tirará o retendrá desde la parte superior de la pendiente. Evitar tramos largos de rodado de bobinas, utilizando en estos casos medios mecánicos de transporte.
- El estrobado de bobinas se realizará fijando el elemento de amarre al eje central de la bobina, nunca se estrobarán las bobinas con las eslingas cogidas directamente a través de su orificio central.
- La elevación de bobinas se realizará con gatos adecuados al peso de éstas y por los dos lados a la vez, tratando de evitar el vuelco de las mismas. El personal que realice dicho trabajo será el mínimo imprescindible, permaneciendo el resto

situado a distancia prudencial. Dichos gatos dispondrán de un dispositivo de frenado de la bobina y, en caso contrario, se tomarán las medidas sustitutivas oportunas.

Tendido del cable

- Las medias o mallas de tendido serán adecuadas al diámetro del cable, comprobando el buen ajuste de las mismas antes de proceder al tiro de aquél.
- El cabestrante de tendido dispondrá de un trinquete de frenado o un sistema regulable de paro automático para evitar sobretensiones. Siempre se anclará a puntos sólidos por medio de elementos de suficiente firmeza.
- En el tendido con cabestrante, el primer rodillo se situará con un ángulo adecuado al tiro, y todo el personal destinado a vigilar la operación se colocará en la parte exterior de las curvas.
- Las zonas de tendido donde se utilicen sustancias para el buen deslizamiento del cable, se limpiarán debidamente para evitar resbalones.
- Previamente a la preparación de puntas de cables, se comprobará la ausencia de tensión así como en las bornas a conectar y en su entorno.
- Evitar posturas forzadas o mantenidas para dar forma a los cables.
- Evitar el trabajo simultáneo en zonas de mutua influencia, y en caso contrario, se establecerán las correspondientes protecciones intermedias que eviten la transferencia de riesgos.
- Para el manejo de cargas se utilizarán siempre que sea medios auxiliares de transporte, evitando así sobreesfuerzos.
- Se tendrán en cuenta los riesgos y medidas del apartado “Elementos auxiliares”, “Manipulación manual de cargas” que sean de aplicación

Conexionados

- Comprobar la ausencia de tensión de los cables a conexionar.
- Utilizar en todo momento herramientas aisladas

<u>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</u>

- Casco homologado de seguridad para riesgos electromecánicos.
- Guantes para riesgos mecánicos.
- Guantes para riesgos eléctricos.

- Gafas de seguridad.
- Pantallas faciales.
- Botas de seguridad.
- Botas impermeables contra agua y humedad.
- Arneses anticaídas.
- Cuerda vida.
- Mascarillas.
- Protectores auditivos.
- Ropa de trabajo.
- Fajas o cinturones antivibratorios.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Bandas de plásticos bicolor (rojo y blanco).
- Disponer de un extintor apto para los tipos de fuego que se puedan producir.

#### *2.2.1.2 Red de tierras*

RIESGOS DE LA ACTIVIDAD

- Golpes y cortes con objetos o herramientas
- Contacto térmico
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas
- Proyección de fragmentos o partículas

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Las herramientas manuales deberán ser de características y tamaño adecuados a las operaciones a realizar. No han de portarse en los bolsillos.
- Los trabajadores seguirán un plan de adiestramiento en el uso correcto de cada herramienta que deba emplear en su trabajo.
- Se deben utilizar Equipos de Protección Individual adecuados, guantes, calzado, etc.
- Los trabajadores encargados de realizar las soldaduras Cadwell utilizarán pantalla de protección facial, gafas y guantes.

- Comprobar que los moldes de la carga estén en buen estado.
- Los moldes estarán secos. Para ello y antes de realizar la primera soldadura, se secarán con encendido de uno sin soldadura.
- Se esparcirá un poco de polvo de cebado en la boca de la tapa para facilitar el encendido.
- Usar un chispómetro para producir la ignición de la pólvora.
- Serán de aplicación las medidas correctoras y consignas preventivas señaladas en los apartados “Trabajos de soldadura” y “Equipos de trabajo” que sean de aplicación.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco homologado de seguridad para riesgos electromecánicos.
- Guantes de protección.
- Gafas de seguridad.
- Pantallas faciales.
- Botas de seguridad.
- Botas impermeables contra agua y humedad.
- Protectores auditivos.
- Ropa de trabajo.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Señalización y delimitación de la zona de trabajo
- Disponer de un extintor apto para los tipos de fuego que se puedan producir.

#### *2.2.1.3 Ensayos y pruebas finales: puesta en marcha*

RIESGOS DE LA ACTIVIDAD

- Contacto eléctrico directo
- Contacto eléctrico indirecto
- Arco eléctrico
- Incendio por factores de ignición

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Al realizarse esta fase con tensión, deberán manipularse los elementos instalados únicamente por personal cualificado.
- Los trabajadores deberán 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 se señalizará mediante cadena de PVC y lámpara de indicación de acceso con el fin de evitar que otros trabajadores o personas ajenas penetren en dicha zona y accedan a elementos en tensión.
- Se localizará y verificará el correcto funcionamiento del extintor de polvo polivalente de la zona de la subestación.
- Debido a que se utilizará una fuente de tensión exterior, se tomarán precauciones para asegurar que la instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.
- Las herramientas manuales para trabajos en baja tensión estarán homologadas según la Norma Técnica Complementaria MT-26 sobre aislamiento de seguridad de dichas herramientas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Calzado de protección eléctrica y mecánica
- Guantes de protección mecánica
- Ropa de trabajo

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- Señalización y delimitación de la zona de trabajo
- Lámpara de indicación de acceso a la zona de trabajo
- Disponer de un extintor apto para los tipos de fuego que se puedan producir.

### 2.2.2 Montaje del tramo aéreo

#### *2.2.2.1 Armado de apoyos y tendido de conductores*

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel

- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- El izado de apoyo, se realizará siempre que resulte posible mediante grúas móviles, al considerar que dichos sistemas de izado ofrecen una mayor seguridad al estar expuestos los operarios menor tiempo a trabajos en altura.
- Todos los apoyos dispondrán de dispositivos fijos de escala “patés” con objeto de facilitar el acceso de los operarios. Todos los operarios harán uso de la línea de vida al realizar el ascenso/descenso de los apoyos.
- Los dispositivos a instalar en los cables de tierra, como pueden ser los salvapájaros, se colocarán mediante maquinaria accionada por control remoto desde la superficie del terreno, a fin de evitar que los operarios se desplacen por el cable.
- Se utilizarán dos sistemas de izado, el de grúa con pluma y el de rotación, si las características del terreno no permitiesen el izado de los apoyos con grúa.
- En ambos sistemas de izado, queda disminuida prácticamente la presencia de los operarios en trabajos de altura uno de los mayores peligros en esta fase de montaje de líneas, y como consecuencia, se reducen considerablemente la probabilidad de accidentes.
- En el primer caso, se armarán los apoyos enteros en el suelo y se izarán con grúa con pluma telescópica y con capacidad de fuerza y altura suficiente para que la maniobra de izado se realice con toda seguridad.
- Se emplazará en lugar seguro para que los gatos de la grúa no puedan fallar en evitación del vuelco.
- Los puntos de amarre de la torre deben responder suficientemente a los esfuerzos a los que se le vayan a someter y, durante el izado, que se realizará lentamente y sin tirones, el personal se situará fuera de las áreas de peligro utilizando retenidas a distancia, hasta que el apoyo mantenga su verticalidad, momento en el que el personal debe proceder al ensamblaje del mismo.
- En caso del izado por rotación, se realizará con una o dos plumas metálicas de altura y resistencia probada, procediendo a embragar el apoyo a la mayor altura posible y colocando dos bisagras en dos patas de los anclajes. Dos barras paralelas unirán las otras dos patas con el fin de evitar deformaciones en los anclajes.
- Este segundo sistema de izado requiere un examen del apoyo para que no haya deformaciones en el momento de su izado.
- Igualmente debe ser examinada la situación de los vientos lo mismo en la pluma que en el apoyo, principalmente los que trabajan en sentido lateral y vuelco,

recomendándose colocación de tráctel o aparejos en todos ellos, para poder mantener las tensiones equilibradas en cada momento.

- El personal del izado tiene que ser consciente de la responsabilidad que existe al dejar piezas sin coser, debido a que posteriormente al subir cualquier operario puede cogerse a ella y al no haber quedado bien atornillada ser esto causa de un accidente.
- Durante el armado e izado de apoyos, los operarios trabajarán con todos los elementos de protección personal obligatorios y evitando el trabajo de dos o más operarios a diferentes alturas, en la misma vertical. Esta forma de actuación se mantendrá durante el apriete final y graneteado de los tornillos, donde a cada operario se le asignará un área de trabajo.
- La “pluma” será lo suficientemente robusta para soportar el peso que le designemos, considerando los esfuerzos secundarios a que estará sometida, condiciones de trabajo, etc.
- Antes del empleo de la “pluma” es recomendable un ensayo dinamométrico en los talleres que ha sido fabricada, sometiéndola al trabajo más desfavorable.
- El cabrestante será de una potencia adecuada al esfuerzo exigido. Se debe prestar una atención especial a los elementos auxiliares, como son: la tiradera del cable, trócolas, etc.
- Para izar la pluma se recomienda un plumín de madera que se colocará en el centro del apoyo y arriostrando con vientos a los anclajes si el apoyo es de cuatro patas, si fuera monoblock, directamente al suelo. En la cabeza del plumín irá una polea por donde se hará pasar la tiradera del cabrestante amarrado a la pluma, como mínimo por las dos terceras partes de su altura.
- El cabrestante se situará, como mínimo a 25 m. de distancia del apoyo y durante el izado unos operarios controlarán los vientos laterales de la pluma para que ésta se vaya izando en línea con el plumín y el cabrestante.
- La pluma será portadora en la cabeza de cuatro vientos de cable de acero que se situarán en sentido diagonal al apoyo que esta izando.
- Cuando haya que levantar el apoyo entero o por tramos, se situará otro viento de carga en la parte opuesta al peso que levantamos. Estos vientos serán lo suficientemente resistentes y no se permite que tengan empalmes.
- Para mayor seguridad se situarán dos vientos de carga con una separación de anclaje en el suelo de entre 2 y 4m. de distancia entre sí. Los vientos de carga no deben ir directamente a los pistolos, ya que es conveniente intercalar un trácter

para cada viento con el fin de darle el tense necesario para que la pluma trabaje en las debidas condiciones.

- La fijación de estos vientos en tierra será a bloques-contrapesos que se situarán en un chasis, que colocado en tierra (asegurado si fuese necesario) con unas barras que eviten el arrastre del conjunto de bloques. Se intercalará un dinamómetro entre el chasis y el viento para comprobar el esfuerzo de tiro existente.
- La longitud de los vientos con relación a la altura entre la cabeza de la pluma y el suelo será recomendable que sea como mínimo, vez y media la altura citada.
- En los casos en los que no se puedan situar los vientos apropiadamente, se estudiará el sistema de izado que se debe aplicar, reduciendo principalmente los pesos a elevar con el fin de no someter a la pluma a esfuerzos de flexión que podrían ser motivo de accidente.
- El cabrestante de izado puede ser de manivela o de motor a explosión, en este caso con cambio de velocidad y equipado con trócolas con reenvío que permiten elevar grandes pesos.
- La tirandela del cabrestante debe deslizarse verticalmente pegada a la pluma y en la base de ésta se colocará una polea de reenvío formando ángulo directamente con el cabrestante, con el fin de evitar pandeo en la pluma al izar las cargas.
- Para el izado de los apoyos el cabrestante se deberá situar a una distancia mínima de 25m. del apoyo, colocando una polea de reenvío en una de las patas para que el cable pueda entrar en el tambor para que estas queden debidamente colocadas.
- El cabrestante se amarrará fuertemente al suelo con vientos y pistolos, para que al levantar el peso al que le sometemos no pueda ser arrastrado.
- Se deberá de instalar una línea de vida para los trabajos en altura.
- No se podrá efectuar un tendido de conductor si no se dispone de unos medios de comunicación adecuados a lo largo de toda la serie.
- Se montarán protecciones sobre caminos, carreteras, ferrocarriles y líneas de baja tensión por personal especializado y de acuerdo con las normas establecidas de tal forma que no puedan volcarse hacia el elemento que se protege. Serán lo suficientemente resistentes para soportar la caída de conductor en caso de rotura.
- Para mayor seguridad se colocará en sentido longitudinal a los travesaños de los postes de madera un cable de 12 a 16mm. de ∅ colocando unos pistolos a tierra y amarrados de tal forma que en caso de escape de un conductor y, como

consecuencia rompiese un travesaño, el conductor quede suspendido por el cable de acero.

- Los cables piloto serán de acero de alta resistencia y antigiratorios, de diámetro apropiado para los conductores que se van a tender y en trozos aproximadamente de 500 a 1.000m. La unión de estos trozos se efectuará mediante giratorios con rodamientos de bolas o con ochos dimensionados igualmente al esfuerzo que deben soportar.
- Al levantar los cables piloto se distribuirá el personal necesario a lo largo de la serie a tender para que no se produzcan enganches ni desempoleamientos.
- Las poleas deben estar calculadas debidamente para el diámetro de conductor y peso que deben soportar e irán provistas de rodamientos y bolas para facilitar la suavidad del tendido y dispondrán de gatillos a los lados de las aristas exteriores que no permitan que puedan salirse de la canal de la roldana ni el cable piloto ni el conductor de aluminio, ya que desempoleado alguno de estos cables podrían provocar una rotura de cruceta e incluso la caída del apoyo.
- La colocación de aislamiento en sus respectivas crucetas se debe realizar con un útil apropiado para no dañar la campana del aislador. Este útil será distinto según se trate de cadena sencilla o cadena doble.
- La elevación se efectuará con un vehículo y con una polea de reenvío en la pata de apoyo.
- En el tendido de conductores se colocará una malla de unión entre cable piloto y conductor de aluminio, lanzadera, giratorio, etc.
- En el tendido de conductores hay que vigilar el anclaje de máquinas cabrestante, máquina freno y recuperador de piloto.
- Mantener los caballetes alza bobinas y cintas de frenado.
- Asegurarse que las bobinas rueden con suavidad, sin golpes, vueltas cruzadas o montadas, etc.
- La serie de los conductores y hasta que pasen a su posición normal de tense, deberán quedar a una altura prudencial del suelo para que no se pueda producir accidente.
- El lugar de tensado hay que elegirlo en sitio apropiado y los apoyos de amarre se efectuarán por el sistema de “compensación de apoyo”, es decir, saliendo a los cables colocando ranas a la longitud necesaria `para una vez cortado el conductor, bajar los cables, colocar las cadenas y comprimir los conductores en ambos lados para enganchar las cadenas en vacío. Una vez enganchadas se aflojará el

conductor, dejando la torre compensada y evitando de esta forma los arriostramientos.

- El engrapado de apoyos se realizará siempre con pull-lift colocado en la punta de la cruceta no utilizando trócolas de reenvío desde el suelo ya que someteríamos a la cruceta a doble esfuerzo.
- En aquellas torres que forman un vértice de carga muy pronunciado, se procederá en todos los casos al arriostramiento de crucetas al cuerpo de la torre para contrarrestar el esfuerzo secundario de montaje.
- La máquina de freno, el cabrestante, los caballetes alzabobinas y el recuperador de cable se colocarán siempre manteniendo la horizontalidad.
- El tendido del cable piloto se hará manualmente o mediante tractor, dependiendo de los cultivos existentes. La elevación del piloto requiere especial atención, evitando los enganches en rocas y arbustos, que al desprenderse producen movimientos incontrolados que pueden ser causa de accidentes.
- El tendido de conductores se ejecutará mecánicamente mediante frenado hidráulico del conductor y tracción del cable piloto, efectuada por un cabrestante equipado con interruptor de parada automática ante una elevación imprevista de la tracción.
- La vigilancia permanente de este tendido con la interconexión radiofónica entre maquinistas y vigilantes es el factor más importante para evitar accidentes.
- Se fijará el cabrestante y la máquina de freno, mediante como mínimo, dos puntos de anclaje, independientes entre sí (no usar el mismo cable para los dos puntos de anclaje) y dos puntillas por cada punto de anclaje. Se usarán cables de acero con gasas y se harán las uniones utilizando grillete. Se bajarán siempre las patas estabilizadoras.
- Es obligatorio reforzar las crucetas en las siguientes situaciones:
  - Cuando el ángulo formado por el cable que sale de las máquinas (freno y cabrestante) y la horizontal es superior a 20º.
  - Cuando el desnivel entre dos apoyos consecutivos es superior al 25% (25 metros de desnivel) por cada 100 metros de vano.
- Se vigilará escrupulosamente que la lanzadera pase bien por las poleas.
- Se vigilarán las puntillas y en general los anclajes de carga, parando las maniobras si se observa alguna deficiencia y no reanudándose el trabajo hasta haberla subsanado.

- Se controlará la tracción y velocidad manteniéndolos lo más uniforme posible, para que no se produzcan oscilaciones, paradas o sacudidas entre las dos máquinas.
- En todos los apoyos metálicos deberá proceder la conexión de la puesta a tierra antes de tender los conductores eléctricos.
- La colocación de esta puesta a tierra deberá ser mediante una pica clavada o una pancha de hierro o de otro metal, de dimensiones apropiadas y que irán conectadas al apoyo por un cable de cobre o de acero.
- El lugar de elección debe ser en donde exista mayor cantidad de tierra y a ser posible húmeda, realizando en ocasiones, si fuera necesario, una zanja para conseguir este lugar de emplazamiento.
- Los puentes en las torres de amarre no se deben cerrar hasta que la línea esté completamente terminada o, en su defecto, situar puestas a tierra apropiadas en los últimos puentes cerrados.
- Para efectuar el cierre de los puentes será necesario igualmente colocar las puestas a tierra en ambos lados del apoyo hasta que quede la operación terminada.
- Es imprescindible que el cabrestante y la máquina freno estén puestos a tierra con el fin de evitar que por un escape de un cable piloto o caída del conductor de aluminio se produzca un accidente al ponerse en tensión.
- Se recomienda que en los apoyos anterior y posterior al cruzamiento las poleas de tendido estén puestas a tierra en el extremo de las crucetas.
- En los cruzamientos todas las protecciones metálicas que se coloquen en ambos lados de la línea que se cruza han de llevar puesta a tierra.
- Siempre que se note la presencia de alguna tormenta por los lugares próximos por donde discurre la línea, estará prohibido colocar o quitar puestas a tierra.
- Guardar las distancias de seguridad a las líneas que estén en tensión, según criterios del R.D. 614/2001 sobre Riesgo Eléctrico.
- Los operarios evitarán ponerse debajo de las cargas en la fase de elevación y colocación de las cadenas de aisladores.
- Durante la elevación de la cadena, el operario debe abandonar el punto de la cruceta.
- En las cadenas de suspensión, se arriostrará la cruceta cuando vaya a sufrir esfuerzos superiores a los previstos en su posición definitiva.

- Se accederá al carro a través de barra, apoyada en cruceta y conductor, permaneciendo en todo momento sujeto con el cinturón al conductor.
- En el carro se permanecerá en todo momento con el cinturón atado en todo momento al conductor.
- Se deberá comprobar que todas las herramientas con que se va a trabajar reúnen las condiciones necesarias y se revisará la maquinaria y vehículos utilizados en obra, con una periodicidad mensual, reparando las anomalías detectadas.
- Todos los trabajos a más de 2 metros de altura seguirán lo estipulado en el capítulo sobre TRABAJOS EN ALTURA.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección personal a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra las proyecciones de fragmentos o partículas
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante
- Cinturón de seguridad con arnés y línea de vida
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

#### *2.2.2.2 Cruzamientos*

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de objetos en manipulación
- Golpes por objetos y herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Golpes/cortes por objetos o herramientas
- Atropellos con vehículos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Se señalizará adecuadamente las zanjas y hoyos excavados para el empotramiento de los postes utilizados para protección.
- Previo a la colocación de los postes como medio de protección, se procederá a realizar una comprobación del estado del mismo.
- La sujeción del poste al terreno debe ser suficientemente segura, realizando un empotramiento efectivo y correcto, en función de la altura del mismo y del terreno.
- Se deberá evitar subir a las protecciones, por lo que sí es posible se intentará realizar el montaje de la estructura de protección en el suelo para luego posteriormente proceder a su izado. En el caso de subir al poste, se deberá asegurar previamente el mismo y el operario deberá hacer uso del arnés de seguridad amarrado a línea de vida y usar los trepadores adecuados.
- Cuando se acceda al poste, las herramientas se deberán llevar en bolsa portaherramientas o sujetas de forma segura al arnés de seguridad.
- En todo momento se debe respetar los estipulado en este estudio de seguridad para la realización de trabajos en altura y trabajos próximos a elementos en tensión.
- Cuando los trabajos se realicen cerca de áreas transitadas por vehículos, se señalizará correctamente la zona de trabajo, evitando, en lo posible, situarse cerca de calzadas. Asimismo, se seguirá todas las instrucciones estipuladas por los organismos afectados por el cruzamiento.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela aislante y antideslizante
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para baja tensión
- Guantes dieléctricos para alta tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Trepadores
- Arnés de seguridad

- Ropa de trabajo para el mal tiempo

#### *2.2.2.3 Izado de cargas*

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Los riesgos asociados a esta actividad serán:
- Caída de objetos en manipulación
- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Sobreesfuerzos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- 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 que los sometan las personas. Este requisito deberá cumplirse igualmente durante el transporte, montaje y desmontaje.
- Los accesorios de elevación se diseñarán y fabricarán de forma que se eviten los fallos debidos a la fatiga o al desgaste, habida cuenta de la utilización prevista.
- 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.
- El diseño y fabricación de los accesorios serán tales que puedan soportar sin deformación permanente o defecto visible las sobrecargas debidas a las pruebas estáticas.

**Cuerdas**

- Una cuerda es un elemento textil cuyo diámetro no es inferior a 4 milímetros, constituida por cordones retorcidos o trenzados, con o sin alma.
- 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.
- 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 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 60º.
- Se evitará el contacto con grasas, ácidos o productos corrosivos, así como inútiles exposiciones a la luz.
- Una cuerda utilizada en un equipo anticaídas, que ya haya detenido la caída de un trabajador, no deberá ser utilizada de nuevo, al menos para este cometido.
- Se examinarán las cuerdas en toda su longitud, antes de su puesta en servicio.
- Si se debe de utilizar una cuerda en las cercanías de una llama, se protegerá mediante una funda de cuero al cromo, por ejemplo.
- Las cuerdas que han de soportar cargas, trabajando a tracción, no han de tener nudo alguno. Los nudos disminuyen la resistencia de la cuerda.
- Es fundamental proteger las cuerdas contra la abrasión, evitando todo contacto con ángulos vivos y utilizando un guardacabo 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.

**Cables**

- Un cordón está constituido por varios alambres de acero dispuestos helicoidalmente en una o varias capas. Un cable de cordones está constituido por varios cordones dispuestos helicoidalmente en una o varias capas superpuestas, alrededor de un alma.
- 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 (únicamente se tolerarán los empalmes en aquellas instalaciones destinadas, desde su diseño, a modificarse regularmente en función de las necesidades de una explotación). 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 del mismo.
- 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 instaladas en los equipos de elevación deberán estar convenientemente engrasadas para evitar la corrosión que reduce la resistencia y la vida útil.

**Ganchos**

- Serán de acero o hierro forjado
- Estarán equipados con pestillos u otros dispositivos de seguridad para evitar que las cargas puedan salirse.
- Las partes que estén en contacto con cadenas, cables o cuerdas serán redondeadas.
- Dada su forma, facilitan el rápido enganche de las cargas, pero estarán expuestos al riesgo de desenganche accidental, por lo que éste debe prevenirse.
- No deberá tratarse de construir uno mismo un gancho de manutención, 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 orden de un 15 a un 20%.
  - Los sujetacables, 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 sujetacables 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 (sujetacables).
  - Los sujetacables deben ser de tamaño apropiado al diámetro de los cables y colocados de tal forma que el asiento 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 d2 (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 sujetacables. El emplomado deberá quedar en perfecto estado.
- Los sujetacables 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.
- Toda cadena cuyo diámetro del redondo que forma el eslabón se haya reducido en un 5% no deberá ser utilizada más.
- No se sustituirá nunca un eslabón por un bulón o por una ligadura de alambre de hierro, etc.
- No se debe jamás soldar un eslabón en una forja o con el soplete.
- 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 cadenas de las eslingas 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 d2 (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 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.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

#### *2.2.2.4 Transporte de material*

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Choque contra objetos móviles/inmóviles
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición a ambientes pulvígenos
- Atropellos o golpes con vehículos

MEDIOS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- El vehículo de transporte sólo será utilizado por personal capacitado.
- No se transportarán pasajeros fuera de la cabina.
- Se subirá y bajará del vehículo de transporte de forma frontal.
- El conductor se limpiará el barro adherido al calzado, antes de subir al vehículo de transporte, para que no resbalen los pies sobre los pedales.
- Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán en previsión de barrizales excesivos que mermen la seguridad de la circulación.
- La caja será bajada inmediatamente después de efectuada la descarga y antes de emprender la marcha.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- Si tuviera que parar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá, o bien dentro de la cabina, o bien alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.
- Cualquier operación de revisión con la caja levantada se hará impidiendo su descenso mediante enclavamiento.
- Las maniobras dentro del recinto de la obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad (cuando abandonen la cabina)
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Gafas de protección contra ambiente pulvígenos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

## 2.3 Trabajos diversos

### 2.3.1 Manipulación manual de cargas

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, colocación, empuje, tracción o desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, particularmente dorsolumbares, para los trabajadores.

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- 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
- Sobreesfuerzos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- 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.
  - 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.

- 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.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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 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.
- 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 para frenar 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 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 un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá a tender a:
- La evaluación del 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.
- La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
- La explicación a los porteadores de los detalles de la operación (ademanes a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)

- 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.
  - 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.
  - Será conveniente preparar la carga antes de cogerla.
  - Se aspirará en el momento de iniciar el esfuerzo.
  - El suelo se mantendrá limpio para evitar el riesgo de caídas al mismo nivel.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 Kg., aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
- En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN PERSONAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

### 2.3.2 Fase de acopio de material

RIESGOS ASOCIADOS A LA ACTIVIDAD

- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Caída de objetos desprendidos

- Golpes y cortes por objetos inmóviles
- Golpes y cortes por objetos o herramientas

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando los objetos que impidan el paso por las mismas.
- El acopio de materiales y elementos estructurales se realizará en lugares preseñalados, debiendo quedar libres de obstáculos las zonas de evolución y paso del personal.
- El material se acopiará clasificado de acuerdo con la orden de montaje sin estorbar el desarrollo de la actividad.
- Colocar dispositivos de calce o retención para evitar el desplome de dichos apilamientos.
- Los materiales deben apilarse de forma que quede asegurada su estabilidad, mantener colocados, siempre que sea posible, los elementos de retención de cargas (embalajes originales, etc.)
- Se apartarán los elementos cortantes de los lugares de paso.
- Los productos de la excavación que no hayan de retirarse de inmediato, así como los materiales que hayan de acopiarse (tubos, ladrillos, elementos para entibaciones, etc.) se colocarán a una distancia de al menos 2 m del borde de la excavación para que no supongan una sobrecarga que pueda dar lugar a desprendimientos o corrimientos de tierras en los taludes.
- El acopio de material que pueda rodar (tubos) se realizará sobre una superficie horizontal, utilizando cuñas para el apilamiento escalonado evitando el desplazamiento y delimitando el acopio con el fin de evitar que los tubos rueden y puedan producir accidentes.
- En el caso de realización de trabajos en vías públicas, los materiales a granel no podrán estar depositados directamente en la vía pública, si no que, deberán estar ubicados en contenedores o envasados en recipientes adecuados que minimicen la ocupación, así como, las posibles pérdidas derivadas de la acción de los agentes atmosféricos.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Guantes comunes de trabajo de lona y piel flor.

- Ropa de trabajo cubriendo la mayor parte del cuerpo.
- Botas reforzadas.

### 2.3.3 Transporte de material

RIESGOS DE LA ACTIVIDAD

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída desde altura
- Caída de objetos en manipulación
- Golpes y cortes contra objetos inmóviles
- Golpes y cortes por objetos móviles
- Atrapamiento por o entre objetos
- Contacto eléctrico directo/indirecto
- Exposición a agentes químicos
- Accidente durante la conducción de máquinas y vehículos
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- El transporte de los elementos se realizará mediante camión de capacidad y potencia suficiente.
- Los vehículos de transporte sólo serán utilizados por personal capacitado.
- No transportar pasajeros fuera de la cabina.
- Subir y bajar del vehículo de forma frontal y por los lugares habilitados para ello. No saltar directamente desde la cabina al suelo.
- Mantener el calzado limpio de barro para evitar resbalones durante el acceso al vehículo.
- En todo momento se respetarán las normas marcadas en el código de circulación vial, así como la señalización de la obra.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Las maniobras dentro del recinto de obra se harán sin brusquedades, anunciando con antelación las mismas y auxiliándose del personal de obra.

- Mantener los caminos de circulación interna de la obra libres de barrizales.
- Durante las operaciones de carga, el conductor permanecerá dentro de la cabina o alejado del radio de acción de la máquina que efectúe la misma.
- Bajar inmediatamente la caja tras efectuar la descarga y antes de emprender la marcha.
- Las operaciones de revisión con la caja levantada se harán impidiendo su descenso con un dispositivo de enclavamiento.
- Si se ha de estacionar en rampa, el vehículo quedará frenado y calzado con topes.
- Serán de aplicación las medidas y consignas relativas a los equipos de trabajo que sean de aplicación.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad cuando se abandone la cabina
- Protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes para partículas en ambientes pulvígenos.
- Protección ocular tipo gafas resistentes a proyecciones.
- Guantes de protección mecánica
- Fajas lumbares antivibraciones
- Calzado de seguridad con puntera resistente a impactos y suela antideslizante.
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología

### 2.3.4 Trabajos en altura

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de objetos en manipulación
- Golpes contra objetos o herramientas

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Los trabajos en altura no serán realizados por aquellas personas cuya condición física les cause vértigo o altere su sistema nervioso, padezcan ataques de epilepsia

o sean susceptibles, por cualquier motivo, de desvanecimientos o alteraciones peligrosas.

- Todos los trabajadores deben de disponer, previo al inicio de los trabajos, de formación adecuada para realizar trabajos en altura y conocer los procedimientos específicos de seguridad para la realización de los trabajos.
- Se emplearán en todo momento los medios auxiliares (andamios, escaleras, etc.) adecuados para realizar este tipo de trabajos, los cuales cumplirán con lo estipulado en este Estudio de Seguridad.
- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.
- Si por motivos de localización del tajo de trabajo, no se emplearán medios auxiliares, el trabajador deberá usar arnés de seguridad amarrado a algún punto fijo de la estructura.
- El acceso a los puestos de trabajo se efectuará por los accesos previstos, y no usando medios alternativos no seguros.
- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente.
- Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.
- No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.
- Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.
- Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberá disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres

de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.

- Al trabajar en lugares elevados no se arrojarán herramientas ni materiales. Se pasarán de mano en mano o se utilizará una cuerda o capazo para estos fines.
- Caso de existir riesgo de caída de materiales a nivel inferior, se balizará, o si no es posible, se instalarán señales alertando del peligro en toda la zona afectada.
- Si por necesidad del trabajo hay que retirar momentáneamente alguna protección colectiva, debe reponerse antes de ausentarse.
- Cuando se trabaje en altura, las herramientas deben llevarse en bolsas adecuadas que impidan su caída fortuita y nos permitan utilizar las dos manos en los desplazamientos.
- Las plataformas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas, evitando sobrecargarlas en exceso.
- Para trabajos en cubierta con riesgo de caída a distinto nivel se deberá adoptar alguna de las medidas que se citan a continuación:
- Proteger todo el perímetro de la misma mediante el uso de barandillas rígidas con listón superior a 90 cm, intermedio a 45cm y rodapiés a 15 cm.
- Instalar una línea de vida a la que permanezcan permanentemente amarrados los operarios mediante el uso de arnés de seguridad homologado.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos con barbuquejo
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Arnés de seguridad y línea de vida
- Ropa de protección para el mal tiempo

### 2.3.5 Trabajos en tensión

RIESGOS DE LA ACTIVIDAD

- Caída desde altura

- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Contacto eléctrico directo
- Contacto eléctrico indirecto
- Incendios

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

**Disposiciones generales**

- Se seguirán en todo momento las especificaciones descritas en el R.D: 614/2001 sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Todos los trabajadores cualificados que intervengan en los trabajos en tensión deben estar adecuadamente formados y entrenados en los métodos y procedimientos específicos utilizados en este tipo de trabajo.
- Esta formación deberá incluir la aplicación de primeros auxilios a los accidentes por choque eléctrico, así como procedimientos de emergencia. Los trabajos en lugares donde la comunicación sea difícil por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios.
- Conviene además prever una formación y entrenamiento adicionales en caso de utilización de nuevas técnicas y procedimientos realizados menos de una vez al año.
- Deberán especificarse las características, utilización, almacenamiento, conservación, transporte e inspecciones de las herramientas, equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.

**Realización del trabajo**

- La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente según lo dispuesto en el Anexo II del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Si es necesario, durante la realización de los trabajos se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.

- Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizar trabajos deberán disponer de un espacio adecuado de trabajo y de medios de acceso y de iluminación.
- Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.
- Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuneta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.
- No se deben colocar objetos que puedan dificultar el acceso ni materiales inflamables junto o en los caminos de acceso, las vías de emergencia a o desde equipos eléctricos de corte y control, así como tampoco en las zonas desde donde estos equipos hayan de ser operados.
- Mantener los materiales inflamables alejados de fuentes de arco eléctrico. Los trabajos en tensión sólo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio y explosión.
- Para el trabajo en tensión, se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.
- El trabajador se asegurará una posición estable que le permita tener las dos manos libres.
- Los trabajadores no llevarán objetos metálicos tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.
- Cuando las condiciones ambientales requieran la paralización del trabajo, el personal debe dejar la instalación y los dispositivos aislantes y aislados en posición segura. Los operarios deben también retirarse de la zona de trabajo de forma segura.

**Disposiciones adicionales para trabajos en tensión en instalaciones de baja tensión**

- El jefe de Trabajos, que deberá conocer las condiciones de seguridad necesarias para realizar el trabajo en tensión propuesto, determinará, en el propio lugar de trabajo, si en función de las medidas de seguridad provistas puede realizarse el trabajo en tensión.

- Todo personal que realice trabajos en tensión en baja tensión debe estar adiestrado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso y debe disponer y hacer correcto uso del equipo establecido a tal fin.
- Las personas que realicen el trabajo en tensión cumplirán las prescripciones siguientes:
- A nivel del suelo, colocarse sobre objetos aislantes (alfombra, banqueta, madera seca, etc.)
- Utilizar casco, guantes aislantes para Baja Tensión y herramientas aisladas.
- Gafas de protección contra proyección de partículas cuando exista riesgo particular de accidente ocular.
- Utilizar ropas secas. La ropa de trabajo no debe tener partes conductoras (preferentemente 100% algodón) y cubrirán totalmente brazos y piernas.
- Aislar, siempre que sea posible, los conductores o partes conductoras desnudas que estén en tensión, próximos al lugar de trabajo, incluido el neutro. El aislamiento se efectuará mediante fundas, telas aislantes, capuchones, etc.

**Disposiciones adicionales para trabajos en tensión en alta tensión**

- El trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo. Si la amplitud de la zona de trabajo no le permitiera una vigilancia, deberá requerir ayuda de otro trabajador cualificado.
- Los parámetros de altitud y contaminación se tendrán en consideración si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.
- Queda totalmente prohibido tocar los puntos de alta tensión en tensión, incluso con guantes aislantes, así como efectuar trabajos sobre los mismos, incluso con herramientas aisladas. Esta prohibición no comprende el uso en las condiciones reglamentarias, de las pértigas de maniobra, de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión o de los dispositivos concebidos para los controles de tensión (controlador bipolar, etc.)
- Las maniobras de los aparatos de corte no están consideradas como un trabajo sobre los conductores o sus partes contiguas, para estas maniobras es obligatorio el empleo de banqueta o alfombra aislantes y el uso de los guantes aislantes.
- Cuando el mando de un aparato esté al alcance del público, debe quedar siempre enclavado materialmente después de cada maniobra, bien sea en posición de apertura o de cierre.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Banquetas u alfombrillas aislantes
- Pértigas
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos.
- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Protección ocular tipo pantalla facial o gafas contra arco eléctrico
- Calzado de seguridad con puntera resistente a impactos y suela aislante y antideslizante.
- Arnés de seguridad
- Ropa de trabajo adecuada a la climatología.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

- La zona de trabajo deberá señalizarse y/o delimitarse adecuadamente según lo dispuesto en el Anexo II del R.D. 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo. Si es necesario, durante la realización de los trabajos se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.
- Disponer de un extintor apto para los tipos de fuego que se puedan producir.

### 2.3.6 Trabajos próximos a elementos en tensión

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Contactos eléctricos directos
- Contactos eléctricos indirectos
- Electrocuciones
- Incendios

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Todos los trabajos se realizarán según lo establecido en el Real Decreto 614/01, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la seguridad y salud de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Se define como trabajador autorizado aquel el 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.
- Se define trabajador cualificado como el 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.
- Todo trabajo en las proximidades de líneas eléctricas o elementos en tensión será ordenado y dirigido por el jefe del trabajo (que será un trabajador cualificado), el cual será el responsable de que se cumplan las distancias de seguridad, y podrán ser realizados por trabajadores autorizados.

- Cuando se utilicen grúas o aparatos elevadores, se respetarán las distancias mínimas de seguridad, para evitar no sólo el contacto sino también la excesiva cercanía a líneas con tensión (según criterios del R.D. 614/2001, Anexo V, Trabajos en Proximidad). El personal que no opere estos equipos permanecerá alejado de ellos.
- En trabajos en líneas, se colocarán tantos equipos de puesta a tierra y en cortocircuito como posibles fuentes de tensión confluyan en el lugar de trabajo, siendo estos equipos de Puesta a Tierra de características adecuadas a la tensión de la línea, según criterios del R.D. 614/2001.
- Es obligatorio el uso de equipos de protección adecuados al riesgo de cada trabajo, tales como: banquetas o alfombrillas aislantes, pértigas, guantes, casco, pantalla facial, herramienta aislada, así como cualquier otro elemento de protección, tanto individual como colectivo, homologado.
- Cuando en la proximidad de los trabajos haya partes activas, se aislarán convenientemente mediante vainas, capuchones, mantas aisladas, etc.. en todos los conductores, incluido el neutro.
- Las distancias de seguridad para trabajar próximos a Líneas Eléctricas o elementos con tensión mantendrán las siguientes distancias de seguridad, quedando terminantemente prohibido realizar trabajos sin respetar estas distancias:

*Tabla 1. Distancias límite de las zonas de trabajo*

| $U_n$ | $D_{PEL-1}$ | $D_{PEL-2}$ | $D_{PROX-1}$ | $D_{PROX-2}$ |
|---|---|---|---|---|
| **≤ 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 el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

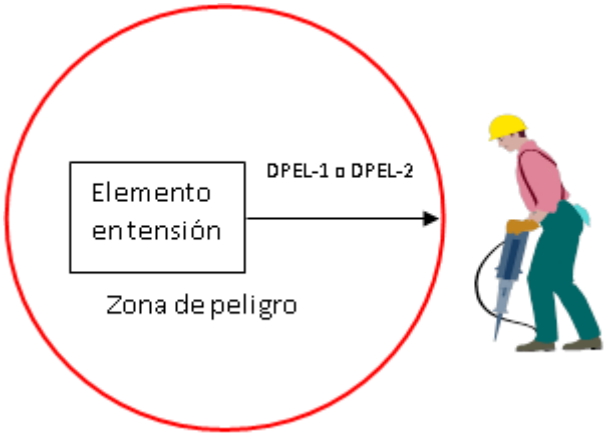
$D_{PEL-2}$ : distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).

$D_{PROX-1}$ : 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 del mismo (cm).

Nota: Las distancias para valores de tensión intermedios se calcularán por interpolación lineal.

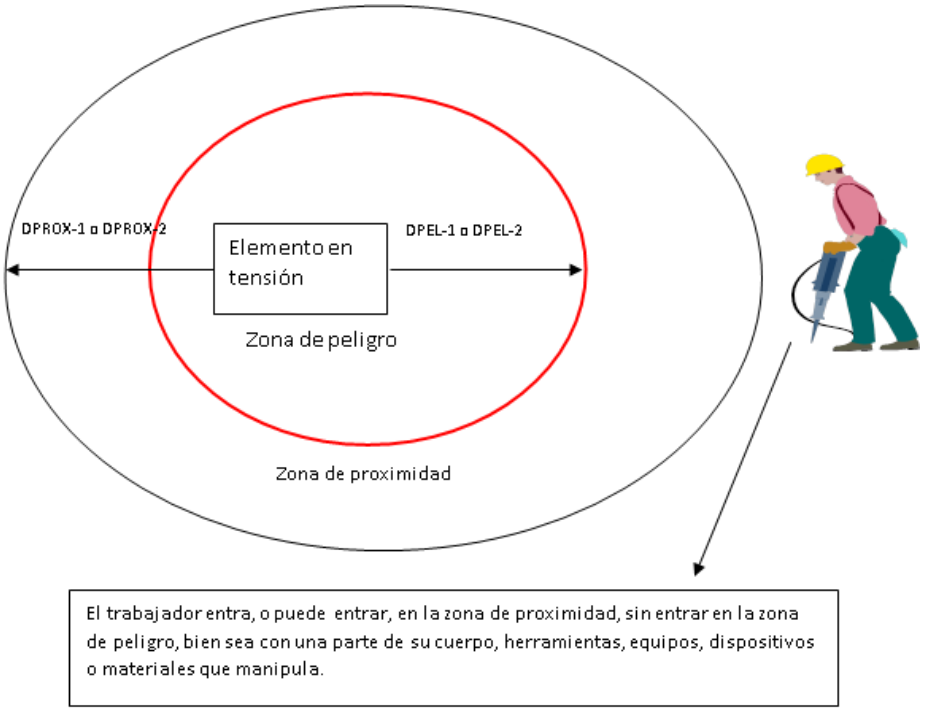
Imagen 2. *Respeto de la zona de peligro de trabajo para trabajos próximos a elementos en tensión.*



**RIESGO ELÉCTRICO**

- Zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente está última. Si existen elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles (no se han colocado pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes), se deberá:

Imagen 3. *Respeto de la zona de proximidad límite de trabajo para trabajos próximos a elementos en tensión.*




- Delimitar la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro mediante la colocación de obstáculos o gálibos cuando exista el menor riesgo de que puedan ser invadidas, aunque sea sólo de forma accidental. Esta señalización se colocará antes de iniciar los trabajos.
- Informar a los trabajadores directa o indirectamente implicados, de los riesgos existentes, la situación de los elementos en tensión, los límites de la zona de trabajo y cuantas precauciones y medidas de seguridad deban adoptar para no invadir la zona de peligro, comunicándoles la necesidad de que ellos, a su vez, informen sobre cualquier circunstancia que muestre la insuficiencia de las medidas adoptadas.

<u>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR</u>

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes dieléctricos para alta y baja tensión
- Gafas de protección o pantalla de protección facial contra arco eléctrico
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante

### 2.3.7 Control de ejecución de obras, visitas y tránsito general en zonas de obra

Conjunto de trabajos destinados a realizar las comprobaciones e indicaciones oportunas para la buena marcha de las obras, de acuerdo con el proyecto ejecutivo y el buen oficio de la construcción. Se incluyen en este apartado las visitas de obra que puedan realizar otras personas, sin funciones operativas, por otros motivos.

RIESGOS DE LA ACTIVIDAD

- Caída desde altura
- Caída de personas al mismo nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes y cortes contra objetos inmóviles
- Golpes y cortes por objetos móviles
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Temperaturas ambientales extremas
- Contacto eléctrico directo
- Contacto eléctrico indirecto
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas
- Accidente causado por seres vivos
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Se informará a todos aquellos visitantes de obra, que no formen parte de los profesionales con funciones productivas en obra, de la obligación de respetar las normas de seguridad en obra, y especialmente, la utilización de elementos de protección individual. Previamente a su visita a la obra, se les facilitarán aquellos elementos de protección que deban usar, y que serán devueltos al finalizar la visita.
- Los visitantes de obra, que no formen parte de los profesionales con funciones productivas en obra, sólo podrán acceder a las zonas en que lo autoricen la dirección facultativa, la dirección de seguridad y la jefatura de la obra, y utilizando los accesos a dichas áreas que las mismas autoridades de obra indiquen. Asimismo, dichas personas deberán ser acompañadas por el encargado o jefe de obra, o persona por ellos delegada, durante su permanencia en la misma. En todos los casos, es aconsejable que el encargado o jefe de obra preceda los recorridos que el resto de personas realizan por la obra, pues son ellos quienes mejor conocen los riesgos y las precauciones a tomar, que pueden variar de un día a otro.
- No se permitirá el acceso a la obra de los vehículos particulares, excepto autorización expresa de la dirección facultativa, la dirección de seguridad y la jefatura de obra.
- No se accederá a zonas que presenten riesgo de caída superior a 2 metros si no se encuentran perfectamente protegidos mediante el uso de protecciones colectivas (vallas perimetrales a 1,5 m de separación, barandillas de seguridad con resistencia mínima de 150 kg por metro lineal con pasamanos a 90 cm, listón intermedio y rodapiés). Si no es posible la colocación de protecciones colectivas, se usará arnés de seguridad o elementos de protección individual. Si la caída es inferior a 2 metros, dicho punto quedará señalizado.
- Mantener el orden y limpieza de las áreas de trabajo.
- Evitar circular por zonas de almacenamiento de material.
- No invadir las zonas señalizadas con riesgo de caída de objetos. No transitar bajo el radio de acción de maquinaria de elevación de cargas. No entrar en el radio de acción de máquinas: mantener la distancia de seguridad a maniobras de máquinas.
- Utilizar ropa de trabajo adecuada que evite una evaporación elevada que puede acabar en un golpe de calor. Protegerse a su vez de las radiaciones solares. En zonas cerradas se controlará la ventilación y se dispondrá en la obra de agua para que los trabajadores puedan hidratarse. En condiciones extremas de calor se

establecerán horarios de trabajo especiales que aprovechen los horarios de menor radiación solar. Se dotará a los trabajadores de prendas adecuadas para el calor y el frío.

- Preservar el cableado eléctrico de deficiencias como picaduras, empalmes con cinta aislante y regletas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Uso obligatorio de casco y botas de seguridad

### 2.3.8 Trabajos con exposición a agentes químicos

#### *2.3.8.1 Trabajos con productos químicos*

Como norma general, siempre que se trabaje con productos químicos y sustancias peligrosas, siempre se dispondrán en la obra las Fichas de Seguridad de los productos químicos que se utilicen.

**Identificación de sustancias peligrosas**

- Un punto clave para una actuación preventiva ante las sustancias químicas radica en que toda persona que pueda verse expuesta a la acción peligrosa de éstas, tenga la información precisa que le permita conocer su peligrosidad y las precauciones a seguir en su manejo.
- Dos son las formas fundamentales que facilitan disponer de dicha información: el correcto etiquetado de los envases contenedores de sustancias peligrosas y las fichas informativas de los productos.

- La **etiqueta** de una sustancia peligrosa debe contener la siguiente información:
  - Nombre de la sustancia y su concentración
  - Nombre de quien fabrique, envase, comercialice e importe la sustancia y la dirección
  - Pictograma normalizado de indicación de peligro
  - Riesgos específicos de la sustancia (Frases R)
  - Consejos de prudencia (Frases S)

Los pictogramas que deberán de figurar serán los siguientes:

| PICTOGRAMAS E INDICACIONES DE PELIGRO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **E** | Explosivo | **F** | Fácilmente inflamable | **F+** | Extremadamente inflamable |
| **O** | Comburente | **T** | Tóxico | **T+** | Muy tóxico |
| **C** | Corrosivo | **Xn** | Nocivo | **Xi** | Irritante |

- Las **fichas informativas de productos** constituyen un sistema complementario al etiquetado, muy útil para los usuarios profesionales, que les permite tomar medidas para una correcta prevención del riesgo en el lugar de trabajo. Se trata generalmente de fichas técnicas que en función de su destino recogerán los diferencies aspectos preventivos y/o de emergencia a tener en cuenta.
- La información que deberán contener las fichas es la siguiente:
  - Composición/Información sobre los componentes
  - Identificación de peligros
  - Primeros auxilios
  - Medidas de lucha contra incendios
  - Medidas a tomar en caso de vertido accidental
  - Manipulación y almacenamiento
  - Controles de exposición / Protección personal
  - Propiedades físicas y químicas
  - Estabilidad y reactividad
  - Información toxicológica
  - Informaciones ecológicas
  - Consideraciones sobre la eliminación

- Información relativa al transporte

RIESGOS DE LA ACTIVIDAD

- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas
- Accidente por contacto con sustancias irritantes
- Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas
- Explosión
- Incendio
- Exposición a agentes químicos

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Como norma general, Disponer de las fichas de seguridad en lugares accesibles y conocidos por todos los operarios. Utilizar los equipos de protección individual (EPI's) referidos en las fichas de seguridad por parte de los operarios durante las labores realizadas con estos productos.

**Sustancias irritantes**

- Emplear los productos irritantes siempre en zonas bien ventiladas.
- No realizar mezclas de productos que se señalen como peligrosas en las fichas de seguridad de los productos correspondientes.
- En caso de un olor fuerte que delate un posible escape o derramamiento, se debe salir de la habitación y ventilarla.
- Usar protección respiratoria con mascarillas autofiltrantes y guantes de protección contra riesgos químicos, así como ropa de protección adecuada de manera que se evite lo máximo posible el contacto de la piel con estos productos y la penetración por las vías respiratorias.

**Sustancias cáusticas y/o corrosivas**

- Utilizar guantes de protección para la manipulación de este tipo de productos. Utilizar ropa de trabajo adecuada para evitar el contacto de la piel.
- En caso de contacto con los ojos o la piel, se deberán lavar abundantemente con agua durante unos 15 minutos y acudir al médico.

Productos de carácter inflamable

- Se deberán mantener los productos lejos de llamas o fuentes de calor que puedan producir la ignición de los mismos.
- Se prohíbe fumar en zonas de almacenamiento de productos inflamables o donde se esté manejando el producto.

**Sustancias nocivas o tóxicas**

- Usar guantes y ropa adecuada de manera que se evite lo máximo posible el contacto de la piel con este producto y la penetración por las vías respiratorias.
- Evitar el contacto de la piel con los productos: Cuando use guantes, verifique las instrucciones del fabricante para asegurarse que los guantes lo protegen contra el producto que está usando. Una vez finalizado el uso del producto, lavarse las manos antes de comer, beber o fumar.
- Realizar la manipulación de estos productos en lugares ventilados, utilizando el envase más pequeño que pueda y manteniéndolo cerrado cuando no se use.

# 3 Equipos de trabajo

## 3.1 Equipos de movimiento de tierras

En este apartado se tendrán en cuenta toda la maquinaria pesada utilizada en obra civil, las cuales se pueden agrupar por sus características comunes (dimensiones, sistemas hidráulicos), diferenciándose fundamentalmente por el tipo de implemento que portan: cucharas, cazos, martillo perforador, etc.

- Retroexcavadoras sobre ruedas
- Retroexcavadoras sobre cadenas
- Palas cargadoras
- Retrocargadoras
- Minicargadoras

<u>RIESGOS ASOCIADOS AL EQUIPO</u>

- Caída desde altura
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Caída de objetos en manipulación
- Golpes y cortes por objetos inmóviles
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Incendio por factores de ignición
- Propagación de incendios
- Accidente durante la conducción de máquinas o vehículos
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero
- Proyección de fragmentos o partículas
- Explosión
- Contacto eléctrico directo
- Caída de objetos desprendidos
- Atrapamiento por o entre objetos
- Contacto térmico
- Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

**Medidas generales**

- Seguir las instrucciones del fabricante tanto en su empleo como en las operaciones de conservación y mantenimiento del equipo.
- No utilizar el equipo en lugares cerrados sin ventilación. Vigilar que el lugar en el que se va a utilizar el vehículo tenga ventilación adecuada para el escape de los humos del motor
- Seguir las especificaciones de la obra en cuanto a la circulación de vehículos.
- Si la máquina circula por vía pública, se respetarán todas las normas de Seguridad Vial y del Código de Circulación.
- Si la máquina va a circular por carretera es obligatorio dotarla de rotativo luminoso, según las normas de seguridad vial. Dentro de la obra es recomendable para trabajos en los que haya poca visibilidad.
- En el caso de que sea necesario el desplazamiento por carretera:
  - El conductor tendrá carné de conducir.
  - La máquina estará matriculada.
  - Vaciar el cazo y recoger todos los elementos retráctiles.
  - Cerrar todas las puertas.
  - Controlar la presión de frenado.
  - Llevar las luces encendidas (incluso de día) y en funcionamiento la baliza luminosa intermitente.
  - Cumplir las normas de circulación y seguridad vial.
- Cuando se transporte la máquina sobre camión góndola, seguir las siguientes recomendaciones.
  - Comprobar que la longitud del remolque es la adecuada para transportar la máquina.
  - Comprobar que las rampas de acceso pueden soportar el peso de la maquinaria.
  - Bloquear la articulación del bastidor y las ruedas.
  - Quitar la llave de contacto.

- Acceso a la máquina.
  - Acceder a la máquina de forma frontal, utilizando los peldaños y asideros dispuestos para este fin.
  - No acceder a la máquina con objetos en las manos
  - Mantener los peldaños y asideros limpios de grasas, aceites, barros, etc.
- Operario de la máquina
  - El conductor debe tener una formación específica adecuada a la máquina de forma que conozca su manejo y correcta utilización.
  - Llevará ropas adecuadas que no dificulten el uso de controles.
  - Uso obligatorio del cinturón de seguridad durante todos los trabajos o desplazamientos con riesgo de vuelco.
  - Nunca manejar la máquina si se ha bebido alcohol o si se toman medicinas que afecten a la conducción.

**Operaciones de excavación**

- Antes de comenzar los trabajos, ponerse en contacto con las compañías suministradoras para identificar posibles conducciones de gas o electricidad enterradas y señalizarlas.
- Excavar con la máquina hasta una profundidad aproximada de 1 m de la conducción, y a partir de ahí usar equipos manuales.
- Elaborar un plan de actuación y tener a mano los teléfonos de la compañía afectada, emergencias o bomberos para utilizarlos en caso de rotura de alguna de las conducciones.
- Cuando la máquina está realizando trabajos de excavación, colocar los estabilizadores sobre terreno firme y no empezar los trabajos hasta no estar seguros de la estabilidad de la máquina.
- Durante los trabajos en frentes de excavación:
  - Para la extracción del material, trabajar siempre de cara a la pendiente.
  - No trabajar en pendientes superiores a las establecidas por el fabricante.
  - Empezar excavando las zonas superiores para evitar derrumbes.
  - No atacar taludes que superen más de 1 metro la altura de la máquina con la cuchara extendida.
  - Comprobar que no hay trabajadores a pie en la zona de trabajo

- Si se está excavando roca, prestar atención a las rocas que caen. Procurar que los dientes del cazo penetren en los espacios entre las piedras.

- Durante la excavación de tierras en la proximidad de bordes (taludes, zanjas, etc.):
  - Conocer las posibilidades y límites de la máquina, y particularmente el espacio necesario para maniobrar.
  - Colocar topes de frenado.
  - Comprobar que el terreno tiene estabilidad suficiente como para soportar el peso de la máquina. Si no está seguro de que vaya a aguantar, no trabajar.
  - No excavar debajo de la máquina.
  - En maniobras complicadas o con visibilidad reducida, solicitar la ayuda de un señalista: tener en cuenta que la presencia de un señalista no releva de responsabilidad, de manera que hay que vigilar constantemente y en todos los sentidos por las ventanillas y retrovisores.
- Durante los trabajos de demolición:
  - No derribar elementos que sean más altos que la máquina con la cuchara extendida.
  - Tapar los huecos del suelo antes de circular. Si esto no es posible, balizar la zona.
  - Equipar la cabina de una estructura que proteja al conductor contra la caída de materiales.
- Durante las operaciones de carga de material sobre el camión:
  - Realizar la carga del material de manera que el cazo nunca pase por encima de la cabina del camión o del personal de tierra.
  - La carga del camión se hará siempre por encima de la caja.
  - Cargar el cazo de forma estable, evitando la caída del material.
  - No realizar movimientos bruscos con el cazo cargado.
- Si el conductor del camión ha abandonado la cabina, comprobar que no se encuentra en el radio de trabajo de la máquina.
- En caso de trabajos en proximidad de líneas eléctricas, se seguirán los procedimientos descritos en “Trabajos en proximidad de elementos en tensión”.

<u>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</u>

- Casco de seguridad cuando el operario abandone la máquina.
- Guantes de protección mecánica durante las operaciones de mantenimiento.

- Calzado adecuado a la conducción.
- Gafas de sol en caso de deslumbramientos.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Ropa de protección de alta visibilidad (chaleco reflectante)
- Fajas lumbares antivibraciones

## 3.2 Equipos de compactación

En este apartado se tendrán en cuenta toda la maquinaria utilizada para la compactación y preparación del terreno. Serán de aplicación:

- Compactador de bandeja vibrante
- Pisón vibrante
- Rulo compactador

RIESGOS ASOCIADOS AL USO DEL EQUIPO

- Golpes y cortes por objetos móviles
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Atrapamiento por entre objetos
- Accidentes por sustancias nocivas o tóxicas
- Explosión

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

**Utilización del equipo**

- Sujetar el equipo por su asidero firmemente con ambos manos comprobando la fiabilidad de la postura adecuada sin ejercer excesiva presión.
- El equipo siempre deberá ser conducido de tal forma que no haya peligro de vuelco o deslizamiento. Debe ser empleado y conducido de tal modo que no corra peligro de volcar: no utilizarlo sobre superficies excesivamente irregulares o cerca de bordes de zanjas o desniveles.
- Cuando se utilice el equipo, prestar atención a la tarea que se está realizando, teniendo especial cuidado en no colocar el pie bajo la bandeja y sujetando el equipo firmemente de modo que no pueda moverse libremente.
- Mantener alejadas las manos, pies y ropa de las partes móviles del equipo.

- Durante la marcha atrás del equipo, el operario deberá ubicarse a un lado del mismo con el fin de evitar ser atrapado entre el equipo y un objeto fijo. Se tendrá especial cuidado en zonas de terreno irregular o durante la compactación de materiales gruesos. El conductor siempre ha de buscar una posición segura y firme.
- No utilizar el equipo con fines diferentes para los cuales ha sido diseñado. Se utilizará únicamente para trabajos de compactación bajo observación de las instrucciones de uso dadas por el fabricante y las medidas de seguridad.
- Durante el funcionamiento del equipo el operario no deberá alejarse de las instalaciones de mando del mismo y durante las pausas deberá dejar el motor parado.
- No utilizar el equipo en un lugar cerrado o sin la ventilación necesaria pues los gases de escape producidos por el motor son tóxicos. Asegurar la presencia de suficiente aire no viciado.

**Mantenimiento**

- Mantener siempre la carcasa protectora del motor cerrado cuando éste está en marcha. Está totalmente prohibido anular o eliminar las carcasas protectoras de los equipos de trabajo, y si el equipo no dispone de éstas, no podrá ser utilizado.
- No llenar el depósito cerca de focos de ignición. Mientras se esté repostando no se fumará y se apagará el motor. No generar chispas que puedan dar lugar a un incendio o explosión.
- La carga de combustible se deberá realizar con el motor apagado y de forma tal que el combustible no gotee en partes recalentadas o en el suelo.

<u>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</u>

- Calzado de seguridad (mínimo básico con puntera resistente a impactos y suela con resistencia a perforación)
- Para trabajos en ambientes húmedos, utilizar guantes de goma y calzado con suela antideslizante.
- Casco de seguridad
- Ropa de trabajo
- Guantes de protección mecánica

## 3.3 Equipos de hormigonado

### 3.3.1 Hormigonera pastera

RIESGOS ASOCIADOS AL USO DEL EQUIPO

- Caída de objetos desprendidos
- Golpes y cortes por objetos móviles
- Atrapamiento por o entre objetos
- Contacto eléctrico indirecto
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contacto eléctrico directo

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

**Uso del equipo**

- Previamente a la realización de trabajos con el equipo, comprobar que se encuentra situada en una posición estable. Si el terreno de apoyo no garantiza totalmente la estabilidad, se calzará con tablones que reapartan el peso.
- No ubicar la hormigonera a una distancia inferior a 3 metros del borde de excavaciones, zanjas, vaciados o forjados.
- El trabajador que maneje la hormigonera llevará ropa ceñida para evitar que se pueda enganchar.
- No introducir nunca partes del cuerpo en el tambor mezclador mientras está funcionamiento. Las operaciones de limpieza manual se harán con la hormigonera parada y desconectada de la red eléctrica.
- Prohibir el uso de la hormigonera a trabajadores ajenos a su manejo no instruidos en los riesgos comunes, en la limpieza y manipulación de la máquina.
- Durante la realización de trabajos usar gafas de seguridad para protegerse de la proyección de partículas cuando la hormigonera esté en movimiento.

**Mantenimiento**

- Comprobar periódicamente el freno de basculamiento del bombo de forma que se encuentre en perfecto estado de mantenimiento para impedir vuelcos accidentales, sobreesfuerzos y riesgos por movimientos descontrolados.
- Comprobar periódicamente el estado de las protecciones de los elementos móviles de la máquina. Se mantendrán instalados en todo momento los resguardos de las partes de la hormigonera que puedan provocar atrapamientos como correas de transmisión y engranajes de giro del bombo.
- El motor ha de encontrarse protegido para evitar que le caiga el material utilizado en la hormigonera o lluvia.
- Siempre que necesite abrir la carcasa para realizar labores de limpieza u otros, compruebe previamente que el motor eléctrico se encuentra apagado y el equipo se encuentra desconectado de la alimentación eléctrica. La carcasa ha de ser desmontable para realizar labores de limpieza, reparaciones, engrase, sustitución de piezas, ...
- Si se quitan las cubiertas de protección para realizar labores de limpieza o mantenimiento, al final del trabajo es imprescindible volver a montarlas.
- Comprobar que los mandos de accionamiento son adecuados de forma que se evite el accionamiento accidental del equipo y que no den lugar a confusión si se necesita realizar una parada de emergencia.
- Habrán de estar colocados preferentemente en el exterior de la carcasa, o en su defecto, podrán estar ubicados dentro de ésta siempre y cuando las partes móviles del motor y la correa de transmisión se encuentren protegidas convenientemente. El botón de parada ha de ser totalmente identificable a simple vista y ser de color rojo.
- Estos botones de accionamiento deberán estar protegidos para evitar que les caiga material utilizado en la hormigonera o agua de lluvia.
- Se harán revisiones periódicas del aislamiento del cableado eléctrico de suministro de forma que este no presente zonas deterioradas ni empalmes. Se sustituirán aquellas mangueras que se encuentren deterioradas.
- Mantener las mangueras protegidas frente a roces, aplastamientos, manteniéndolas alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria.
- No se utilizarán clemas ni hilos pelados conectados directamente, siempre se utilizarán clavijas normalizadas.

- Si utiliza prolongadores verifique que sean adecuados para ambientes exteriores para trabajos en condiciones de humedad y que también las mangueras eléctricas de dichos prolongadores están en buen estado, sin desperfectos en el aislamiento. Cuando las mangueras eléctricas sean de longitud considerable, se procurará que se mantengan alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria, bien enterrándolas bien elevándolas 2,5 m al paso de las personas o a 5 m en el caso de paso de vehículos.
- Revisiones periódicas de la puesta a tierra del equipo. La manguera eléctrica debe estar dotada de conductor expreso para toma de tierra.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad
- Protección ocular resistente a proyecciones
- Guantes de protección mecánica
- Calzado de seguridad (mínimo básico con puntera resistente a impactos, suela con resistencia a la perforación)
- Ropa de trabajo
- Usar botas de goma para aislar al trabajador de la humedad y de contactos eléctricos indirectos.

### 3.3.2 Bomba de hormigonado

RIESGOS ASOCIADOS AL USO DEL EQUIPO

- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por o ente objetos
- Caídas desde altura
- Golpes y cortes con objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Exposición a ruido
- Exposición a vibraciones

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- El personal encargado en el manejo, montaje y desmontaje de la bomba de hormigón estará especializado en este trabajo específico.

- Después de hormigonar se lavará y limpiará el interior de los tubos, y antes de hormigonar se “engrasarán las tuberías” enviando masas de mortero de pobre dosificación.
- Se eliminarán al máximo los codos de la tubería para evitar “tapones” que rompan la tubería.
- La bomba de hormigonado se colocará sobre caballetes y se arriostrará para evitar movimientos de la tubería.
- Cuando se use la “Pelota de limpieza” se colocará un dispositivo que impida la proyección de la pelota, no obstante, los operarios se alejarán del radio de acción de la proyección.
- Se realizarán revisiones periódicas de los conductos de aceite a presión de la bomba cumpliendo con las operaciones de mantenimiento expuestas por el fabricante. Los dispositivos de seguridad estarán en perfectas condiciones de funcionamiento, prohibiendo expresamente su modificación o manipulación.
- Sólo se utilizará la bomba para bombeo de hormigón según el cono recomendado por el fabricante en función de la distancia de transporte.
- Delimitar la zona de bombeo de forma que no afecte a personal ajeno al tajo. Las conducciones de vertido de hormigón por bombeo alas que puedan aproximarse operarios a distancias inferiores a 3 m, quedarán protegidas pro-resguardos de seguridad en prevención de accidentes.
- Se comprobará que para presiones mayores a 50 bares sobre el hormigón (bombeo en altura), se cumplen las siguientes condiciones y controles:
- Que están montados los tubos de presión definidos por el fabricante para ese caso concreto.
- Efectuar una presión de prueba al 30% por encima de la presión normal de servicio (prueba de seguridad).
- Comprobar y cambiar en su caso cada aproximadamente 1000 $m^3$ bombeados, los acoplamientos, juntas y codos.

<u>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL</u>

- Guantes de protección contra riesgos mecánicos
- Botas de seguridad con puntera reforzada
- Casco de protección

- Ropa de trabajo
- Botas impermeables
- Gafas de protección contra proyección de partículas

### 3.3.3 Vibrador de hormigón

RIESGOS ASOCIADOS AL USO DEL EQUIPO

- Proyección de fragmentos o partículas
- Caída de objetos desprendidos
- Caída desde altura
- Caída de personas al mismo nivel
- Contacto eléctrico directo
- Contacto eléctrico indirecto
- Golpes y cortes por objetos o herramientas
- Pisadas sobre objetos

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Se evitará vibrar directamente sobre las armaduras. El vibrado se realizará desde tablones dispuestos sobre la capa de compresión de armaduras.
- Cuando se vibre desde una posición elevada, se asegurará la plataforma de trabajo o se utilizarán sistemas de retención tipo arnés de forma que se garantice la sujeción y la movilidad.
- Queda prohibido dejar abandonado el vibrador.
- Vigilar el mantenimiento del equipo, especialmente los elementos de protección contra el riesgo eléctrico. Realizar las conexiones eléctricas mediante conductores estancos de intemperie.
- Evitar arrastrar las mangueras para evitar cortes, desgarros, etc.
- En lugares cerrados n se utilizarán vibradores movidos con motores de explosión.
- El personal que maneje o se ocupe del mantenimiento del vibrador, tendrá que cumplir tres requisitos fundamentales:

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Muñequeras y faja antivibratoria.

- Protecciones auditivas.
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos
- Ropa de trabajo
- Calzado de seguridad
- Casco de protección

## 3.4 Equipos para la manipulación mecánica de cargas

### 3.4.1 Grúas móviles

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.

RIESGOS ASOCIADOS AL USO DEL EQUIPO

- Caída de objetos desprendidos
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Contacto eléctrico directo
- Contacto eléctrico indirecto
- Golpes y cortes con objetos herramientas
- Atrapamiento por o entre objetos
- Proyección de fragmentos o partículas
- Sobreesfuerzos
- Contacto térmico

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Se tendrán en cuenta las medidas correspondientes al apartado “Manipulación mecánica de cargas.”

**Operario de la máquina**

- No permitir el manejo de grúas a personal que no posea una capacitación adecuada (teórica y práctica).
- El gruísta dispondrá del manual de instrucciones de utilización facilitado por la empresa instaladora/conservadora. En todo momento deberá tener accesibles las

cargas de comprobación necesarias para verificar el correcto estado de la grúa (distancia de la carga con respecto al mástil de la grúa).

**Instalación y montaje**

- La instalación y montaje de la grúa han de llevarse a cabo por una empresa instaladora autorizada o por el propio fabricante de la grúa.
- Se vigilará la zona de emplazamiento de la máquina de forma que el terreno donde se asiente no falle y que la grúa quede nivelada.
- 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, 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.
- 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.
- 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.

**Transporte de cargas**

- Se seguirán las instrucciones del fabricante en cuanto a la carga nominal de los elementos a desplazar, evitando en todo caso el transporte de cargas con peso superior al establecido: no se sobrepasará en ningún momento las cargas máximas admisibles señaladas por el fabricante.

- Se comprobará que los elementos de sujeción de la carga poseen los dispositivos de seguridad adecuados que eviten la caída de las cargas. El estrobado se realizará de manera que el reparto de carga sea homogéneo para que la pieza suspendida quede en equilibrio estable.
- La zona de trabajo de la grúa, por donde han de pasar las cargas, estará señalizada, impidiendo el paso por ella a toda persona que no sea de la obra y no lleve casco de seguridad.
- El operador de la grúa vigilará desde el puesto de mando la ausencia de personas bajo las cargas suspendidas. Se prohíbe la permanencia de operarios en la zona de batido de cargas durante la operación de elevación de, puntales, tablones, armaduras, tabicas, chapas etc.
- El material cerámico se izará a las plantas sin romper los flejes o envolturas con los que los suministre el fabricante. Comprobar que los palets están en perfecto estado
- El ladrillo suelto se izará apilado ordenadamente en el interior de plataformas emplintadas.
- No balancear las cargas suspendidas para su asentamiento en las distintas plantas.
- La cerámica paletizada trasportada con grúa, se gobernará mediante cabos amarrados a la base de la plataforma de elevación, nunca directamente con las manos.
- No deambular bajo cargas suspendidas ni suspender la carga por encima de los tajos.
- Respetar la señalización y el balizamiento de la zona bajo los equipos de elevación de cargas.
- Está prohibido la utilización del gancho de la grúa para subir personal en plataformas, ni subirse a la carga durante su transporte.

**Mantenimiento**

- La grúa y sus accesorios serán revisados periódicamente al menos cada cuatro meses (de acuerdo con lo establecido en el RD 836/2003 en referencia a la norma UNE 58-101-92, parte 2). El usuario deberá suscribir un contrato de mantenimiento con una empresa conservadora autorizada mientras la grúa permanezca instalada.
- Independientemente del mantenimiento que debe realizar la empresa conservadora, el gruísta deberá realizar periódicamente una serie de controles y

verificaciones par el buen funcionamiento de la grúa, debiendo comprobar cables, gancho, poleas, limitadores (limitador del momento de carga, limitador de final de carrera), interruptores, cuadro eléctrico, niveles de aceite, puntos de engrase, válvulas de seguridad, pestillos de seguridad, detector de tensión, etc.

### 3.4.2 Maquinillo (polipasto eléctrico)

RIESGOS ASOCIADOS AL USO DEL EQUIPO

- Caída desde altura
- Caída de objetos por desplome o derrumbe
- Caída de objetos desprendidos
- Atrapamiento por o entre objetos
- Contacto eléctrico directo
- Contacto eléctrico indirecto

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

**Ubicación y uso del equipo**

- Antes de operar con el maquinillo, comprobar que el borde del forjado se encuentra protegido en todo su perímetro por barandillas, y que la zona de descarga de materiales disponga de una barandilla de quita y pon o abatible para introducir la carga.
- Hacer uso de un sistema de protección anticaída anclado a un punto fuerte (cinturón de sujeción y elementos de amarre o arnés y elementos de amarre con absorbedor de energía) siempre que se vea obligado a retirar la barandilla de protección para retirar la carga. Una vez acabada la operación que motiva la retirada de la barandilla, volver a colocarla de forma que el perímetro de forjado vuelva a estar protegido.
- Nunca anclar el sistema de protección anticaída al maquinillo instalado. El operador debe gozar de la suficiente libertad de movimientos.
- Comprobar que el maquinillo se encuentra convenientemente anclado en tres puntos al forjado, nunca utilizando contrapesos a modo de anclaje. El maquinillo debe estar anclado con seguridad a la estructura de la obra mediante bridas pasantes o eslinga de acero no inferior a 12 mm. de diámetro por cada apoyo, en cubiertas de chapa apoyarlo sobre tablones de reparto. No utilizar alambre para sujeción.

- Antes de la primera utilización del maquinillo tras haberlo instalado, se efectuará un reconocimiento de cada uno de los elementos que componen el maquinillo. El control se hará en plena carga y con ésta situada a 20 cm.
- Nunca sobrepase la carga máxima indicada por el fabricante y señalizada en el maquinillo.

**Elevación de material**

- Queda prohibida el uso del maquinillo para la elevación y descenso de personas.
- Comprobar que se encuentra en perfecto estado el pestillo de seguridad del gancho del maquinillo. En caso de presentar deficiencias, repararlos inmediatamente o en su defecto cambiar los ganchos por otros que posean pestillo de seguridad.
- Antes de comenzar los trabajos, comprobar que las eslingas y las hondillas se encuentran en perfecto estado, y que se dispone de limitador de recorrido de la carga en marcha ascendente. Desechar todas aquellas eslingas, cadenas o elementos de sustentación para la elevación de cargas que tengan más del 10% de los hilos pelados o que presenten cualquier desperfecto. Los lazos de los cables utilizados para el izado se formarán con tres bridas y guardacabos o mediante un casquillo soldado y guardacabos. El cable de elevación debe ser desenrollado evitando formación de nudos o que se retuerza.
- Comprobar que la zona de carga se encuentra acotada en un entorno de dos metros en prevención de daños por desprendimientos de objetos durante el izado y que no permanece nadie en la zona de seguridad descrita durante las maniobras de izado y descenso de cargas, instalando en dicha zona la señal: “Peligro, caída de objetos”. Comprobar la perfecta visibilidad del operador de la zona de riesgo.
- No mover cargas con el maquinillo mediante tirones sesgados, realizar el izado siempre de modo continuo.

**Mantenimiento**

- Antes de comenzar los trabajos con el maquinillo, comprobar que la carcasa se encuentra cerrada y en perfecto estado, de forma que quede impedido el contacto accidental con el motor y/o con el tambor de enrollamiento.
- Desconectar la máquina antes de realizar cualquier operación de mantenimiento o engrase.

- Se harán revisiones periódicas del aislamiento del cableado eléctrico de suministro de forma que este no presente zonas deterioradas ni empalmes. Se sustituirán aquellas mangueras que se encuentren deterioradas.
- Mantener las mangueras protegidas frente a roces, aplastamientos... manteniéndolas alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria.
- No se utilizarán clemas ni hilos pelados conectados directamente, siempre se utilizarán clavijas normalizadas.
- Si utiliza prolongadores verifique que sean adecuados para ambientes exteriores para trabajos en condiciones de humedad y que también las mangueras eléctricas de dichos prolongadores están en buen estado, sin desperfectos en el aislamiento. Cuando las mangueras eléctricas sean de longitud considerable, se procurará que se mantengan alejadas de zonas de paso de trabajadores y/o maquinaria, bien enterrándolas bien elevándolas 2,5 m al paso de las personas o a 5 m en el caso de paso de vehículos.
- Revisiones periódicas de la puesta a tierra del equipo. La manguera eléctrica debe estar dotada de conductor expreso para toma de tierra.
- Verificación de los dispositivos de protección contra sobreintensidades del cuadro eléctrico al que está conectado el equipo (interruptor diferencial de alta sensibilidad 0,03 A).
- Realizar el almacenamiento del equipo cuando no se esté utilizando en un lugar seco y cerrado según instrucciones del fabricante. No dejar nunca la máquina en posición invertida a la intemperie, ya que podría entrar agua en el mecanismo.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Sistemas de protección anticaída
- Guantes de protección contra riesgos mecánicos

### 3.4.3 Puentes grúa

RIESGOS ASOCIADOS AL USO DEL EQUIPO

**Manipulación del puente grúa**

- Cualquier tipo de grúa sólo podrá ser manejada por operarios autorizados y suficientemente formados.
- Deberá figurar una indicación claramente visible la capacidad nominal del puente grúa. En ningún caso se superará la carga máxima útil que corresponda a cada

posición de trabajo de la grúa o de los elementos auxiliares (ganchos, cadenas, etc.)

- Antes de elevar la carga, realizar una pequeña elevación para comprobar su estabilidad y en caso de carga inclinada descender y realizar un eslingado que asegure una carga estable.
- Elevar la carga siempre con el carro y el puente alineados con la misma tanto horizontal como verticalmente para evitar balanceos. La elevación y descenso de la carga se hará siempre en sentido vertical. La carga se debe encontrar suspendida horizontalmente para un desplazamiento seguro. Evitar movimientos bruscos de la carga durante el desplazamiento. No realizar contramarchas salvo en caso de emergencia.
- Desplazar la carga a la menor altura posible. Los movimientos sin carga se harán con el gancho elevado.
- El operario debe acompañar siempre a la carga para un mayor control de las distancias y observar en todo momento la trayectoria de la misma, evitando golpes contra obstáculos fijos.
- No colocarse nunca bajo una carga suspendida ni transportarla por encima de trabajadores: despejar la zona de desplazamiento tomando medidas para que dicha zona no sea invadida por trabajadores ajenas a la operación. Llevar siempre la carga por delante.
- La colocación de los elementos de elevación como cadenas y eslingas, deben colocarse asegurándose un perfecto amarre de la carga. Tarea de compromiso para el operario.
- Cuando no pueda evitarse que los objetos transportados giren, se guiarán en su desplazamiento utilizando cuerdas desde un lugar seguro.
- En operaciones de elevación y transporte de cargas de gran complejidad y elevado riesgo debido al volumen o peso de la carga transportada, se contará con un encargado de señales
- Queda prohibido el transporte de personas con el puente grúa.
- Está prohibido dejar los aparatos de izar con las cargas suspendidas. El operador no dejará nunca el puesto de mando con el aparato en carga.

**Mantenimiento**

- Todos los ganchos deberán contar con un pestillo de seguridad siempre por dentro del mismo para evitar la salida del sistema de eslingado.

- Se deberá tener conocimiento de las capacidades mecánicas de aparejos de elevación como cadenas, eslingas, …
- Las cadenas contarán con una chapa unida a las mismas en la que figure tanto su capacidad, numeración y marcado CE.
- Para un eslingado de las cargas más seguro, se deberá contar con elementos de adaptación de la carga como cantoneras.
- Se deberá contar con un lugar específico y adecuado para dejar el mando de control cuando no se utilice.
- Los cables de tensión se encontrarán aislado y protegidos a lo largo de toda su longitud.
- Al final de las vigas de carriles es necesaria la existencia de un tope para evitar que el puente se salga de las vías de rodadura.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad
- Protectores auditivos
- Calzado de seguridad

## 3.5 Dúmper

RIESGOS ASOCIADOS AL USO DEL EQUIPO

- Caída de objetos en manipulación
- Propagación de incendios
- Accidente por sustancias nocivas o tóxicas
- Accidente durante la conducción de máquinas o vehículos
- Accidente durante el desplazamiento como peatón o pasajero
- Contacto térmico
- Atrapamiento por o entre objetos
- Contacto con sustancias cáusticas y/o corrosivas

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

**Operario del equipo**

- Antes de conducir la máquina se debe conocer su manejo y correcta utilización.

- El conductor del vehículo debe poseer el permiso de conducir clase B2.
- Estará directamente autorizado por una persona responsable para su utilización.
- Llevará ropas adecuadas que no dificulten el uso de los controles.
- Comprobaciones del equipo antes de comenzar los trabajos.
- Se deberá disponer de un extintor de incendios de polvo ABC en el dúmper. Solamente se podrá prescindir de este si en el entorno en el que se trabaja con el dúmper, se dispusieran medios adecuados para la extinción de incendios.
- Transporte de cargas
- Las cargas serán apropiadas al tipo de volquete disponible y nunca dificultarán la visión del conductor.
- Se revisará la carga antes de iniciar la marcha, observando su correcta posición y que no provoque desequilibrio en la estabilidad del dúmper.
- Se prohíbe el transporte de piezas (puntales, tablones y similares) que sobresalgan lateralmente del cubilote del dúmper.
- Durante la bajada de rampas:
  - Si el vehículo está cargado, bajar las rampas de espaldas a la marcha, despacio y evitando frenazos bruscos.
  - Bajar en la dirección de máxima pendiente.
  - No circulara por pendientes o rampas superiores al 20% en terrenos húmedos y al 30% en terrenos secos.
- En el vertido de materiales junta a zanjas y taludes, deberá colocarse un tope que impida el avance del dúmper más allá de una distancia prudencial al borde del desnivel, teniendo en cuenta el ángulo natural del talud.

**Trabajos con riesgo de vuelco**

- Si se va a trabajar en zonas en las que exista riesgo de vuelco, el equipo ha de estar dotado de un pórtico que reúna características de forma y resistencia tales que protejan al operario en su puesto de conducción frente a un vuelco (barras antivuelco).
- Si el equipo está dotado de pórtico de seguridad, deberá disponer de cinturón de seguridad y el correspondiente dispositivo de sujeción que mantenga al trabajador sobre su puesto e impida su atrapamiento en caso de vuelco.

- Debe llevarse siempre puesto el cinturón de seguridad al utilizar la máquina con pórtico de seguridad. Abrochar el cinturón antes de poner en marcha el motor.
- Si la máquina inicia un vuelco, no intentar saltar de la cabina, permanecer en la cabina con el cinturón de seguridad puesto.

**Circulación**

- El dúmper estará provisto de un dispositivo acústico de marcha atrás para evitar atropellos durante maniobras.
- Respetar todas las normas de seguridad vial cando se conduzca el vehículo por la vía pública y las normas de circulación establecidas dentro de la obra, respetando las vías establecidas para la circulación de peatones.
- No utilizar el equipo en lugares cerrados sin ventilación. Vigilar que el lugar en el que se va a utilizar el vehículo tenga ventilación adecuada para el escape de los humos del motor
- No mantener el motor arrancado cuando no se utilice.
- No permitir el transporte de pasajeros sobre el dúmper.
- No circular a excesiva velocidad.
- Informarse cada día de los trabajos que puedan constituir un riesgo: zanjas abiertas.

**Parada del equipo**

- Aparcar la máquina en terreno firme y alejada del pie de taludes.
- Parar el motor y accionar el freno de mano. Si se aparca en superficies inclinadas, colocar dispositivos (calzos) que impidan el desplazamiento.
- Deben retirarse del vehículo los elementos necesarios que impidan su arranque, en prevención de que cualquier otra persona no autorizada pueda utilizarlo.
- No dejar nunca la máquina con el motor en marcha.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad cuando el operario abandone la máquina.
- Guantes de protección mecánica durante las operaciones de mantenimiento.
- Calzado adecuado a la conducción.
- Gafas de sol en caso de deslumbramientos.
- Ropa de trabajo adecuada.
- Ropa de protección de alta visibilidad (chaleco reflectante)
- Fajas lumbares antivibraciones

## 3.6 Máquinas herramientas y herramientas manuales

RIESGOS ASOCIADOS AL USO DEL EQUIPO

- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Exposición a ruido
- Exposición a ambientes pulvígenos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- En los equipos de oxicorte, se recomienda trabajar con la presión aconsejada por el fabricante del equipo.
- En los intervalos de no utilización, dirigir la llama del soplete al espacio libre o hacia superficies que no puedan quemarse.

- Cuando se trabaje en locales cerrados, se deberá disponer de la adecuada ventilación.
- En los equipos que desprenden llama, su entorno estará libre de obstáculos.
- Las máquinas-herramientas accionadas por energía térmica, o motores de combustión, sólo pueden emplearse al aire libre o en locales perfectamente ventilados, al objeto de evitar la concentración de monóxido de carbono.
- Se deberá mantener siempre en buen estado las herramientas de combustión, limpiando periódicamente los calibres, conductos de combustión, boquillas y dispositivos de ignición o disparo, etc.
- El llenado del depósito de carburante deberá hacerse con el motor parado para evitar el riesgo de inflamación espontánea de los vapores de la gasolina.
- Dado el elevado nivel de ruido que producen los motores de explosión, es conveniente la utilización de protección auditiva cuando se manejen este tipo de máquinas.
- Para las máquinas-herramientas neumáticas, antes de la acometida deberá realizarse indefectiblemente:
  - La purga de las condiciones de aire.
  - La verificación del estado de los tubos flexibles y de los manguitos de empalme.
  - El examen de la situación de los tubos flexibles (que no existan bucles, codos, o dobleces que obstaculicen el paso del aire).
- Las mangueras de aire comprimido se deben situar de forma que no se tropiece con ellas ni puedan ser dañadas por vehículos.
- Los gatillos de funcionamiento de las herramientas portátiles accionadas por aire comprimido deben estar colocados de manera que reduzcan al mínimo la posibilidad de hacer funcionar accidentalmente la máquina.
- Las herramientas deben estar acopladas a las mangueras por medio de resortes, pinzas de seguridad o de otros dispositivos que impidan que dichas herramientas salten.
- No se debe usar la manguera de aire comprimido para limpiar el polvo de las ropas o para quitar las virutas.
- Al usar herramientas neumáticas siempre debe cerrarse la llave de aire de las mismas antes de abrir la de la manguera.

- Nunca debe doblarse la manguera para cortar el aire cuando se cambie la herramienta.
- Verificar las fugas de aire que puedan producirse por las juntas, acoplamientos defectuosos o roturas de mangueras o tubos.
- Aun cuando no trabaje la máquina neumática, no deja de tener peligro si está conectada a la manguera de aire.
- No debe apoyarse con todo el peso del cuerpo sobre la herramienta neumática, ya que puede deslizarse y caer contra la superficie que se está trabajando.
- Las condiciones a tener en cuenta después de la utilización serán:
  - Cerrar la válvula de alimentación del circuito de aire.
  - Abrir la llave de admisión de aire de la máquina, de forma que se purgue el circuito.
  - Desconectar la máquina.
- Para las máquinas-herramientas hidráulicas, se fijará mediante una pequeña cadena el extremo de la manguera para impedir su descompresión brusca.
- Se emplazará adecuadamente la herramienta sobre la superficie nivelada y estable.
- Su entorno estará libre de obstáculos.
- Se utilizarán guantes de trabajo y gafas de seguridad para protegerse de las quemaduras por sobrepresión del circuito hidráulico y de las partículas que se puedan proyectar.
- Para las máquinas-herramientas eléctricas, se comprobará periódicamente el estado de las protecciones, tales como cable de tierra no seccionado, fusibles, disyuntor, transformadores de seguridad, interruptor magnetotérmico de alta sensibilidad, doble aislamiento, etc.
- No se utilizará nunca herramienta portátil desprovista de enchufe y se revisarán periódicamente este extremo.
- No se arrastrarán los cables eléctricos de las herramientas portátiles, ni se dejarán tirados por el suelo. Se deberán revisar y rechazar los que tengan su aislamiento deteriorado.
- Se deberá comprobar que las aberturas de ventilación de las máquinas estén perfectamente despejadas.
- La desconexión nunca se hará mediante un tirón brusco.

- A pesar de la apariencia sencilla, todo operario que maneje estas herramientas debe estar adiestrado en su uso.
- Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que está parada.
- No se utilizarán prendas holgadas que favorezcan los atrapamientos.
- No se inclinarán las herramientas para ensanchar los agujeros o abrir luces.
- Los resguardos de la sierra portátil deberán estar siempre colocados.
- Si se trabaja en locales húmedos, se adoptarán las medidas necesarias, guantes aislantes, taburetes de madera, transformador de seguridad, etc.
- Se usarán gafas panorámicas de seguridad, en las tareas de corte, taladro, desbaste, etc. con herramientas eléctricas portátiles.
- En todos los trabajos en altura, es necesario el cinturón de seguridad.
- Los operarios expuestos al polvo utilizarán mascarillas equipadas con filtro de partículas.
- Si el nivel sonoro es superior a los 80 decibelios, deberán adoptarse las recomendaciones establecidas en el Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

**Radial**

- Antes de su puesta en marcha, el operador comprobará el buen estado de las conexiones eléctricas, la eficacia del doble aislamiento de la carcasa y el disyuntor diferencial para evitar riesgos de electrocución.
- Se seleccionará adecuadamente el estado de desgaste del disco y su idoneidad para el material al que se ha de aplicar.
- Comprobar la velocidad máxima de utilización.
- Cerciorares de que el disco gira en el sentido correcto y con la carcasa de protección sobre la disco firmemente sujeta.
- El operador se colocará gafas panorámicas ajustadas o pantalla facial transparente, guantes de trabajo, calzado de seguridad y protectores auditivos.
- Durante la realización de los trabajos se procurará que el cable eléctrico descanse alejado de elementos estructurales metálicos y fuera de las zonas de paso del personal.

- Si durante la operación existe el riesgo de proyección de partículas a terrenos o lugares con riesgo razonable de provocar un incendio, se apantallará con una lona ignífuga la trayectoria seguida por los materiales desprendidos.
- Cuando la esmeriladora portátil radial deba emplearse en locales muy conductores no se utilizarán tensiones superiores a 24 voltios.

**Sierra circular**

- El disco estará dotado de carcasa protectora y resguardos que impidan los atrapamientos.
- Se controlará el estado de los dientes, así como la estructura de éste.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, para prevenir posibles incendios.
- Se evitará la presencia de clavos al cortar.

**Vibrador**

- La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.
- La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida si discurre por zonas de paso.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra impactos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmentos o partículas
- Mascarilla de protección contra ambientes pulvígenos
- Protecciones auditivas
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos

## 3.7 Medios auxiliares

### 3.7.1 Andamios tubulares

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes con objetos durante las operaciones de montaje, desmontaje o utilización del mismo
- Caída de objetos en manipulación

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Todo andamio deberá cumplir las siguientes condiciones generales:
  - Los elementos y sistemas de unión de las diferentes piezas constitutivas del andamio asegurarán perfectamente su función de enlace, con las debidas condiciones de fijeza y permanencia.
  - El andamio se organizará y armará en forma constructivamente adecuada para que quede asegurada su estabilidad y al mismo tiempo para que los operarios puedan trabajar en él con las debidas condiciones de seguridad.
- Los elementos del andamio que presenten deterioro deberán sustituirse inmediatamente.
- Se desecharán todos los elementos de montaje de andamios que no revistan unas garantías de seguridad mínimas una vez colocados.
- No se utilizarán los andamios para otros fines distintos a los de suministrar una plataforma de trabajo para el personal. En particular no podrán ser destinados a servir como torres de elevación de material o soporte de tuberías o equipos.
- Está rigurosamente prohibido utilizar cajas, bidones, etc. como andamios provisionales.
- Los andamios se montarán sobre pies hechos de madera o metálicos, suficientemente resistentes y arriostrados de modo que su estabilidad quede garantizada.
- Con objeto de evitar deformaciones y con el fin de prevenir que la estructura rectangular llegue a alcanzar formas romboidales, se dispondrán los suficientes arriostramientos diagonales que impidan este riesgo.
- Durante las operaciones de montaje y desmontaje del andamio se izarán los tubos con cuerdas anudadas de forma segura y los operarios deberán usar arnés de seguridad anclado a elementos fijos independientes del andamio o a líneas salvavidas.
- Los andamios deberán situarse a distancias tales de líneas o equipos eléctricos, de forma que no puedan producirse contactos con partes en tensión.
- Durante el montaje de los andamios metálicos tubulares se tendrán presentes las siguientes especificaciones:
  - No se iniciará un nuevo nivel sin haber concluido el nivel de partida con todos los elementos de estabilidad.

- La seguridad alcanzada en el nivel de partida ya consolidado será tal que ofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar a el fiadores del cinturón de seguridad.
- Las barras, módulos tubulares y tablones se izarán mediante sogas atadas con nudos de marinero.
- Las plataformas de trabajo se consolidarán inmediatamente tras su formación, mediante las abrazaderas de sujeción contra basculamientos.
- Los tornillos de las mordazas se apretarán por igual, realizándose una inspección del tramo ejecutado antes de iniciar el siguiente en prevención de los riesgos por la existencia de tornillos flojos o de falta de alguno de ellos.
- Las uniones entre tubos se efectuarán mediante los nudos o bases metálicas o bien mediante las mordazas o pasadores previstos.

- Los pisos o plataformas serán de 0,60 metros de anchura mínima hechos con tablones de madera para una resistencia de 160 Kg. en el punto medio entre soportes.
- Es preferible utilizar el piso metálico original del andamio tubular. En caso de ser de madera, los tablones estarán escuadrados y libres de nudos.
- Las plataformas, pisos, pasarelas, etc., hechos con tablones se sujetarán con presillas, lazos de alambre, travesaños claveteados, de modo que formen un conjunto único.
- Los andamios en su base se protegerán contra golpes y deslizamientos mediante cuñas, dispositivos de bloqueo y/o estabilizadores.
- Montado el andamio no se retirará ningún elemento de su composición (tubo, travesaño o tablón, etc.), hasta que no sea desmontado totalmente. Caso de que por necesidad de trabajo deba mantenerse la estructura durante algunos días utilizando alguno de sus elementos para confeccionar otros andamios, se señalizará claramente la prohibición de acceso al mismo y se retirará la plataforma de trabajo para impedir su utilización por personal de otros tajos o ajenos a la empresa.
- Las plataformas de trabajo de 2 ó más metros de altura tendrán montada sobre su vertical una barandilla de 90 centímetros de altura y dispondrán de una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Se utilizarán las escaleras previstas en el andamio para subir a la plataforma o se dispondrán escaleras exteriores. Los tirantes y otros elementos de arriostramiento no se podrán utilizar para subir o bajar del andamio.

- Las plataformas de trabajo se inmovilizarán mediante las abrazaderas y pasadores clavados a los tablones.
- Los módulos de fundamento de los andamios tubulares estarán dotados de bases nivelables sobre tornillos sin fin, con el que garantizar una mayor estabilidad del conjunto.
- La comunicación vertical del andamio tubular quedará resuelta mediante la utilización de escaleras prefabricadas.
- Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral se montarán con ésta hacia la cara exterior.
- Se prohíbe el uso de andamios sobre borriquetas apoyadas sobre plataformas de trabajo de andamios tubulares.
- Los andamios tubulares se arriostrarán a los paramentos verticales, anclándolos a los puntos fuertes de seguridad previstos.
- El caminar por los andamios se hará de manera norma, sin saltar sobre las plataformas ni tampoco de una a otra.
- Se protegerá del riesgo de caídas desde altura de los operarios sobre los andamios tubulares tendiendo redes tensas verticales de seguridad que protegerán las cotas de trabajo. En caso de no utilizar estas redes, si los operarios se encuentran trabajando a una altura igual o superior a los 2 metros, deberán ir provistos de cinturones de seguridad con arnés y amarrados a líneas de vida anteriormente fijadas.
- El personal que trabaje en andamios, sillas, colgantes y generalizando, en alturas superiores a los 2 metros, usará cinturón de seguridad, adaptado al riesgo que se pretende minimizar (sujeción, suspensión o anticaídas), anclado a una parte sólida de la estructura del edificio.
- Antes de colocarse el cinturón de seguridad será examinado y rechazado si no ofrece garantía o no es inteligible la etiqueta con la fecha de fabricación.
- En las plataformas de trabajo aisladas o que por necesidad del servicio carezca de la barandilla de seguridad reglamentaria se utilizará el cinturón de seguridad que se sujetará por el mosquetón a puntos sólidos, resistentes y distintos del andamio o plataforma de trabajo.
- Se prohíbe lanzar herramientas, materiales y otros objetos de un andamio a otro o de una persona a otra. Se entregarán en mano.

- El acceso a los andamios se realizará por escaleras bien fijadas por ambos extremos. Está prohibido utilizar los arriostrados para acceder de una plataforma de trabajo a otra.
- Para acceder a un andamio se tendrán siempre las manos libres.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas dispuestas sobre la coronación de andamios tubulares si antes no se han cercado con barandillas sólidas.
- Se prohíbe hacer pastas directamente sobre las plataformas de trabajo en prevención de superficies resbaladizas que pueden hacer caer a los trabajadores.
- Los materiales se repartirán uniformemente sobre un tablón colocado a media altura en la parte superior de la plataforma de trabajo, sin que su existencia merme la superficie útil de la plataforma.
- Se prohíbe trabajar sobre plataformas situadas en cotas por debajo de otras plataformas en las que se esté trabajando, en prevención de caída de objetos.
- Se prohíbe trabajar en los andamios tubulares bajo regímenes de vientos fuertes en prevención de caídas de los trabajadores.
- Cuando se desplace un andamio nunca se permanecerá sobre el mismo, independientemente de su altura.
- En trabajos nocturnos se iluminarán adecuadamente todas las plataformas de trabajo y accesos a las mismas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Arnés de sujeción anticaídas
- Ropa de protección para el mal tiempo

### 3.7.2 Escaleras

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

Los riesgos asociados a esta actividad serán:

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel

- Golpes/choques con objetos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

**Generales**

- Antes de utilizar una escalera manual es preciso asegurarse de su buen estado, rechazando aquéllas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Hay que comprobar que los largueros son de una sola pieza, sin empalmes, que no falta ningún peldaño, que no hay peldaños rotos o flojos o reemplazados por barras, ni clavos salientes.
- Todas las escaleras estarán provistas en sus extremos inferiores, de zapatas antideslizantes.
- No se usarán escaleras metálicas cuando se lleven a cabo trabajos en instalaciones en tensión.
- El transporte de una escalera ha de hacerse con precaución, para evitar golpear a otras personas, mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos. La parte delantera de la escalera deberá de llevarse baja.
- Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.
- Antes de iniciar la subida deberá comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro, grasa, ni cualquier otras sustancias que pueda producir resbalones.
- El ascenso y descenso a través de la escalera de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los largueros que se están utilizando.
- La escalera tendrá una longitud tal, que sobrepase 1 metro por encima del punto o la superficie a donde se pretenda llegar. La longitud máxima de las escaleras manuales no podrá sobrepasar los 5 m. sin un apoyo intermedio, en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 metros. Para alturas mayores se emplearán escaleras especiales.
- No se podrán empalmar dos escaleras sencillas.
- En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesario el uso de una escalera, se hará teniendo la precaución de dejar la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.
- No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se deberá haber parado el mecanismo en movimiento o haber suprimido la energía del conductor.

- Las escaleras de mano simples se colocarán, en la medida de lo posible, formando un ángulo de 75º con la horizontal.
- Siempre que sea posible, se amarrará la escalera por su parte superior. En caso de no serlo, habrá una persona en la base de la escalera.
- Queda prohibida la utilización de la escalera por más de un operario a la vez.
- Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deberán usarse bolsas portaherramientas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que queden las manos libres para poder asirse a ella.
- Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio. No se deberán ocupar nunca los últimos peldaños.
- Trabajando sobre una escalera no se tratarán de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse, con el consiguiente riesgo de caída. Se deberá desplazar la escalera tantas veces como sea necesario.
- Los trabajos a más de 3,5 metros de altura desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, solo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan medidas de protección alternativas.
- Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.
- Las escaleras de mano deberán mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquéllas que no estén en condiciones.
- Cuando no se usen, las escaleras deberán almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.
- Deberá existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.

**Escaleras de madera**

- Serán las escaleras a utilizar en trabajos eléctricos, junto con las de poliéster o fibra de vidrio.
- Las escaleras manuales de madera estarán formadas por largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.

- Los peldaños estarán ensamblados, no clavados.
- Estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para que no oculten los posibles defectos. Se prohíben las escaleras de madera pintadas, por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos.

**Escaleras de tijera**

- Estarán dotadas en su articulación superior de topes de seguridad de apertura y hacia la mitad de su altura de una cadenilla o cinta de limitación de apertura máxima.
- Nunca se utilizarán a modo de borriquetas para sustentar las plataformas de trabajo.
- En posición de uso estarán montadas con los largueros en posición de máxima apertura para no mermar su seguridad.
- No se utilizarán si la posición necesaria sobre ellas para realizar un determinado trabajo, obliga a poner los dos pies en los tres últimos peldaños.
- Se utilizarán siempre montadas sobre pavimentos horizontales.

**Escaleras metálicas**

- Los largueros serán de una sola pieza y estarán sin deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.
- Estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie y no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- El empalme se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

<u>EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR</u>

Los equipos de protección a utilizar serán:

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera reforzada en acero y suela antideslizante
- Arnés de seguridad de sujeción
- Ropa de protección para el mal tiempo

# 4 Instalación provisional eléctrica de obra

- El montaje de aparatos eléctricos será ejecutado por personal especialista, en prevención de los riesgos por montajes incorrectos.
- El calibre o sección del cableado será siempre el adecuado para la carga eléctrica que ha de soportar.
- Los hilos tendrán la funda protectora aislante sin defectos apreciables (rasgones, repelones y asimilables). No se admiten tramos defectuosos.
- La distribución general, desde el cuadro general de la obra a los cuadros secundarios, se efectuará mediante manguera eléctrica antihumedad.
- El tendido de los cables y mangueras, se efectuará a una altura mínima de 2 m. en los lugares peatonales y de 5 m. en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento.
- Los empalmes provisionales entre mangueras, se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas antihumedad.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas de puerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendientes de tableros de madera recibidos a los paramentos verticales o bien a “pies derechos “firmes.
- Las maniobras a ejecutar en el cuadro eléctrico general se efectuarán subidas a una banqueta de maniobra o alfombrilla aislante.
- Los cuadros eléctricos poseerán tomas de corriente para conexiones normalizadas blindadas para intemperie.
- La tensión siempre estará en la clavija “hembra”, nunca en el “macho”, para evitar contactos directos.
- Los interruptores diferenciales se instalarán de acuerdo con las siguientes sensibilidades:
  - 300mA. Alimentación a la maquinaria.
  - 30mA. Alimentación a la maquinaria como mejora del nivel de seguridad.
  - 30mA. Para las instalaciones eclécticas de alumbrado.
- Las partes metálicas de todo equipo ecléctico dispondrán de toma de tierra.
- El neutro de la instalación estará puesto a tierra.

- La toma de tierra se efectuará a través de la pica o placa de cada cuadro general.
- El hilo de toma de tierra, siempre estará protegido con macarrón en colores amarillo y verde. Se prohíbe expresamente utilizarlo para otros usos.
- La iluminación mediante portátiles cumplirá la sigu iente norma:
  - Portalámparas estanco de seguridad con manto aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada.
  - La iluminación de los tajos se situará a una altura en torno a los 2 m. medidos desde la superficie de apoyo de los operarios en el puesto de trabajo.
  - Las zonas de paso de la obra, estarán permanentemente iluminadas evitando rincones oscuros.
  - No se permitirá las conexiones a tierra a través de conductores de agua.
  - No se permitirá el tránsito de carretillas y personas sobre mangueras eléctricas.
  - No se permitirá el tránsito bajo líneas eléctricas con elementos longitudinales transportados a hombros (pértigas, reglas, escaleras de mano...). La inclinación de la pieza puede llegar a producir contacto eléctrico.

# 5 Medicina preventiva y primeros auxilios

## 5.1 Reconocimiento médico

Todos los trabajadores pasarán como mínimo un reconocimiento médico con carácter anual.

El personal eventual antes de su entrada en la obra habrá pasado un reconocimiento médico.

Asimismo, cuando los trabajadores vayan a realizar tareas que entrañen riesgos especiales (por ejemplo trabajos en altura) deberán pasar un reconocimiento médico específico que les habilite para realizar dichas tareas.

El resultado de estos reconocimientos está clasificado acorde a los dos siguientes grupos:

- Apto para todo tipo de trabajo.
- Apto con ciertas limitaciones.

## 5.2 Asistencia accidentados

### 5.2.1 Centros asistenciales en caso de accidentes

- Para atención del personal en caso de accidente se contratarán los servicios asistenciales adecuados.
- Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados.

### 5.2.2 Botiquín de primeros auxilios

- Se dispondrá en obra, en el vestuario o en la oficina, un botiquín que estará a cargo de una persona capacitada designada por la empresa, con medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.
- Contendrá, de forma orientativa: Agua oxigenada; alcohol de 96 grados, tintura de yodo; “mercurocromo” o “cristalmina”, amoniaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para agua o hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; antiespasmódicos; analgésicos; tónicos cardiacos de urgencia y jeringuillas desechables.
- El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará revisión general de botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados. La ubicación del botiquín debe estar suficientemente señalizada.

# 6 Instalaciones de higiene y bienestar

Se dispondrá de un local, con dos salas, para aseos y vestuarios. En ellos, en aras de la conservación y limpieza, los suelos y paredes serán continuos, lisos e impermeables y con materiales que permitan el lavado con líquidos desinfectantes o antisépticos, con la frecuencia necesaria.

Todos los elementos, tales como grifos, desagües, alcachofas de duchas, etc, estarán en perfecto estado de funcionamiento y los bancos y taquillas aptos para su utilización.

Todos los locales estarán dotados de luz, calefacción y suficiente ventilación.

## 6.1 Dotación de aseos

Por cada 10 trabajadores los aseos estarán equipados como mínimo por:

- 1 lavabo con espejo, agua corriente fría y caliente
- 1 ducha con agua corriente fría y caliente
- 1 inodoro con carga y descarga automática de agua, con papel higiénico
- Perchas y jaboneras

## 6.2 Dotación de vestuarios

La sala destinada a los vestuarios estará lo suficientemente dimensionada para cubrir las necesidades previstas.

Cada módulo estará equipado como mínimo con:

- 2 metros cuadrados por cada trabajador
- 1 taquilla metálica con cerradura por cada trabajador
- Bancos de madera corridos
- Espejos

# 7 Formación e información de los trabajadores

## 7.1 Formación

Todo el personal recibirá una formación en relación a los métodos de trabajo y riesgos que estos pueden producir, juntamente con las medidas de seguridad que se usarán.

Esta formación abarcará los siguientes aspectos:

- Formación sobre las precauciones a tomar especificas en cada actividad (Particular de cada tipología de trabajo).
- Formación de las medidas correctoras que deberán utilizar en la realización de sus trabajos.
- Se dispondrá en la obra de personal socorrista ó se llevará a cabo el oportuno cursillo de socorrismo y de primeros auxilios.
- Se impartirá formación en materia de Seguridad y Salud a todo el personal de la obra.

La empresa contratista principal adjudicataria de las obras, exigirá a las diferentes empresas subcontratadas, en caso de existir, a formar en el método de trabajo correcto a todo el personal a su cargo; es decir, en el método de trabajo seguro. En consecuencia, con la ayuda de los diferentes Encargados de la Obra y de los Encargados de Seguridad y Salud, transmitirá las informaciones necesarias a todos los que intervienen en la misma, con el objetivo de que todos los trabajadores puedan tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y del de los equipos de protección individual necesarios para su protección.

Periódicamente y de acuerdo con la incorporación de los trabajadores, según las previsiones del plan de ejecución de la obra, se realizarán los oportunos cursos de formación para los trabajadores capaces de cubrir además, los siguientes objetivos generales:

A. Divulgar los contenidos preventivos de este Plan de Seguridad y Salud.

B. Comprender y aceptar su necesidad de aplicación.

C. Crear entre los trabajadores, un auténtico ambiente de prevención de riesgos laborales.

Los criterios formativos en materia de Seguridad y Salud en el trabajo por los que se regirán los cursos son.

1º Realización de charlas por personal cualificado con el empleo de los medios y durante el tiempo necesarios que requiera cada una de las diversas actividades a ejecutar en la obra. Se utilizará material audiovisual en los casos en que sea posible.

2º Entrega de material documental y gráfico, donde se incluirán las normas de obligado cumplimiento que le sean de aplicación a su trabajo.

## 7.2 Información

Todo el personal, antes de iniciar su trabajo en la obra, recibirá la siguiente información:

- Información de los riesgos existentes en la obra (General)
- Información de las medidas de seguridad empleadas, precauciones y medidas correctoras a emplear.

Esta información se entregará a los trabajadores el primer día de trabajo antes de que inicien sus tareas. Firmarán un recibí al margen de la copia del documento que se les entrega.

**PROYECTO:**

# PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF

**TÍTULO**

## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
## PLIEGO DE CONDICIONES

**Nº DE DOCUMENTO**

**GOZU-SOL-LE-PE-ESS-0001-A01**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº REVISIÓN:** | 02 | **DOCUMENTO EMITIDO PARA:** | LEGALIZACIÓN |
| **FECHA EMISIÓN:** | 20/10/2025 | | |

| | | |
|---|---|---|
| OCT | 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 | 26/06/2024 | Versión inicial |
| 01 | 29/01/2025 | Proyecto |
| 02 | 20/10/2025 | Modificación de Proyecto |

## Índice

1 Pliego de condiciones ..... 4
1.1 Consideraciones de los equipos de protección colectiva ..... 4
1.2 Consideraciones de los equipos de protección individual ..... 4
1.3 Condiciones de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos ..... 5
1.4 Formación e información a los trabajadores ..... 6
1.5 Acciones a seguir en caso de accidente laboral ..... 7
1.6 Comunicaciones inmediatas en caso de accidente ..... 8
1.7 Seguridad en la obra ..... 8
1.8 Plan de seguridad y salud ..... 9
1.9 Obligaciones de cada contratista en materia de seguridad y salud ..... 9
1.10 Libro de incidencias ..... 10
1.11 Contratista y subcontratista ..... 11
1.12 Señalización en la obra ..... 13

# 1 Pliego de condiciones

## 1.1 Consideraciones de los equipos de protección colectiva

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.

## 1.2 Consideraciones de los equipos de protección individual

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberán reunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento.

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protección individual utilizables en esta obra cumplirán las siguientes condiciones generales:

Tendrán la marca “CE”, según las normas de Equipos de Protección Individual.

Su utilización se realizará cumpliendo con el contenido del Real Decreto 773/1.997, de 30 de mayo: Utilización de equipos de protección individual.

Los equipos de protección individual que cumplan con la indicación expresada en el punto primero de este apartado tienen autorizado su uso durante su período de vigencia.

Todo equipo de protección individual en uso que esté deteriorado o roto será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivo del cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipo de

protección individual, con el fin de dar la máxima seriedad posible a la utilización de estas protecciones.

Las variaciones de medición de los equipos de protección individual que puedan aparecer en cada plan de seguridad y salud que presenten los diversos contratistas, deberán justificarse técnicamente ante el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. Si la justificación no es aceptada, el plan no podrá ser aprobado.

Se recuerda, que en aplicación de los Principios de Acción Preventiva de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, no puede ser sustituida una protección colectiva prevista en este Estudio de Seguridad y Salud por el uso de equipos de protección individual.

## 1.3 Condiciones de seguridad de los medios auxiliares, máquinas y equipos

De acuerdo con el art. 41 de la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, los contratistas obtendrán de los fabricantes y proveedores todas las especificaciones técnicas, normas y material impreso que incluyan las correspondientes características técnicas de toda la maquinaria, equipos, herramientas, dispositivos y equipos de protección personal a utilizar en las obras. La información facilitada por los fabricantes y proveedores deberá incluir:

- Instrucciones sobre los procedimientos para el funcionamiento y uso de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Procedimientos de mantenimiento y conservación de máquinas, equipos, herramientas, dispositivos o equipos de protección individual.
- Los contratistas mantendrán en todo momento en la base de operaciones de su zona de obras copias de los manuales y especificaciones impresas (en adelante, la información técnica) especificadas en el párrafo anterior.
- Todos los empleados de los contratistas recibirán información y formación sobre el contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.
- Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protección seguridad y salud mínimo recogido en las normas que anteceden. Asimismo, deberá mantener copias de dichas normas en la base de operaciones de la obra.
- El Encargado de la obra será el responsable de la recepción de la maquinaria y medios auxiliares, comprobando a su llegada a obra el buen estado de los mismos, con todos sus componentes y de acuerdo con lo solicitado, así como,

verificará que cumple la legislación vigente en materia de seguridad y salud que le afecte.

- Se prohíbe el montaje de los medios auxiliares, máquinas y equipos, de forma parcial; es decir, omitiendo el uso de alguno o varios de los componentes con los que se comercializan para su función.
- El uso, montaje y conservación de los medios auxiliares, máquinas y equipos, se hará siguiendo estrictamente las condiciones de montaje y utilización segura, contenidas en el manual de uso editado por su fabricante.
- Todos los medios auxiliares, máquinas y equipos a utilizar en esta obra, tendrán incorporados sus propios dispositivos de seguridad exigibles por aplicación de la legislación vigente. Se prohíbe expresamente la introducción en el recinto de la obra, de medios auxiliares, máquinas y equipos que no cumplan la condición anterior.
- Si el mercado de los medios auxiliares, máquinas y equipos, ofrece productos con la marca “CE”, cada contratista adjudicatario, en el momento de efectuar el estudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por si mismos, más seguros que los que no la poseen.

## 1.4 Formación e información a los trabajadores

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método de trabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadores que realicen trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios de su actividad laboral, así como de las conductas a observar en determinadas maniobras, del uso correcto de las protecciones colectivas y de los equipos de protección individual necesarios.

Asimismo todos los trabajadores deberán conocer y estar informados sobre el Plan de Seguridad y Salud específico de la obra, como paso previo a su incorporación al trabajo.

El adjudicatario acreditará que el personal que aporte, posee la formación, la experiencia y el nivel profesional adecuado a los trabajos a realizar. Esta acreditación se indicará especialmente y de forma diferenciada con respecto al resto de los trabajadores, para los trabajadores autorizados y cualificados según criterios del R.D. 614/2001.

Los trabajos que se realicen en tensión y en lugares donde la comunicación sea difícil, por su orografía, confinamiento u otras circunstancias, deberán realizarse estando

presentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

## 1.5 Acciones a 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.

## 1.6 Comunicaciones inmediatas en caso de accidente

En caso de 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. |

## 1.7 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.

## 1.8 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, … 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.

## 1.9 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.

## 1.10 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.

## 1.11 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.

## 1.12 Señalización en la obra

Se realizará la señalización oportuna según el tipo de trabajo que se esté realizando, la fase de ejecución y el lugar del mismo. Las señalizaciones serán temporales, durarán el tiempo que se prolongue los trabajos. Serán de tipo: triángulos con hombres trabajando, cintas, banderolas, etc.

Cuando por cruzamientos sea necesario advertir de los límites de velocidad y altura, estrechamiento de la calzada, etc. se colocarán estas señales antes y depuse del lugar de trabajo, a la distancia reglamentada para cada tipo de carretera.

La señalización fija que debe llevar las instalaciones eléctricas estará prescrita en el Reglamento para Líneas Eléctricas de Alta Tensión. Dicha señalización previene del riesgo que supone la electricidad, prohibiendo tocar los conductores y apoyos. Esta señalización se coloca en los apoyos.

**PROYECTO:**

# PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF

**TÍTULO**

## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
## PLANOS

**Nº DE DOCUMENTO**

**GOZU-SOL-LE-PE-ESS-0001-A02**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº REVISIÓN:** | 02 | **DOCUMENTO EMITIDO PARA:** | LEGALIZACIÓN |
| **FECHA EMISIÓN:** | 20/10/2025 | | |

| | | |
|---|---|---|
| OCT | 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.

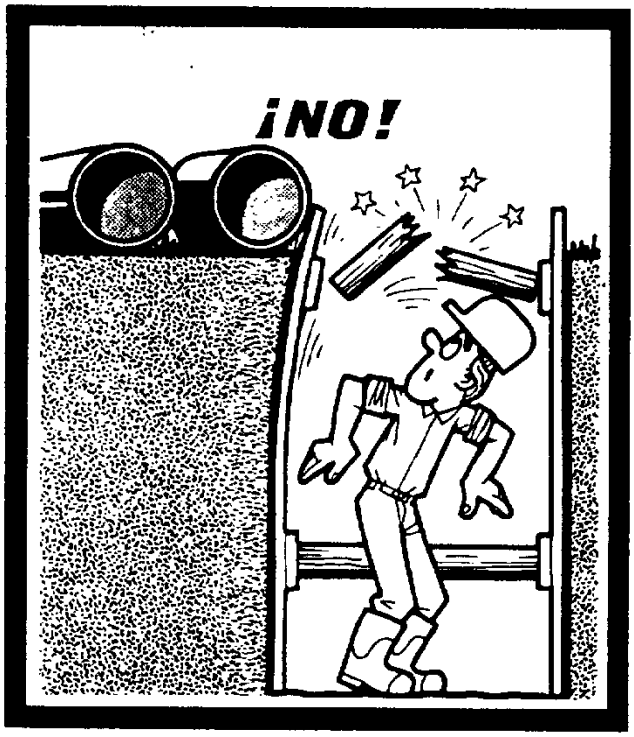
## RESUMEN DE REVISIONES

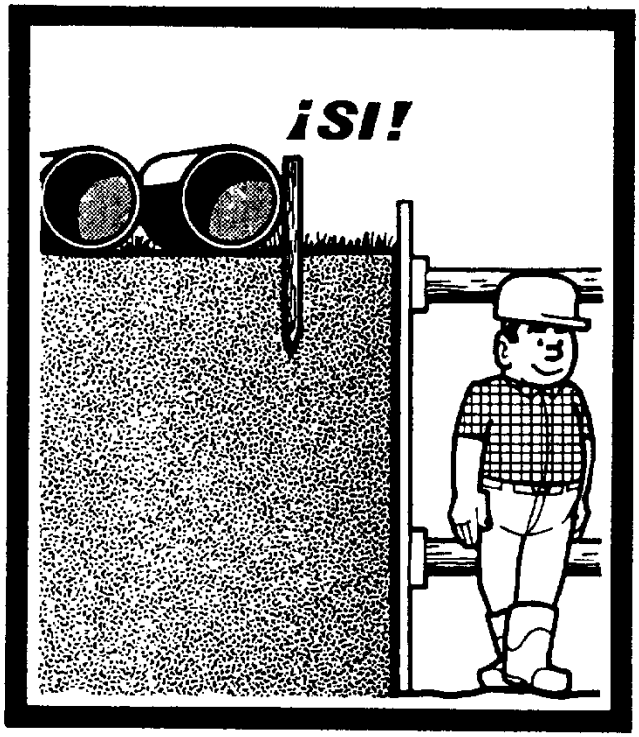
| Revisión | Fecha | Descripción de los cambios |
|---|---|---|
| 00 | 26/06/2024 | Versión inicial |
| 01 | 29/01/2025 | Proyecto |
| 02 | 20/10/2025 | Modificación de Proyecto |

# 1 PLANOS DE SEGURIDAD

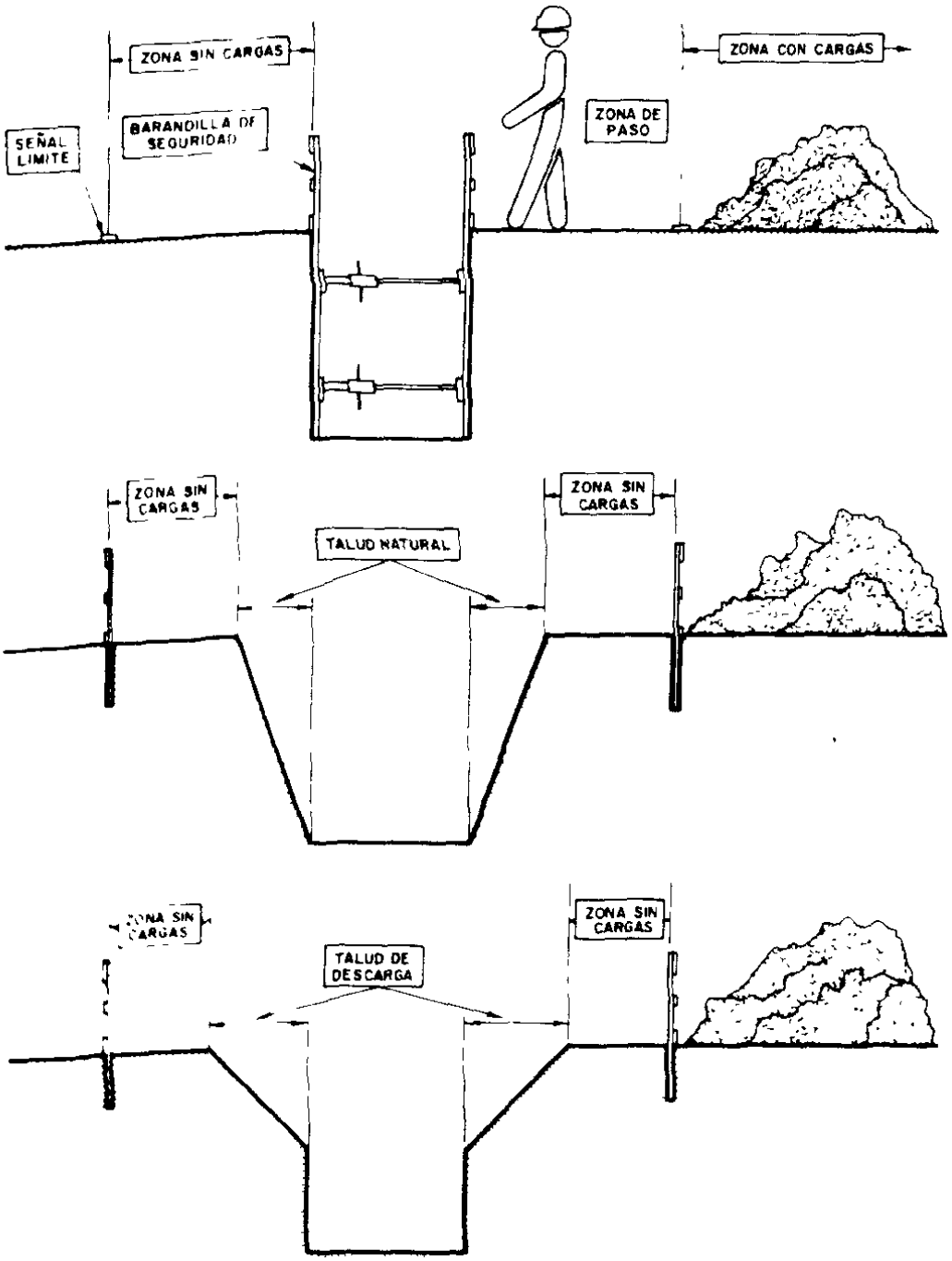
Un plano de seguridad es la representación gráfica de la prevención descrita en la memoria de seguridad y salud y en coordinación con el pliego de condiciones particulares. Son unos planos genéricos, que cumplen tan solo con la idea de dar pistas al contratista sobre cómo representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de su indefinición.

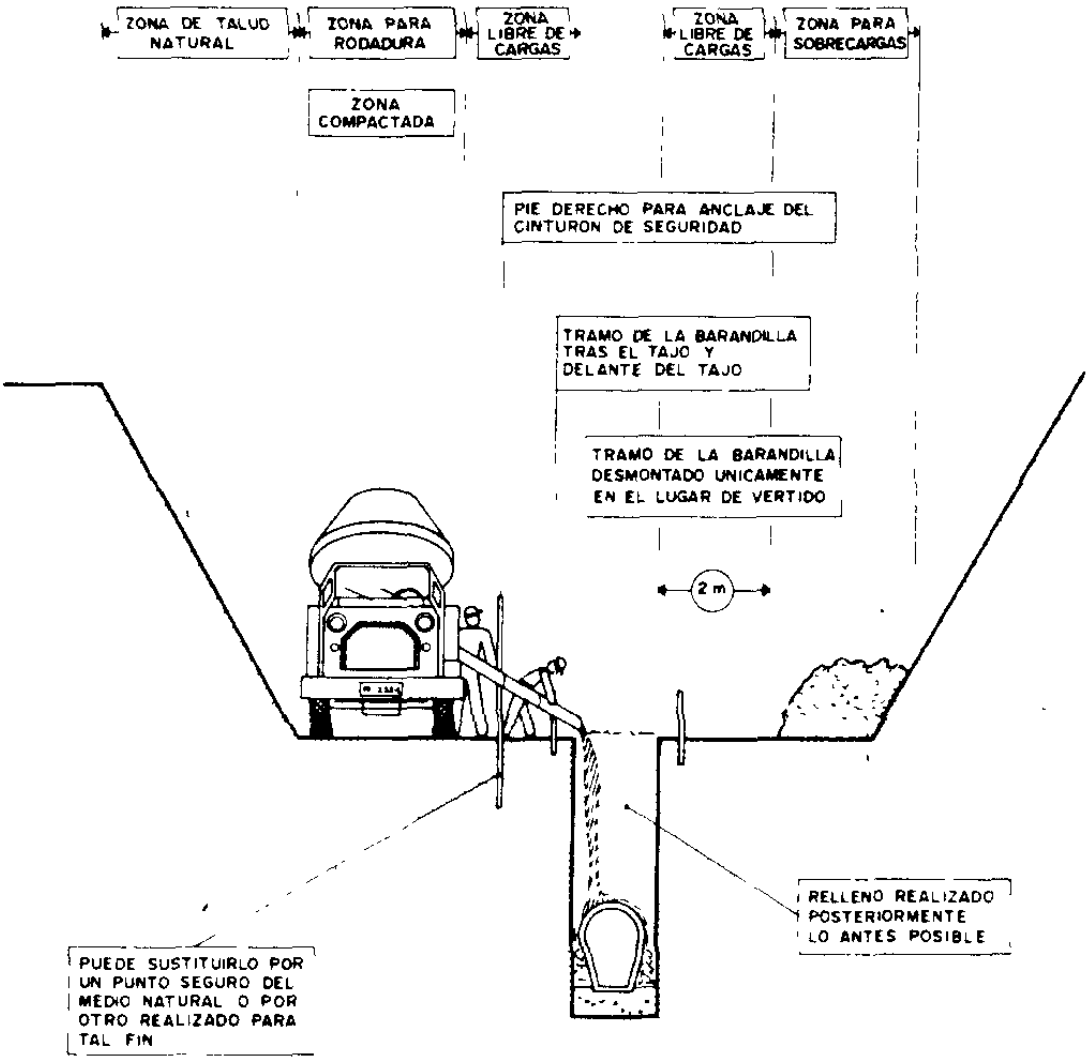
## EXCAVACIÓN. APERTURA DE ZANJAS

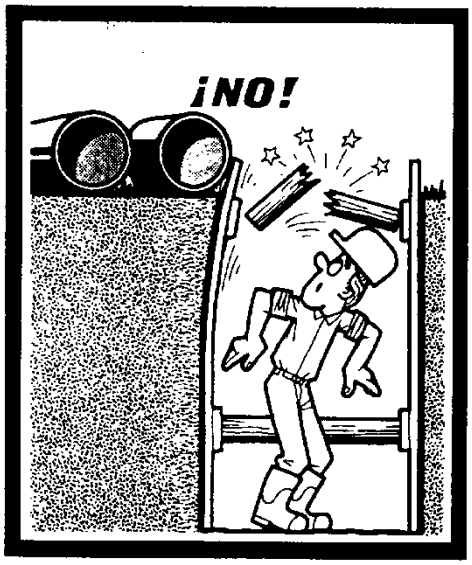


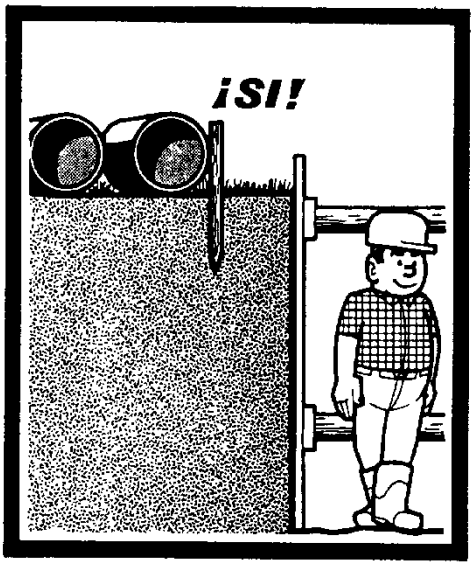




Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.


ZONA SIN CARGAS
ZONA CON CARGAS
SEÑAL LIMITE
BARANDILLA DE SEGURIDAD
ZONA DE PASO
ZONA SIN CARGAS
TALUD NATURAL
ZONA SIN CARGAS
ZONA SIN CARGAS
TALUD DE DESCARGA
ZONA SIN CARGAS


ZONA DE TALUD NATURAL
ZONA PARA RODADURA
ZONA LIBRE DE CARGAS
ZONA LIBRE DE CARGAS
ZONA PARA SOBRECARGAS
ZONA COMPACTADA
PIE DERECHO PARA ANCLAJE DEL CINTURON DE SEGURIDAD
TRAMO DE LA BARANDILLA TRAS EL TAJO Y DELANTE DEL TAJO
TRAMO DE LA BARANDILLA DESMONTADO UNICAMENTE EN EL LUGAR DE VERTIDO
2 m
RELLENO REALIZADO POSTERIORMENTE LO ANTES POSIBLE
PUEDE SUSTITUIRLO POR UN PUNTO SEGURO DEL MEDIO NATURAL O POR OTRO REALIZADO PARA TAL FIN



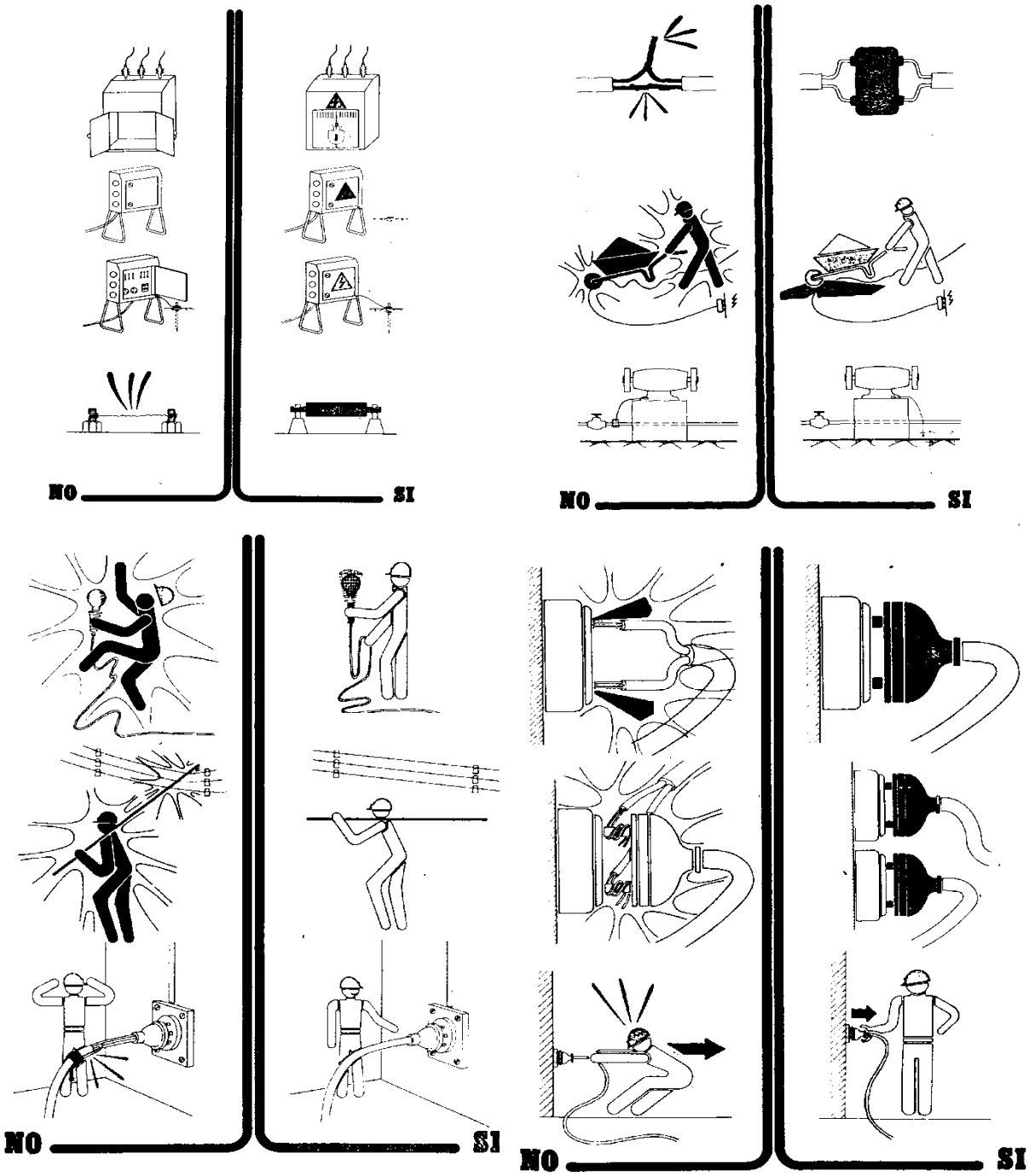




Se debe reservar un espacio suficiente entre el borde de la zanja y los materiales.

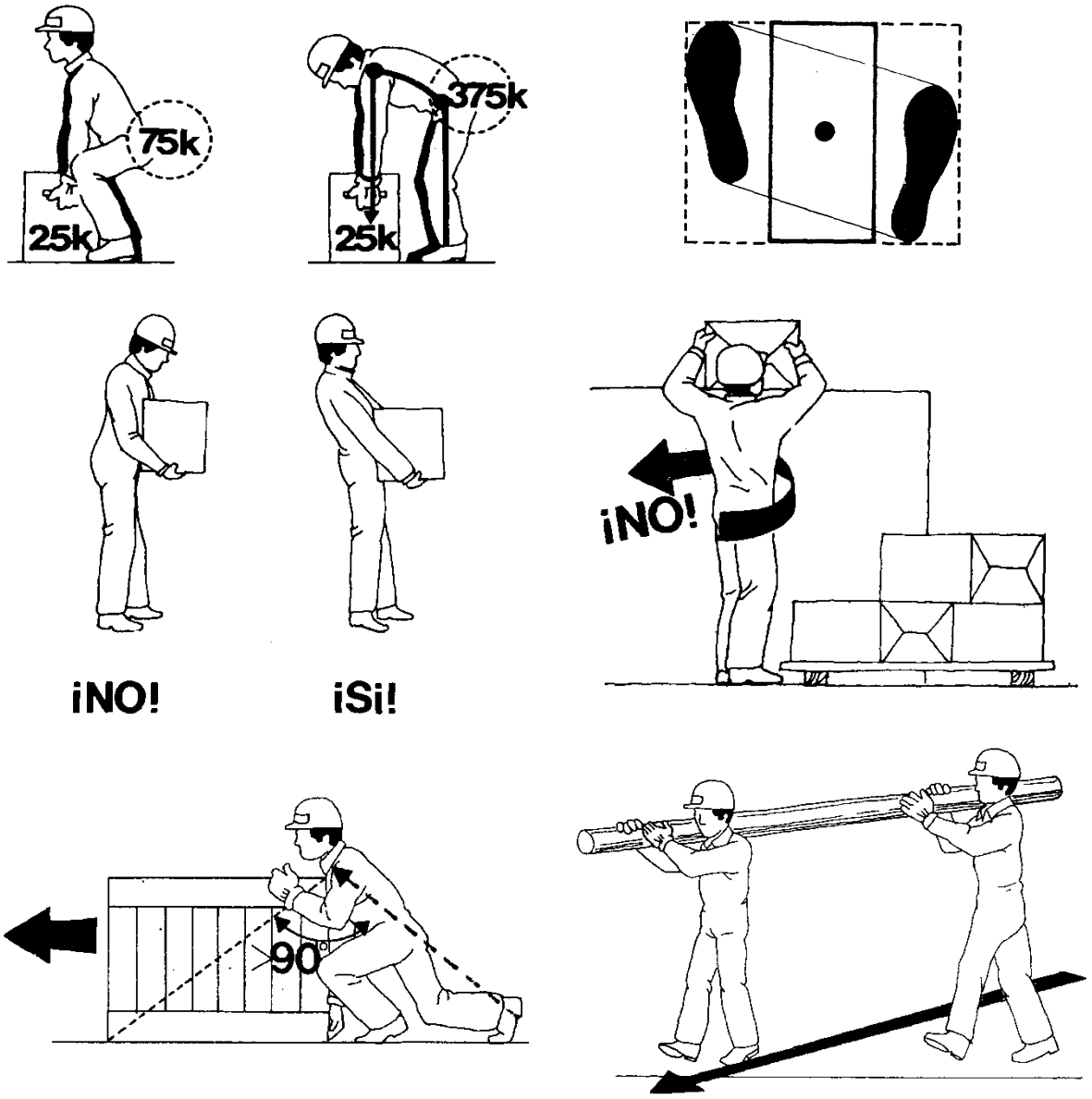
Las zanjas deben entibarse.

Profundidad de la zanja superior a 1,5 metros.

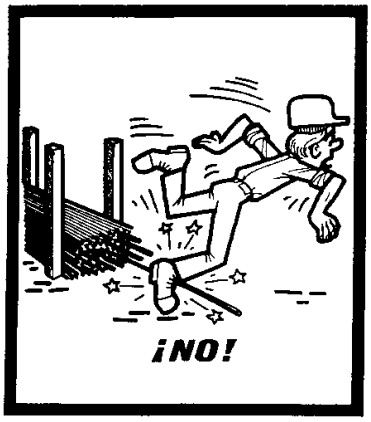
## INSTALACION ELECTRICA PROVISIONAL DE OBRA



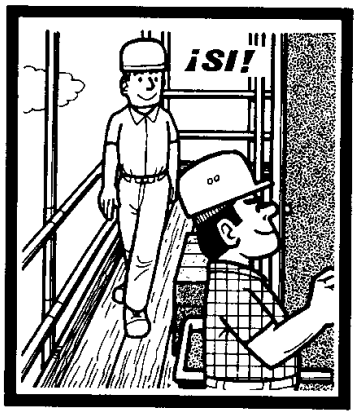
## MANIPULACION MANUAL DE CARGAS



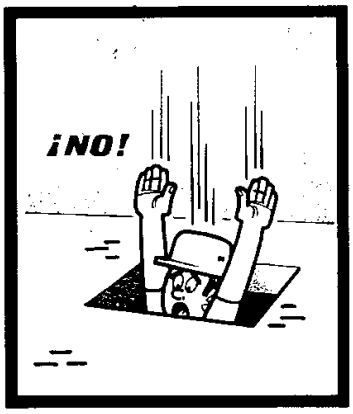
## ORDEN Y LIMPIEZA

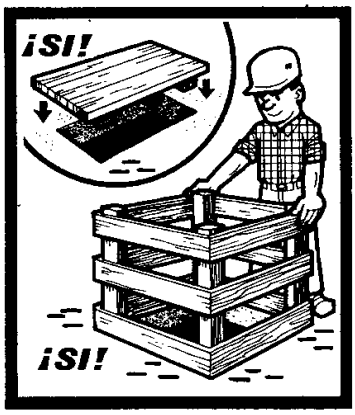


Almacenar los materiales correctamente para evitar todos los riesgos de accidentes debidos al paso de los trabajadores.

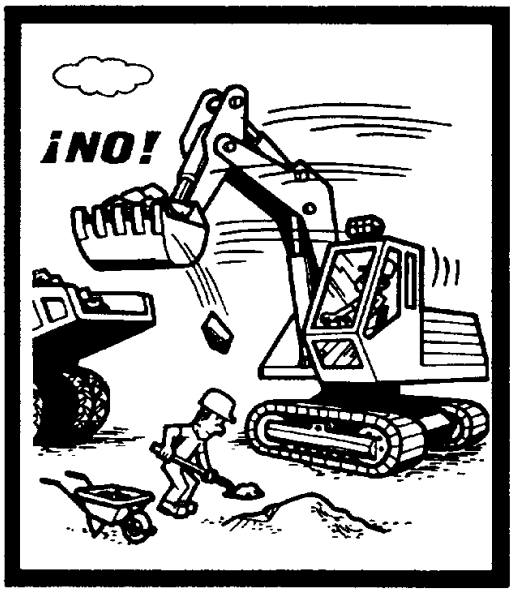



Mantener los puestos de trabajo en orden, los materiales ordenados, la circulación despejada, así se evitarán los resbalones y las caídas.

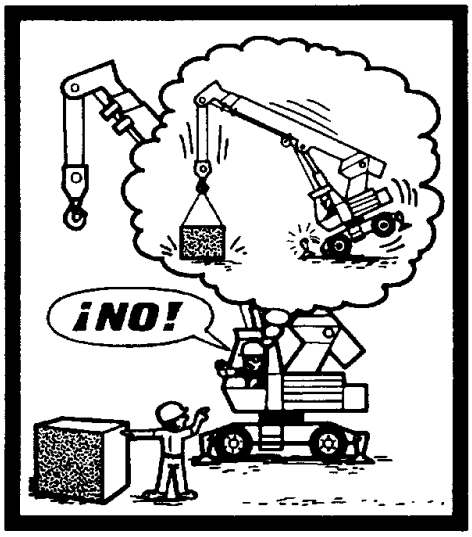


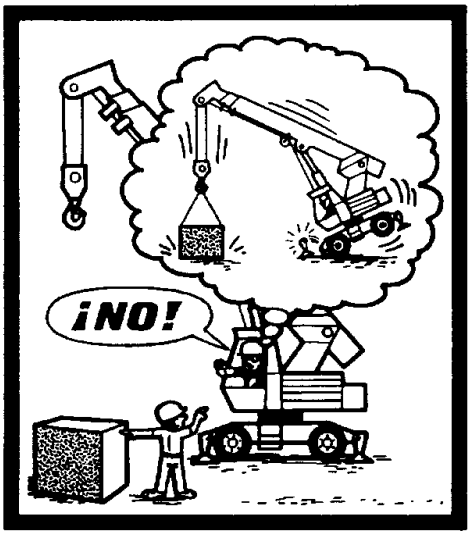
## MAQUINARIA DE OBRA




**Permanecer fuera del radio de acción de la maquinaria de obra.**




No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.

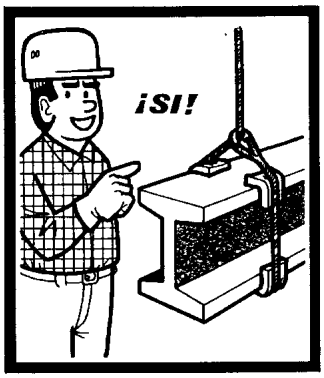



No sobrepasar la carga máxima de utilización, que debe estar bien visible, para los montacargas, grúas y demás aparatos de elevación.

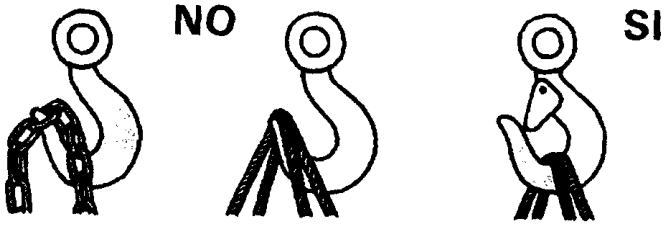
Buen apoyo de la grúa en el suelo. Uso de tablones de madera

Estabilizadores de la grúa extendidos en su totalidad

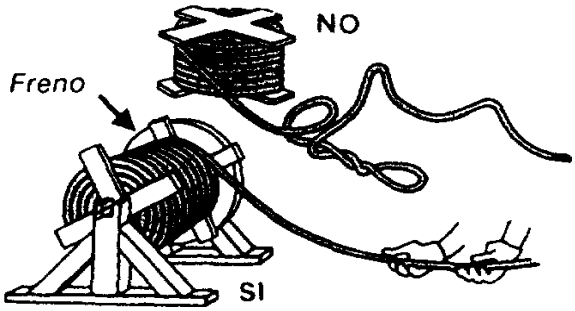
## ELEMENTOS DE IZADO

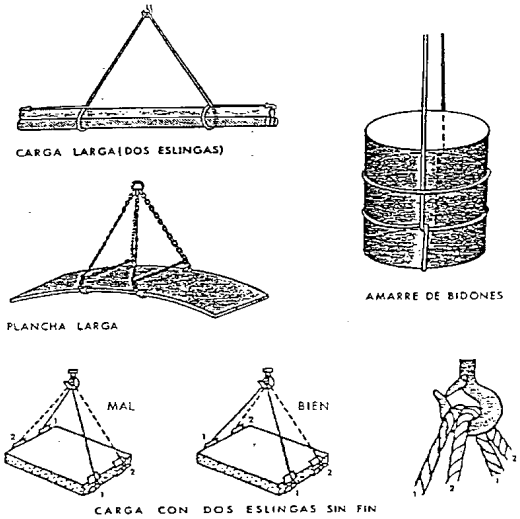


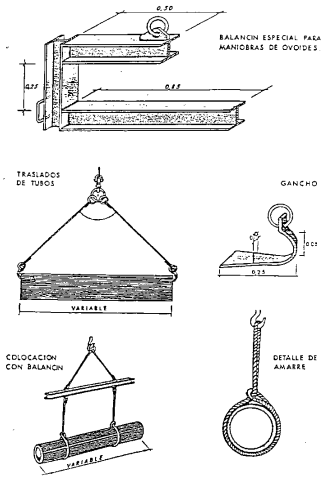

Aislar de las aristas vivas las eslingas, cadenas y cuerdas.



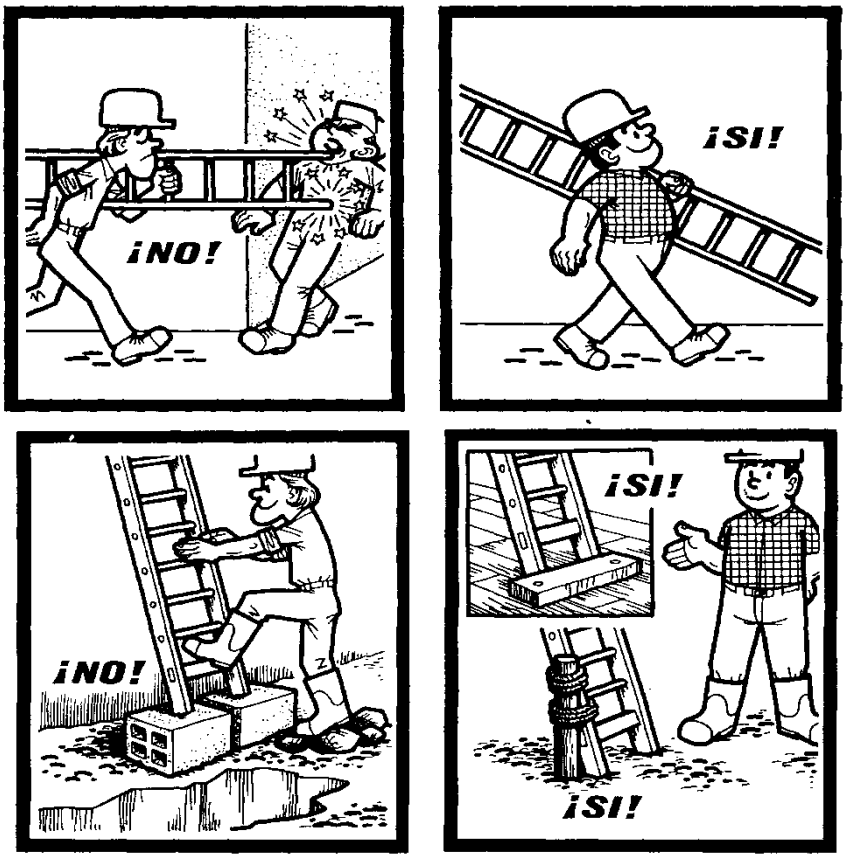

Esfuerzos soportados por asiento del gancho con pestillo de seguridad



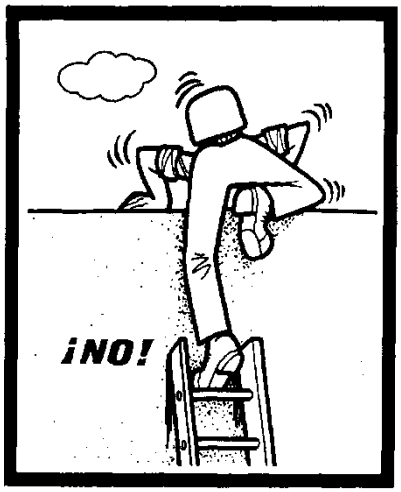



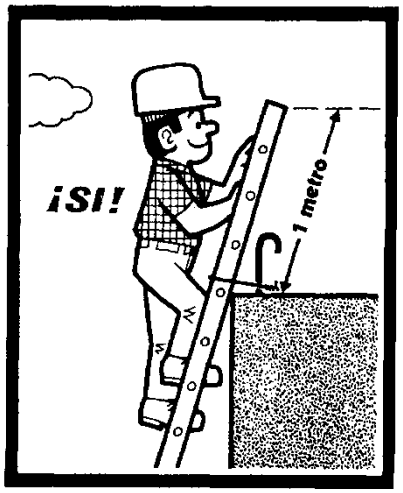
## ESCALERAS

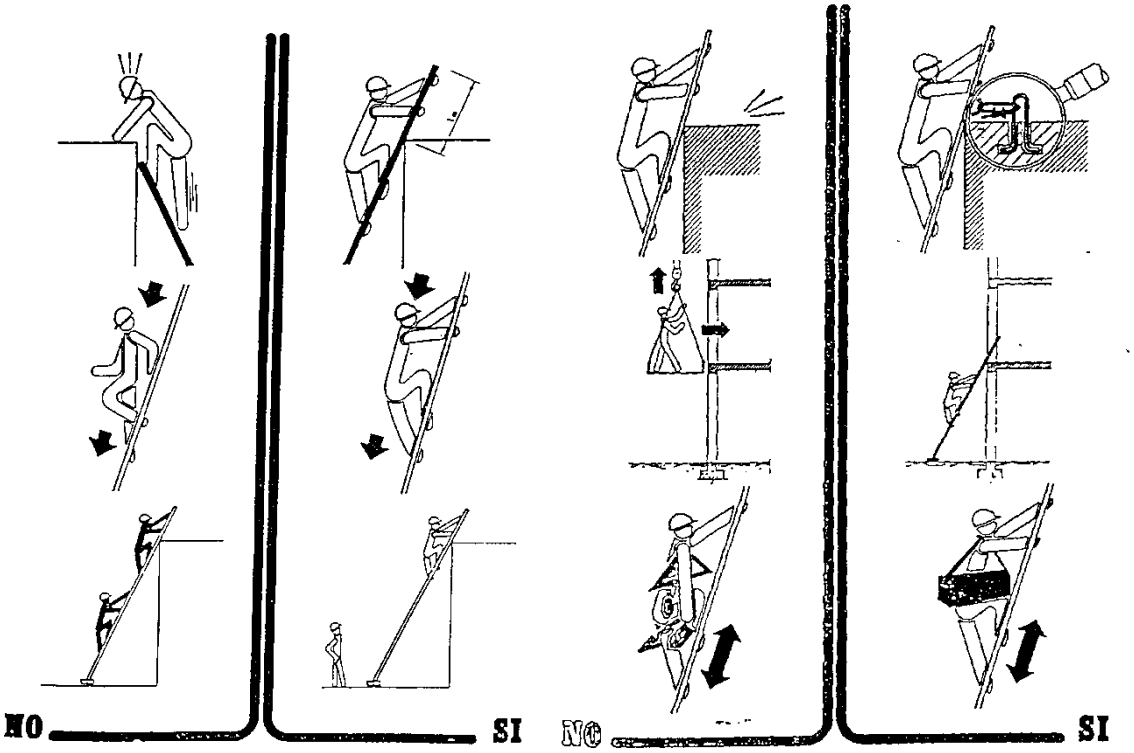



Instalar las escaleras sobre un suelo estable, contra una superficie sólida y fija, y de forma que no puedan resbalar, ni bascular.

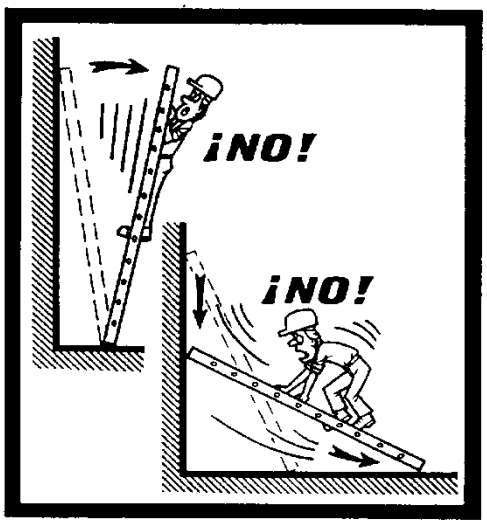
Hacer traspasar las escaleras por lo menos un metro por encima del piso de trabajo al que dan paso.



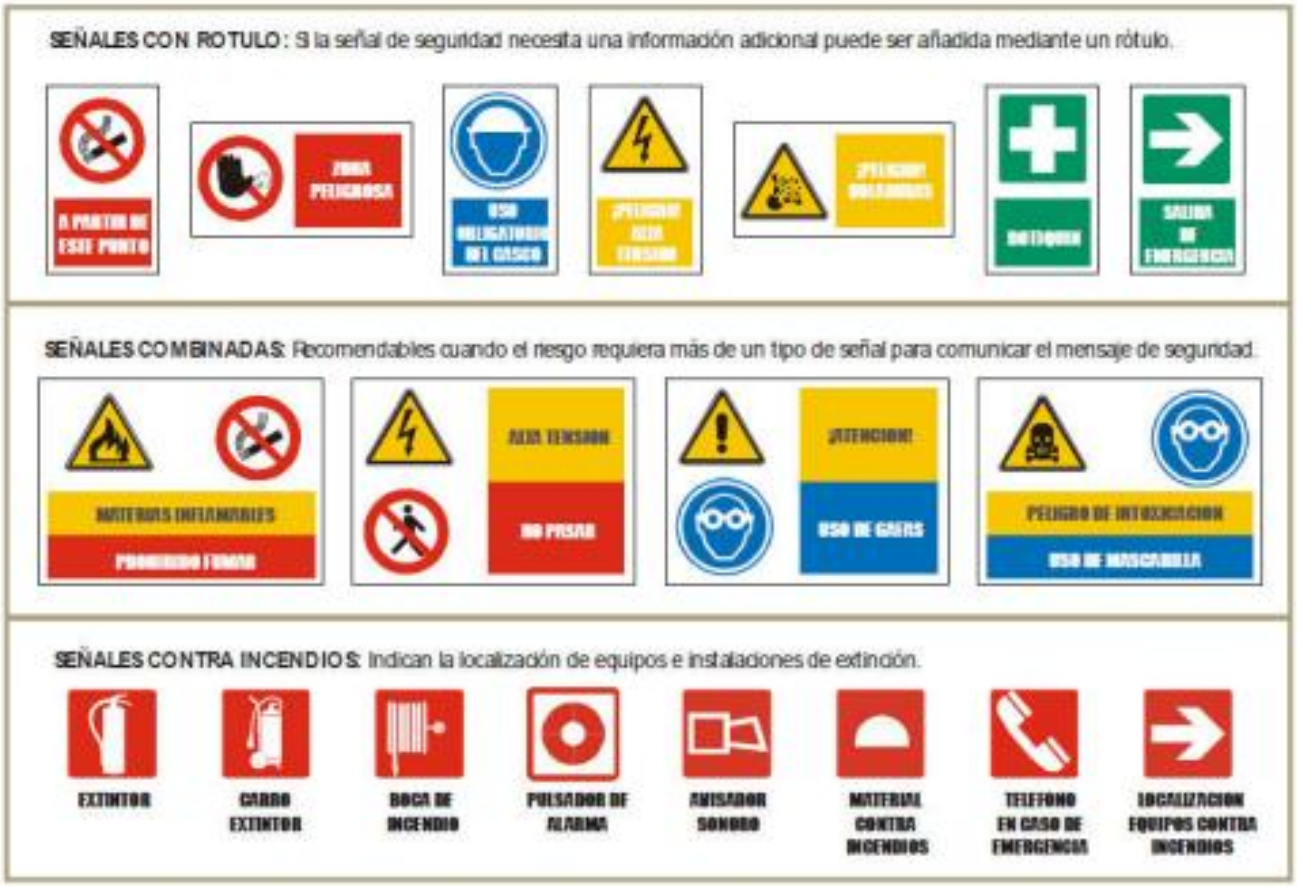
Vigilar que la separación del pié de escalera, de la superficie de apoyo, sea la correcta.



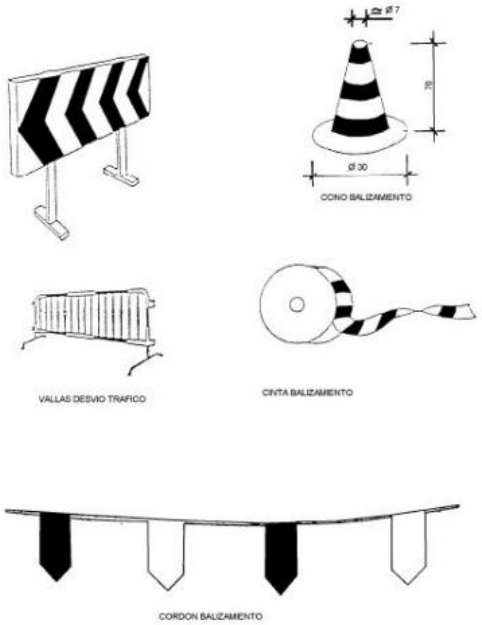
# 2 FICHAS DE SEGURIDAD

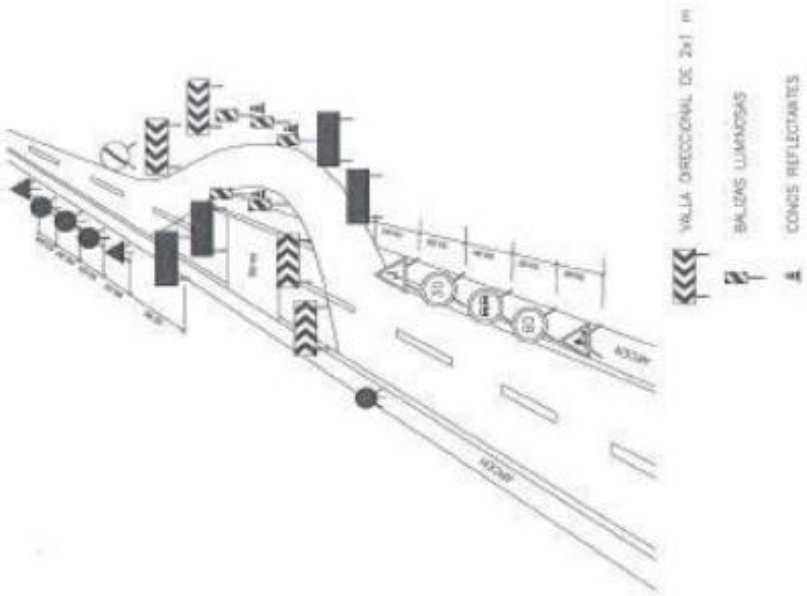
## 2.1 Señales I

## 2.2 Señales II

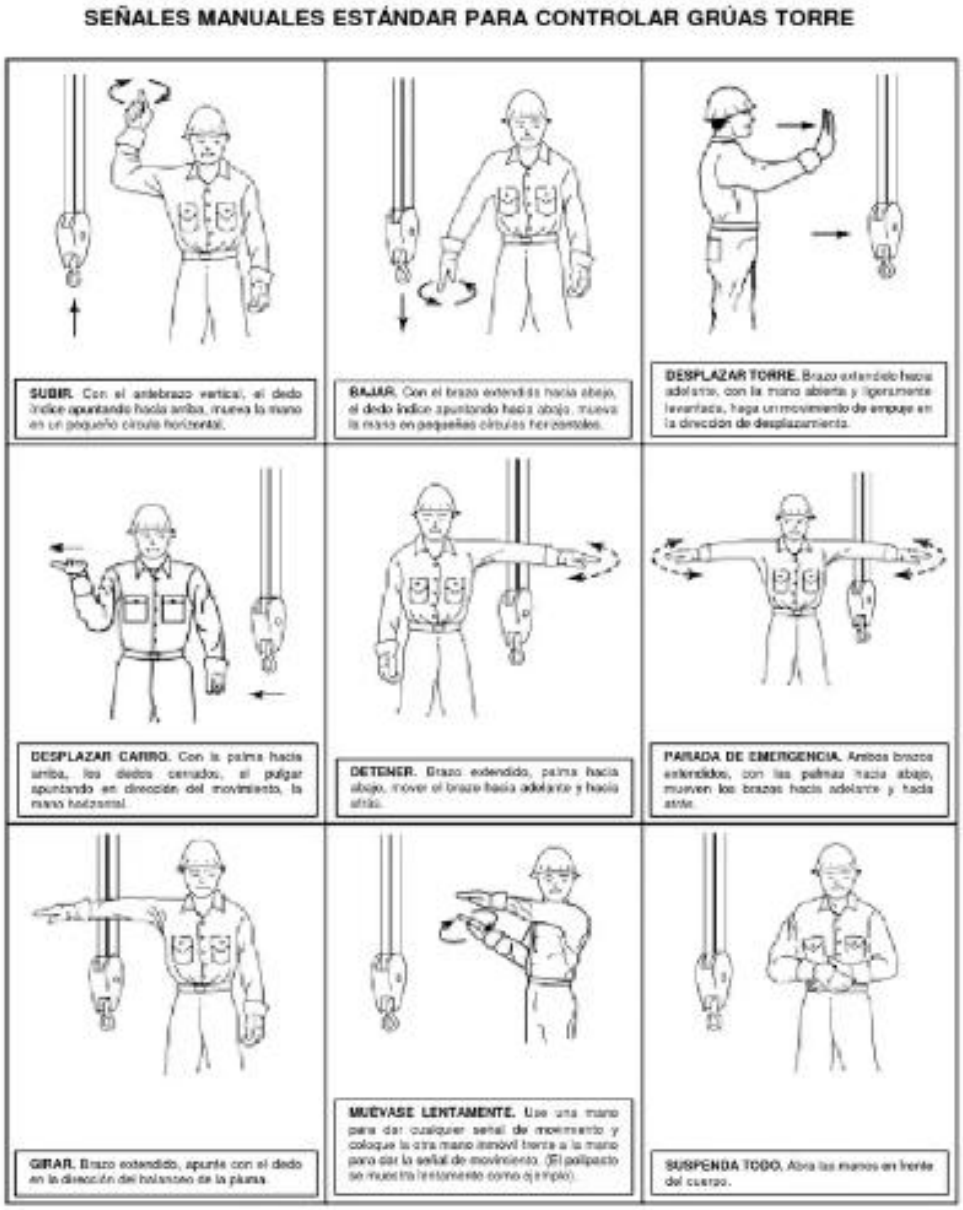


## 2.3 Señales III

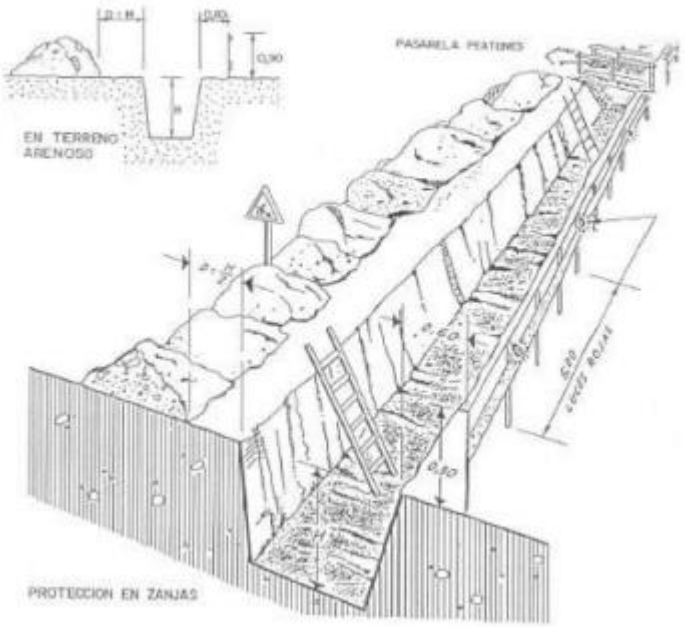


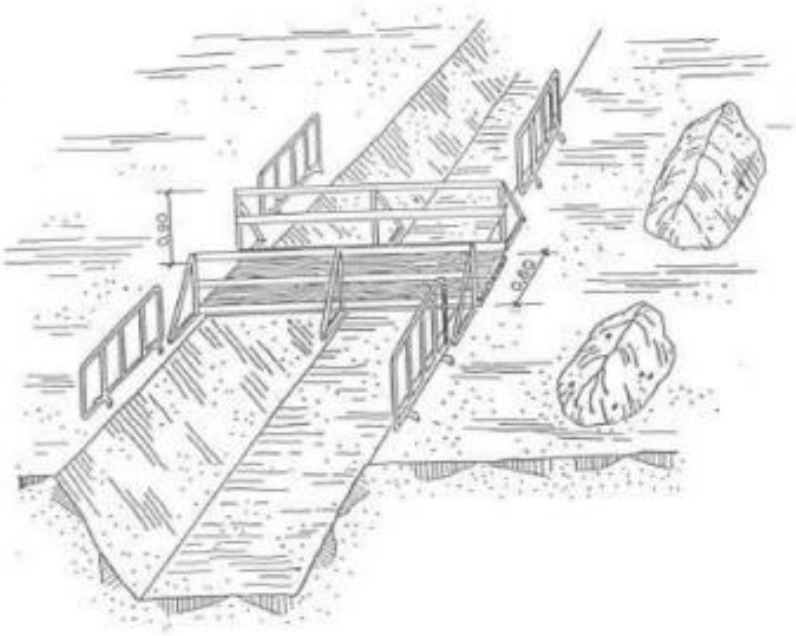



## 2.4 Señales de Grúa

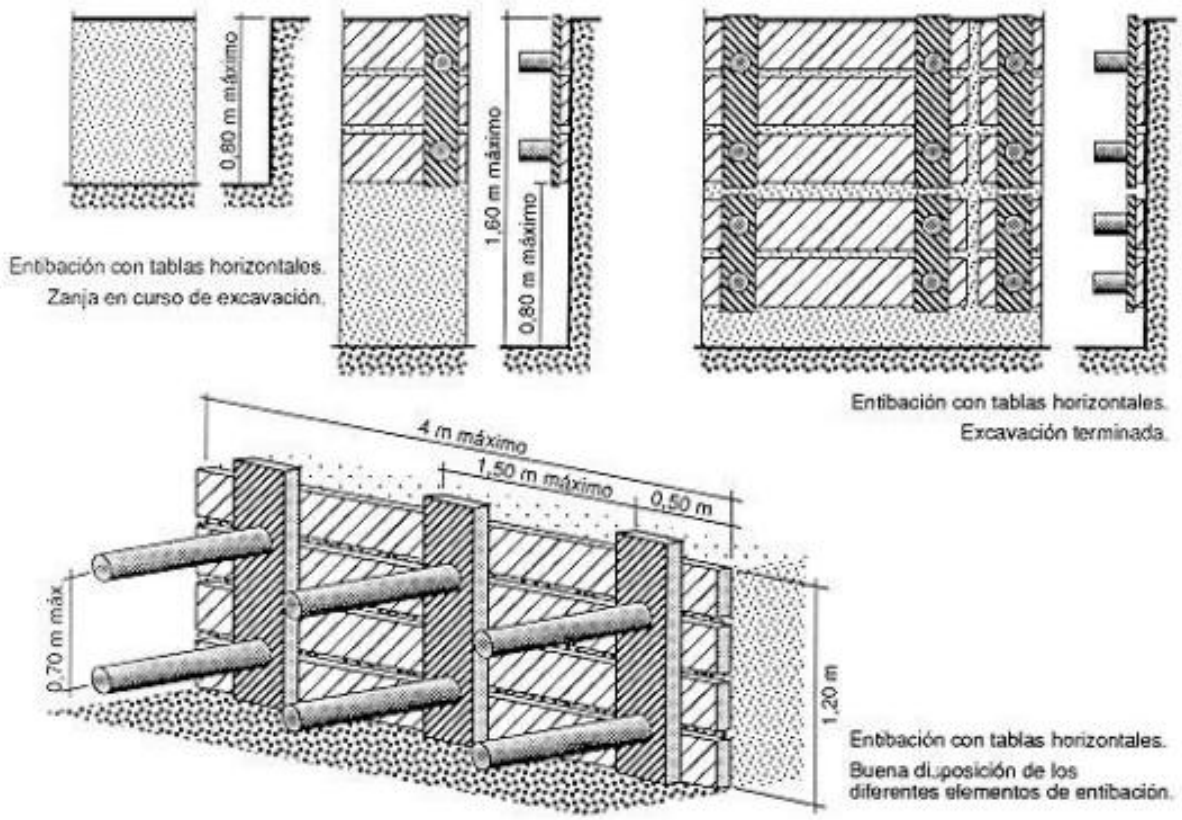


## 2.5 Protección de zanjas

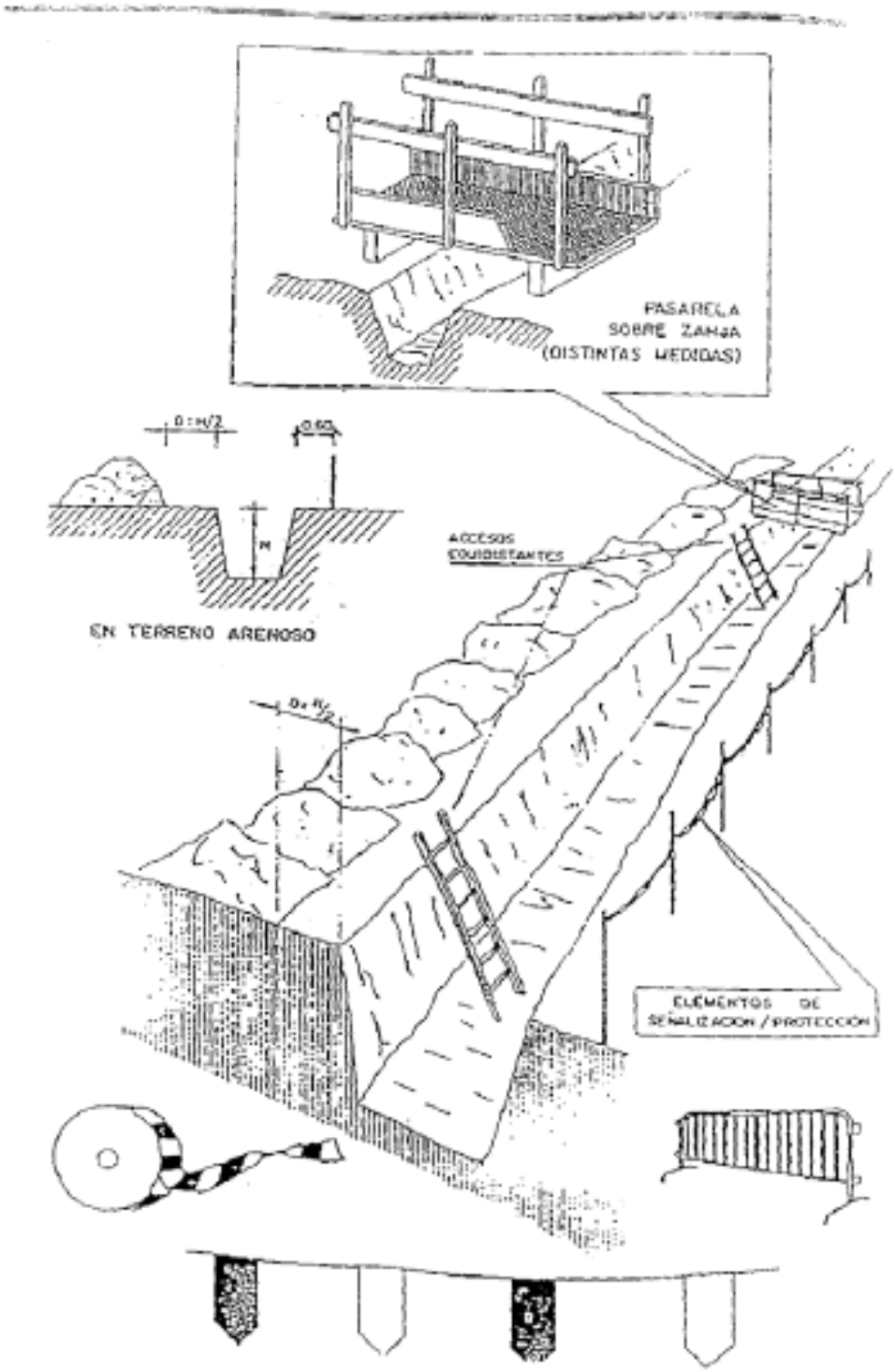


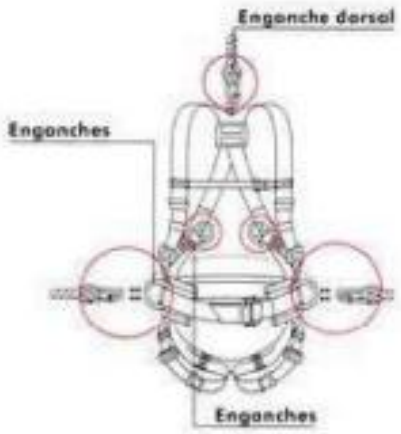
## 2.6 Entibaciones



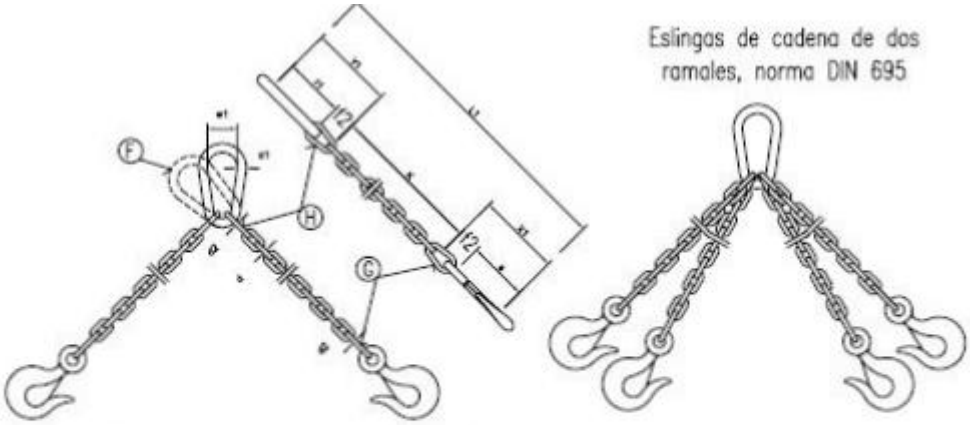
## 2.7 Zanjas


PASARELA
SOBRE ZANJA
(DISTINTAS MEDIDAS)
ACCESOS
COLINDANTES
EN TERRENO ARENOSO
ELEMENTOS DE
SEÑALIZACION / PROTECCION

## 2.8 Accesorios de elevación y transporte



## 2.9 Eslingado

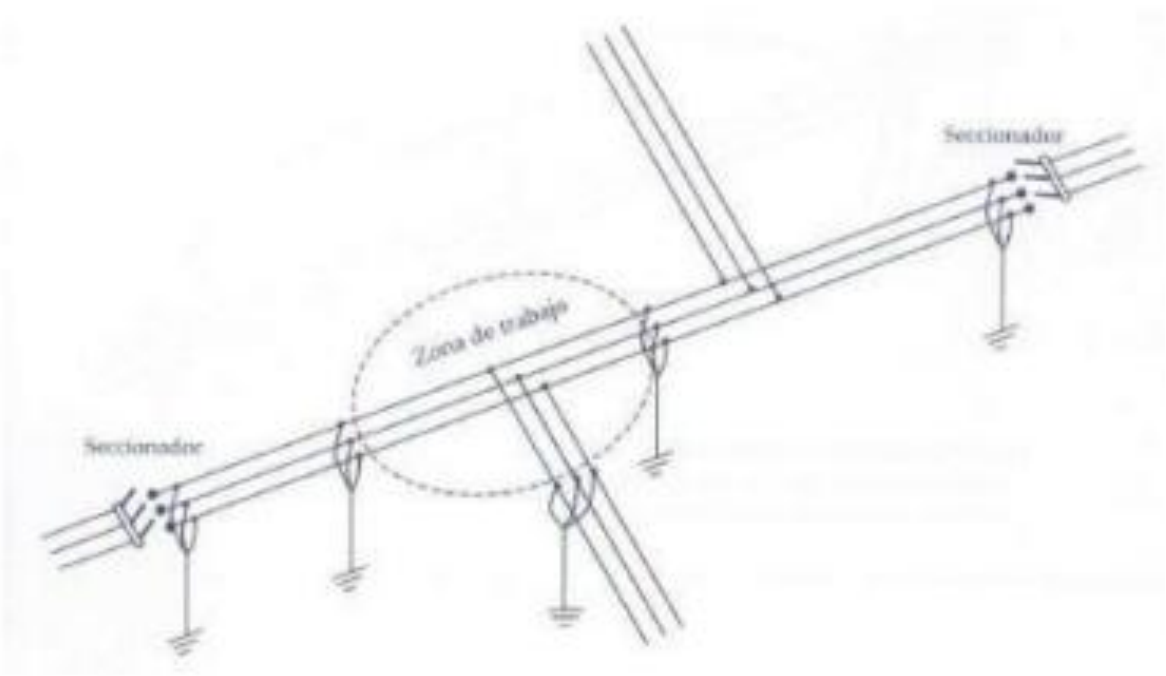



| CADENA DE CARGA | CADENA DE ARRASTRE | CARGA UTIL | | | | | Longitud de la cadena terminada para K=1000 mm. | ESLABON F | | | ESLABONES G H | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | ∝ = 45° | ∝ = 90° | ∝ = 120° | | | | | | | | | |
| Espesor nominal d mm. | DIN 689 e mm. | Kgs. | Kgs. | Kgs. | $X_1$ mm. | $Y_1$ mm. | $L_1$ mm. | $f_1$ mm. | $d_1$ mm. | $w_1$ mm. | $f_2$ mm. | $f_3$ mm. | $d_2$ 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 | 265 | 5800 | 4500 | 3200 | 356 | 398 | 1754 | 285 | 57 | 156 | 91 | 113 | 31 |
| 28 | 299 | 6800 | 5200 | 3750 | 397 | 430 | 1827 | 310 | 63 | 168 | 98 | 120 | 35 |
| 30 | 299 | 7700 | 6000 | 4250 | 404 | 460 | 1864 | 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 | 380 | 78 | 215 | 126 | 156 | 43 |
| 39 | 422 | 13500 | 10500 | 7500 | 559 | 570 | 2129 | 400 | 87 | 235 | 137 | 170 | 47 |
| 42 | 422 | 15000 | 12000 | 8500 | 569 | 600 | 2169 | 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 | 460 | 105 | 290 | 170 | 205 | 58 |
| 51 | 528 | 22500 | 17500 | 12500 | 708 | 700 | 2408 | 480 | 110 | 305 | 180 | 220 | 62 |
| 54 | 592 | 25000 | 19500 | 14000 | 782 | 730 | 2512 | 500 | 120 | 325 | 190 | 230 | 65 |
| 57 | 592 | 28000 | 21700 | 15500 | 792 | 765 | 2557 | 520 | 125 | 340 | 200 | 245 | 69 |
| 60 | 592 | 30000 | 24000 | 17000 | 802 | 800 | 2602 | 540 | 130 | 360 | 210 | 260 | 73 |

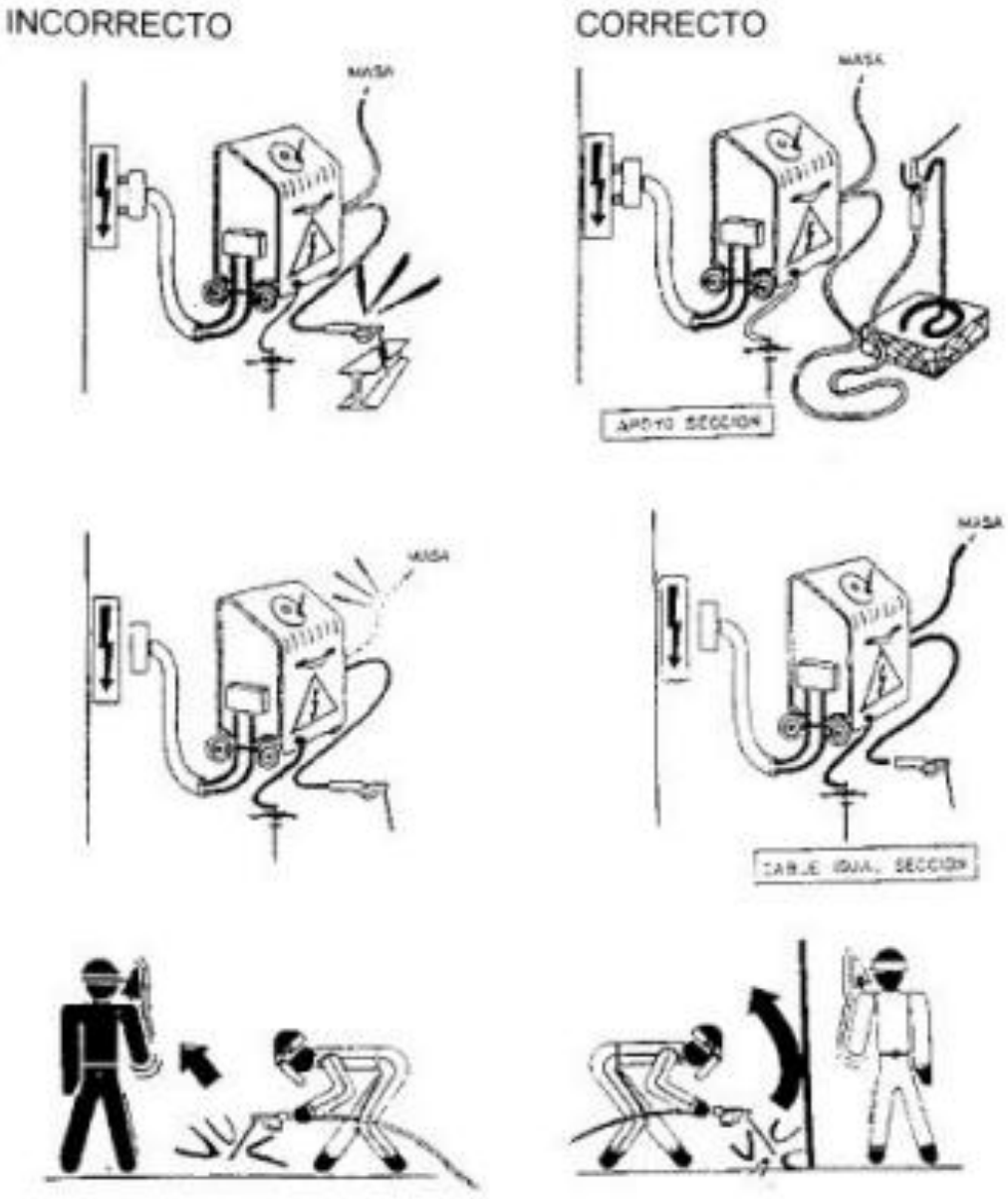
Los valores de la longitud de la cadena K, se calcularan como multiplos del paso t, segun DIN 766.
Estas eslingas se construyen tambien con argolla en lugar de gancho.
Al remolcar mas de dos ramales de cadena, se recomienda calcular como resistentes solo dos de ellas.

## 2.10 Instalación Provisional

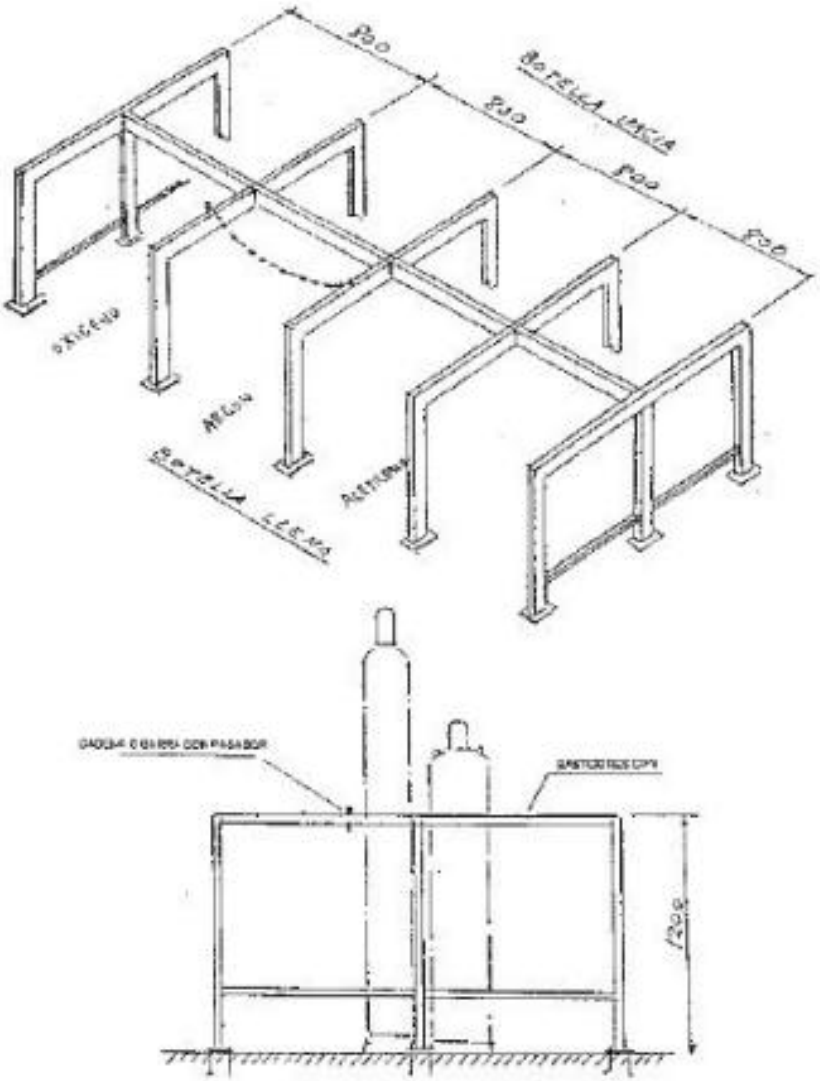
## 2.11 Instalación Provisional Eléctrica



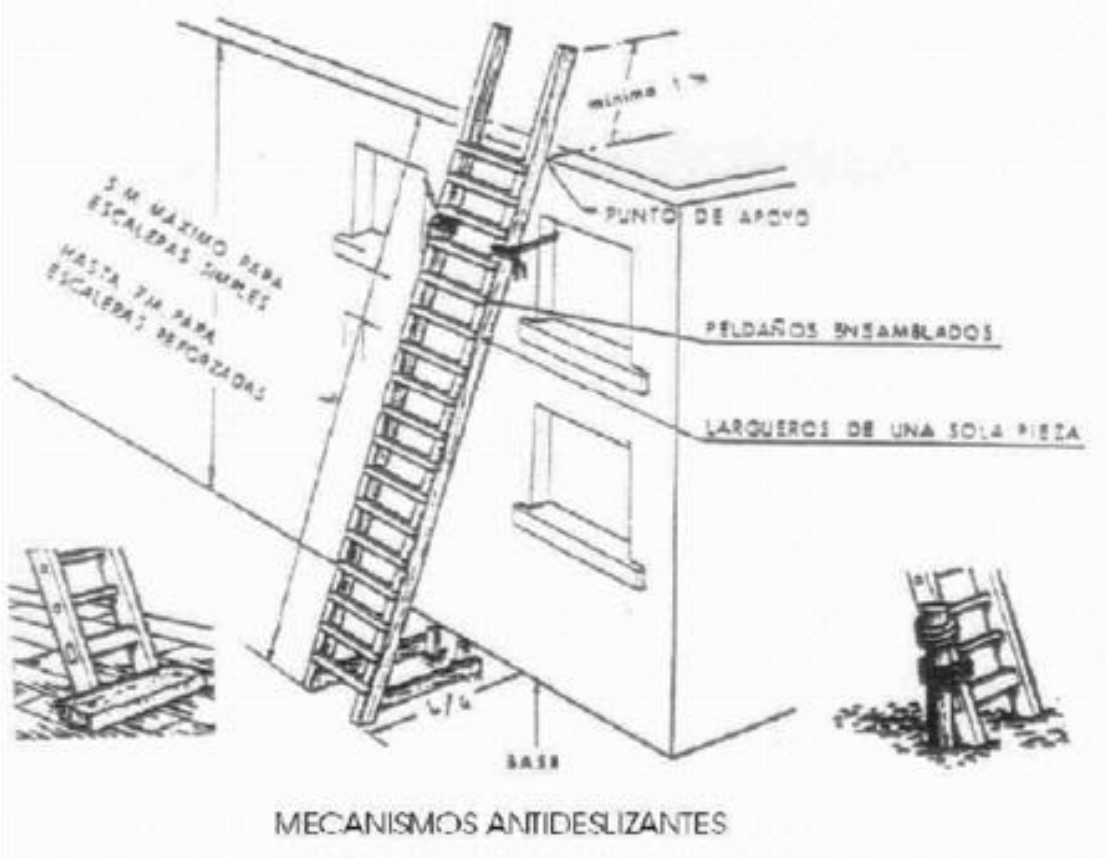
## 2.12 Soldadura

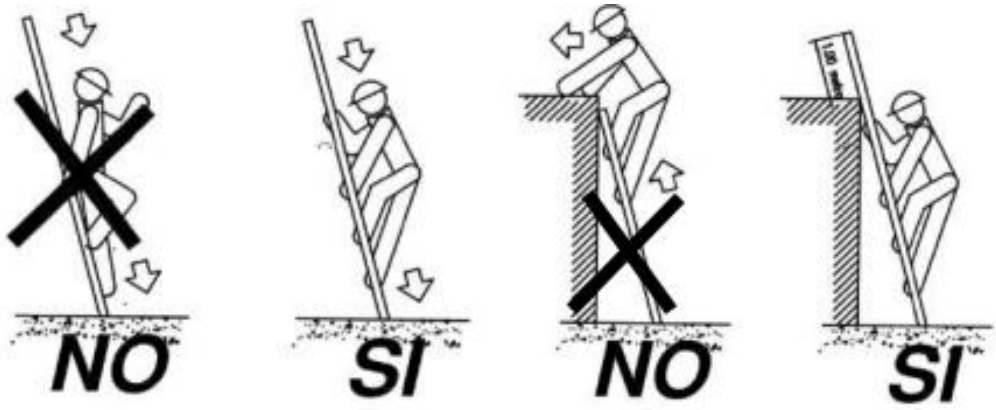


## 2.13 Andamios

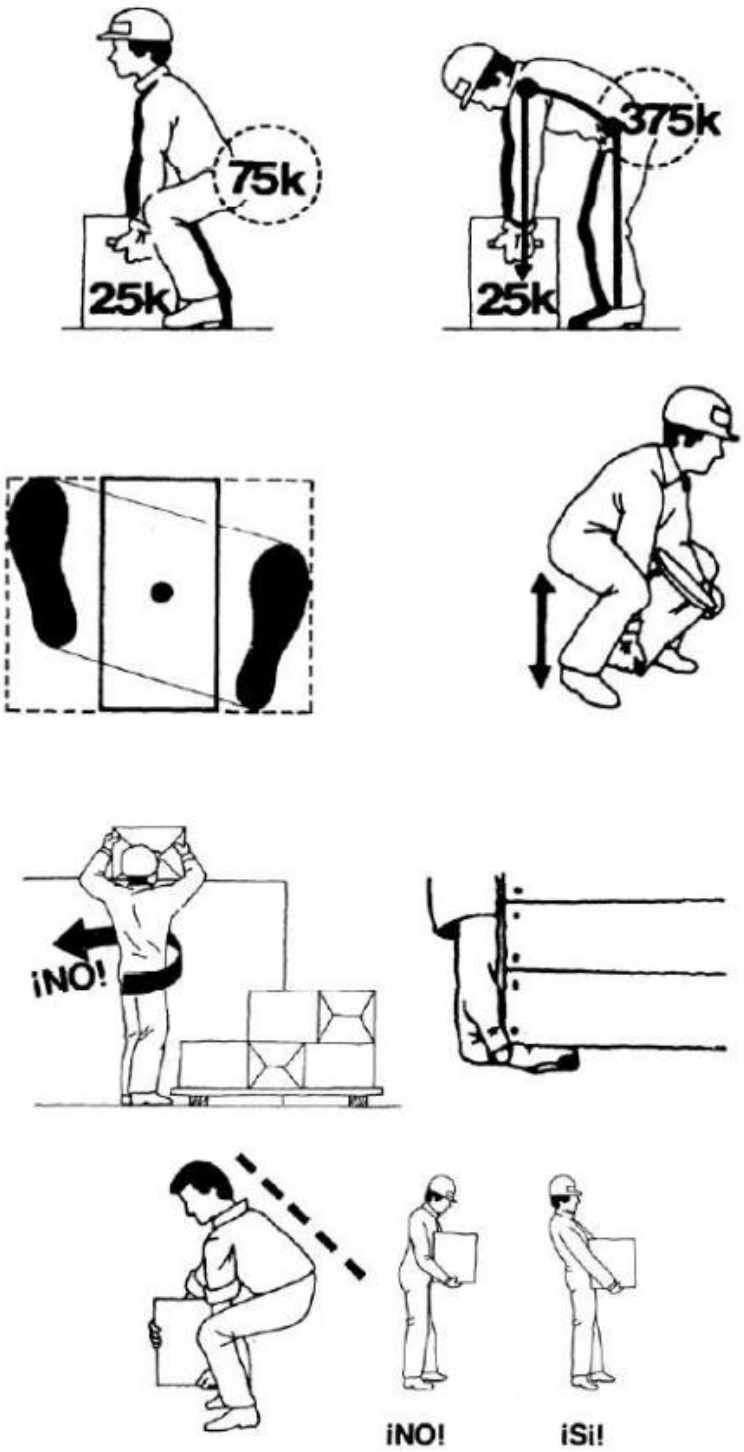


## 2.14 Escaleras



## 2.15 Manipulación de cargas



**PROYECTO:**

# PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF

**TÍTULO**

## ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
## PRESUPUESTO

**Nº DE DOCUMENTO**

**GOZU-SOL-LE-PE-ESS-0001-A03**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº REVISIÓN:** | 02 | **DOCUMENTO EMITIDO PARA:** | LEGALIZACIÓN |
| **FECHA EMISIÓN:** | 20/10/2025 | | |

| | | |
|---|---|---|
| BPG | OCT | 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 | 26/06/2024 | Versión inicial |
| 01 | 29/01/2025 | Proyecto |
| 02 | 20/10/2025 | Modificación de Proyecto |

## Índice

1 Mediciones y presupuesto ..... 4
1.1 Mediciones ..... 4
1.1.1 Prevención y formación ..... 4
1.1.2 Servicio médico ..... 4
1.1.3 Protecciones colectivas ..... 4
1.1.4 Protecciones individuales ..... 5
1.1.5 Instalaciones de higiene y primeros auxilios ..... 5
1.2 Presupuesto ..... 5
1.2.1 Prevención y formación ..... 5
1.2.2 Servicio médico ..... 5
1.2.3 Protecciones colectivas ..... 6
1.2.4 Protecciones individuales ..... 6
1.2.5 Instalaciones de Higiene y Primeros Auxilios ..... 7
1.2.6 Total presupuesto ..... 8

# 1 Mediciones y presupuesto

## 1.1 Mediciones

Las mediciones relacionadas con los temas de Seguridad y Salud para la prevención de riesgos se dimensionarán para su empleo y posterior presupuestación. A efectos de sistematización se establecen los siguientes conceptos:

- Prevención y formación
- Servicio Médico
- Protecciones colectivas
- Protecciones personales
- Instalaciones de Higiene

Los criterios de medición y presupuestación de cada concepto se indican a continuación:

### 1.1.1 Prevención y formación

La medición se realiza en base a Horas-hombre correspondientes al Técnico de Seguridad y Salud, que se prevén dedicar a la asistencia técnica, inspección, formación, etc.

### 1.1.2 Servicio médico

Comprende el reconocimiento anual a cada uno de los trabajadores que intervengan en la ejecución de la obra, así como la emisión del informe correspondiente respecto a si resulta o no apto para el trabajo a desarrollar. Su presupuestación se realiza en base importe por trabajador.

### 1.1.3 Protecciones colectivas

La medición se realiza en base a una determinada dotación anual por operario. Su presupuestación se obtiene partiendo de la citada dotación anual, precio unitario, número de operarios y duración estimada de la obra.

### 1.1.4 Protecciones individuales

Tanto su medición como presupuestación, se realiza en base a los mismos conceptos indicados en el concepto anterior de protecciones colectivas.

### 1.1.5 Instalaciones de higiene y primeros auxilios

Su medición se realiza en base a las unidades previstas, precio unitario, número de operarios y duración estimada de la obra.

## 1.2 Presupuesto

El presupuesto del estudio de Seguridad y Salud se realiza en base a los conceptos indicados en el punto anterior, se supondrá un tiempo estimado de duración de obra de nueve meses (9 meses) y con una media de 30 trabajadores.

### 1.2.1 Prevención y formación

| Nº DE ORDEN | DESCRIPCION | HORAS - HOMBRE – MES | PRECIO UNIDAD | FRACCIÓN ESTIMADA | COSTE (€) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Asistencia técnica, inspecciones, informes… | 14,0 reuniones | 57,33 | 9 | 7.223,58 |
| 2 | Reuniones de seguridad | 0,5 reuniones | 344,01 | 9 | 1.548,05 |
| 3 | Formación | 0,5 reuniones | 573,35 | 9 | 2.580,08 |
| | | | | Subtotal | **11.351,70** |

### 1.2.2 Servicio médico

| Nº DE ORDEN | DESCRIPCION | Nº DE OPERARIOS | PRECIO UNIDAD | FRACCIÓN ESTIMADA | COSTE (€) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Reconocimiento médico | 30 | 57,33 € | 0,75 | 1.289,93 € |
| | | | | Subtotal | **1.289,93 €** |

### 1.2.3 Protecciones colectivas

| Nº DE ORDEN | DESCRIPCION | DOTACION ANUAL OPERARIO | PRECIO UNIDAD (€) | Nº DE OPERARIOS PREVISTOS | FRACCIÓN ESTIMADA | COSTE (€) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Cerramientos/vallas de obra | 0,1 | 7166,82 | 30 | 0,25 | 5.375,12 |
| 2 | Barandillas | 0,25 | 86 | 30 | 0,75 | 483,75 |
| 3 | Señalización zona de trabajo | 0,25 | 28,67 | 30 | 0,75 | 161,27 |
| 4 | Cintas de balizamiento | 1 | 21,5 | 30 | 0,75 | 483,75 |
| 5 | Vallas metálicas | 0,5 | 57,33 | 30 | 0,25 | 214,99 |
| 6 | Andamios | 0,15 | 2866,73 | 30 | 0,75 | 9.675,21 |
| 7 | Chapa protección huecos | 0,25 | 95,56 | 30 | 0,75 | 537,53 |
| 8 | Escaleras de mano | 0,5 | 114,67 | 30 | 0,75 | 1.290,04 |
| 9 | Protección ferralla (setas plástico) | 30 | 0,36 | 30 | 0,75 | 243,00 |
| 10 | Extintores portátiles | 0,25 | 32 | 30 | 0,75 | 180,00 |
| 11 | Líneas de vida | 0,5 | 226,95 | 30 | 0,75 | 2.553,19 |
| | | | | | Subtotal | **21.197,84** |

### 1.2.4 Protecciones individuales

| Nº DE ORDEN | DESCRIPCION | DOTACION ANUAL OPERARIO | PRECIO UNIDAD (€) | Nº DE OPERARIOS PREVISTOS | FRACCIÓN ESTIMADA | COSTE (€) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | Casco seguridad | 1,25 | 8,6 | 30 | 0,75 | 241,88 |
| 2 | Gafas contra impactos | 1 | 43 | 30 | 0,75 | 967,50 |
| 3 | Gafas ambientes pulvígenos | 1 | 43 | 30 | 0,75 | 967,50 |
| 4 | Gafas soldadura autógena | 1 | 43 | 30 | 0,75 | 967,50 |
| 5 | Guantes de trabajo | 12 | 7,17 | 30 | 0,75 | 1935,90 |
| 6 | Guantes de goma | 3 | 7,17 | 30 | 0,75 | 483,98 |
| 7 | Guantes aislantes | 1 | 86,15 | 30 | 0,75 | 1938,38 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 8 | Pantalla arco eléctrico | 1 | 28,67 | 30 | 0,75 | 645,08 |
| 9 | Mascarilla ambientes pulvígenos | 6 | 4,3 | 30 | 0,75 | 580,50 |
| 10 | Protecciones auditivas | 2 | 17,2 | 30 | 0,75 | 774,00 |
| 11 | Manguitos soldador | 1 | 31,06 | 30 | 0,75 | 698,85 |
| 12 | Mandil soldador | 1 | 45,39 | 30 | 0,75 | 1021,28 |
| 13 | Polainas soldador | 1 | 29,86 | 30 | 0,75 | 671,85 |
| 14 | Cinturón banda ancha cuero | 1 | 35,83 | 30 | 0,75 | 806,18 |
| 15 | Arnés seguridad | 0,5 | 86 | 30 | 0,75 | 967,50 |
| 16 | Dispositivos anticaídas | 0,5 | 201,01 | 30 | 0,75 | 2261,36 |
| 17 | Botas de seguridad | 1,25 | 47,78 | 30 | 0,75 | 1343,81 |
| 18 | Botas de goma | 1,25 | 25,8 | 30 | 0,75 | 725,63 |
| 19 | Traje impermeable | 1 | 71,67 | 30 | 0,75 | 1612,58 |
| 20 | Chaleco reflectante | 0,5 | 50,17 | 30 | 0,75 | 564,41 |
| | | | | | Subtotal | **20.175,64** |

### 1.2.5 Instalaciones de Higiene y Primeros Auxilios

| Nº DE ORDEN | DESCRIPCION | PRECIO UNIDAD (€) | FRACCIÓN ESTIMADA | COSTE (€) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | Mes alquiler caseta prefabricada oficina | 860,02 | 9 | 7.740,18 |
| 2 | Mes alquiler caseta prefabricada aseos y vestuarios | 860,02 | 9 | 7.740,18 |
| 3 | Botiquín sanitario de obra | 215 | ---- | 215 |
| | | | Subtotal | **15.695,36** |

### 1.2.6 Total presupuesto

| Concepto | Importe |
|---|---|
| Prevención y formación | 11.351,70 € |
| Servicio médico | 1.289,93 € |
| Protecciones colectivas | 21.197,84 € |
| Protecciones individuales | 20.175,64 € |
| Instalaciones de Higiene y Primeros Auxilios | 15.695,36 € |
| **TOTAL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD** | **69.710,46 €** |

Asciende el presente presupuesto del Estudio de Seguridad y Salud a la referida cantidad de: **SESENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS DIEZ EUROS CON CUARENTA Y SEIS CÉNTIMOS (69.710,46 €).**

**PROYECTO:**

**PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF**

**TÍTULO**

# ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

**Nº DE DOCUMENTO**

**GOZU-SOL-LE-PE-EGR-0001**

| | | | |
|---|---|---|---|
| **Nº REVISIÓN:** | 02 | **DOCUMENTO EMITIDO PARA:** | LEGALIZACIÓN |
| **FECHA EMISIÓN:** | 20/10/2025 | | |

| | | |
|---|---|---|
| BPG | OCT | 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 | 26/06/2024 | Versión inicial |
| 01 | 29/01/2025 | Proyecto |
| 02 | 20/10/2025 | Modificación de Proyecto |

# Índice

1 ANTECEDENTES ....4
1.1 OBJETO ....4
1.2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO ....4
1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS ....4
2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR ....5
3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS ....11
3.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN ....11
4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA ....13
4.1 SEGREGACIÓN ....13
4.2 ALMACENAMIENTO ....13
5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS ....15
5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS ....15
5.2 RESIDUOS PELIGROSOS ....16
6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN ....17

# 1 ANTECEDENTES

## 1.1 OBJETO

El presente Estudio de Residuos se realiza para minimizar los impactos derivados de la generación de residuos en la construcción del presente proyecto, estableciendo las medidas y criterios a seguir para reducir al máximo la cantidad de residuos generados, segregarlos y almacenarlos correctamente y proceder a la gestión más adecuada para cada uno de ellos.

El Estudio se lleva a cabo en cumplimiento de la siguiente normativa:

- R.D. 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y se ha redactado según los criterios contemplados en el artículo 4 de dicho Real Decreto.
- Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados

## 1.2 SITUACIÓN Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

La situación y descripción general del proyecto está reflejado en el Documento: Memoria del presente proyecto.

## 1.3 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS TRABAJOS

Las actividades a llevar a cabo y que van a dar lugar a la generación de residuos van a ser las siguientes:

- Apertura/acondicionamiento de accesos y zonas de trabajo: desbroces/talas y movimientos de tierras.
- Obra civil: excavación y hormigonado de cimentaciones (Zanja en el caso de líneas subterráneas)
- Acopio de material necesario en las campas, armado e izado de los apoyos.
- Apertura de la calle de tendido. Apertura de calle de seguridad (talas y podas).
- Tendido de conductores y cables de tierra
- Limpieza y restauración de las zonas de obra

## 2 ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Durante los trabajos descritos se prevé generar los siguientes residuos, codificados de acuerdo con lo establecido por la Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular (Lista europea de residuos):

**A.1.: RCDs Nivel I**

| | 1. TIERRAS Y PÉTROS DE LA EXCAVACIÓN | | Tratamiento | Destino | Cantidad |
|---|---|---|---|---|---|
| x | 17 05 04 | Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03 | Sin tratamiento esp. | Restauración / Vertedero | 1037,02 |

**A.2.: RCDs Nivel II**

| | RCD: Naturaleza no pétrea | | Tratamiento | Destino | Cantidad |
|---|---|---|---|---|---|
| | **1. Asfalto** | | | | |
| x | 17 03 02 | Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01 | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 4,01 |
| | **2. Madera** | | | | |
| x | 17 02 01 | Madera | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 3,20 |
| | **3. Metales** | | | | |
| x | 17 04 01 | Cobre, bronce, latón | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 0,20 |
| x | 17 04 02 | Aluminio | Reciclado | | 0,02 |
| x | 17 04 05 | Hierro y Acero | Reciclado | | 2,99 |
| | **4. Papel** | | | | |
| x | 20 01 01 | Papel | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 0,24 |
| | **5. Plástico** | | | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| x | 17 02 03 | Plástico | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 1,20 |
| | **6. Vidrio** | | | | |
| | 17 02 02 | Vidrio | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 0,40 |
| | **7. Yeso** | | | | |
| | 17 08 02 | Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los del código 17 08 01 | Reciclado | Gestor autorizado RNPs | 0,16 |

| | RCD: Naturaleza pétrea | | Tratamiento | Destino | Cantidad |
|---|---|---|---|---|---|
| | **1. Arena Grava y otros áridos** | | | | |
| x | 01 04 08 | Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07 | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 0,80 |
| x | 01 04 09 | Residuos de arena y arcilla | Reciclado | Planta de reciclaje RCD | 2,40 |
| | **2. Hormigón** | | | | |
| x | 17 01 01 | Hormigón | Reciclado / Vertedero | Planta de reciclaje RCD | 9,61 |
| | **4. Piedra** | | | | |
| x | 17 09 04 | RDCs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03 | Reciclado | | 4,01 |

| | RCD: Potencialmente peligrosos y otros | | Tratamiento | Destino | Cantidad |
|---|---|---|---|---|---|

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | **1. Basuras** | | | | |
| x | 20 02 01 | Residuos biodegradables | Reciclado / Vertedero | Planta de reciclaje RSU | 1,96 |
| x | 20 03 01 | Mezcla de residuos municipales | Reciclado / Vertedero | Planta de reciclaje RSU | 3,65 |
| | **2. Potencialmente peligrosos y otros** | | | | |
| x | 17 05 03 | Tierras y piedras que contienen SP's | Tratamiento Fco-Qco | Gestor autorizado RPs | 0,03 |
| x | 15 02 02 | Absorventes contaminados (trapos,…) | Depósito / Tratamiento | | 0,03 |
| x | 15 01 10 | Envases vacíos de metal o plastico contaminado | Depósito / Tratamiento | | 2,98 |
| x | 15 01 11 | Aerosoles vacios | Depósito / Tratamiento | | 0,16 |

Es necesario aclarar que, en el Plan de gestión residuos (que se elabora en una etapa de proyecto posterior al presente estudio por los contratistas responsables de acometer los trabajos, poseedores de los residuos) e incluso durante la propia obra se podrá identificar algún otro residuo. Así mismo la estimación de cantidades, que se incluye en el punto 6 del presente documento, es aproximada, teniendo en cuenta la información de la que se dispone en la etapa en la cual se elabora el proyecto de ejecución. Las cantidades, por tanto, también deberán ser ajustadas en los correspondientes Planes de gestión de residuos.
La estimación completa de residuos en la obra seguiría una estructura similar o igual a:

**GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)**

| **Estimación de residuos en OBRA NUEVA: ZANJAS BT-MT-AT** | | |
|---|---|---|
| | | |
| Longitud de zanjas | 192,87 | m |
| Ancho de zanjas | 2,00 | m |
| Profundidad de zanjas | 1,80 | m |
| Volumen total de zanjas | 694,33 | m² |
| Volumen total de residuos | 138,87 | m³ |
| **Volumen de tierras sobrantes** | **124,98** | **m³** |
| **Volumen de RCDs Nivel II** | **13,89** | **m³** |

| **Estimación de residuos en OBRA NUEVA: CÁMARAS DE EMPALME** | | |
|---|---|---|
| | | |
| Numero de cámaras de empalme | 4,00 | ud |
| Longitud de la cámara de empalme | 12,00 | m |
| Ancho de la cámara de empalme | 3,00 | m |
| Profundidad de la cámara de empalme | 2,00 | m |
| Volumen total de las cámaras de empalme | 288,00 | m³ |
| Volumen total de residuos | 230,40 | m³ |
| **Volumen de tierras sobrantes** | **207,36** | **m³** |
| **Volumen de RCDs Nivel II** | **23,04** | **m³** |

| **Estimación de residuos en OBRA NUEVA: APOYOS BT-MT-AT** | | |
|---|---|---|
| | | |
| Volumen total cimentación apoyos | 443,22 | m³ |
| Volumen total de residuos | 398,90 | m³ |
| **Volumen de tierras sobrantes** | **359,01** | **m³** |
| **Volumen de RCDs Nivel II** | **35,90** | **m³** |

## GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (RCD)

| **Estimación de residuos Total:** | | |
|---|---|---|
| | | |
| Volumen total de resíduos Nivel II | 72,83 | m³ |
| Densidad tipo (entre 0,5 y 1,5 T/m³) | 1,10 | Tm/m³ |
| Toneladas de residuos Nivel II | 80,11 | Tm |
| | | |
| Volumen de tierras sobrantes Nivel I | 691,35 | m³ |
| Presupuesto estimado de la obra | 4.740.652,00 | € |
| Presupuesto de movimiento de tierras en proyecto | 71.109,78 | € |

| **A.1.: RCDs Nivel I** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Tm | d | V |
| Evaluación teórica del peso por tipología de RDC | | Toneladas de RDC | Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5) | m³ Volumen de Tierras |
| **1. TIERRAS Y PÉTREOS DE LA EXCAVACIÓN** | | | | |
| Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto | | 1037,02 | 1,50 | 691,35 |

| **A.2.: RCDs Nivel II** | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | % | Tm | d | V |
| Evaluación teórica del peso por tipología de RDC | % de peso | Toneladas de cada tipo de RDC | Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5) | m³ Volumen de Residuos |
| **RCD: Naturaleza no pétrea** | | | | |
| 1. Asfalto | 0,050 | 4,01 | 1,30 | 3,08 |
| 2. Madera | 0,040 | 3,20 | 0,60 | 5,34 |
| 3. Metales | 0,025 | 2,00 | 1,50 | 1,34 |
| 4. Papel | 0,003 | 0,24 | 0,90 | 0,27 |
| 5. Plástico | 0,015 | 1,20 | 0,90 | 1,34 |
| 6. Vidrio | 0,005 | 0,40 | 1,50 | 0,27 |
| 7. Yeso | 0,002 | 0,16 | 1,20 | 0,13 |
| **TOTAL estimación** | **0,140** | **11,22** | | **11,76** |
| | | | | |
| **RCD: Naturaleza pétrea** | | | | |
| 1. Arena Grava y otros áridos | 0,040 | 3,20 | 1,50 | 2,14 |
| 2. Hormigón | 0,120 | 9,61 | 1,50 | 6,41 |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 3. Ladrillos , azulejos y otros cerámicos | 0,540 | 43,26 | 1,50 | 28,84 |
| 4. Piedra | 0,050 | 4,01 | 1,50 | 2,67 |
| **TOTAL estimación** | **0,750** | **60,08** | | **40,06** |
| | | | | |
| **RCD: Potencialmente peligrosos y otros** | | | | |
| 1. Basuras | 0,070 | 5,61 | 0,90 | 6,23 |
| 2. Potencialmente peligrosos y otros | 0,040 | 3,20 | 0,50 | 6,41 |
| **TOTAL estimación** | **0,110** | **8,81** | | **12,64** |
| | **1,000** | **80,11** | | |

# 3 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE GENERACIÓN DE RESIDUOS

## 3.1 TRABAJOS DE CONSTRUCCIÓN

Como norma general es importante separar aquellos productos sobrantes que pudieran ser reutilizables de modo que en ningún caso puedan enviarse a vertederos.

Además, es importante separar los residuos desde el origen, para evitar contaminaciones, facilitar su reciclado y evitar generar residuos derivados de la mezcla de otros.

Se exponen a continuación algunas buenas prácticas para evitar/minimizar la generación de algunos residuos:

- Tierras de excavación:
    - Separar y almacenar adecuadamente la tierra vegetal para utilizarla posteriormente en labores de restauración. La tierra vegetal se acumulará en zonas no afectadas por los movimientos de tierra hasta que se proceda a su disposición definitiva y la altura máxima de los acopios será de dos metros para que no pierda sus características.
    - Minimizar, desde la elección del trazado de la línea, la definición del tamaño de las campas y de accesos, los movimientos de tierras a llevar a cabo.
    - Utilizar las tierras sobrantes de excavación en la propia obra en la medida de lo posible.
- Medios auxiliares (palets de madera), envases y embalajes:
    - Utilizar materiales cuyos envases/embalajes procedan de material reciclado
    - No separar el embalaje hasta que no vayan a ser utilizados los materiales
    - Guardar los embalajes que puedan ser reutilizados inmediatamente después de separarlos del producto. Gestionar la devolución al proveedor en el caso de ser este el procedimiento establecido.
    - Los palets de madera se han de reutilizar cuantas veces sea posible
- Residuos metálicos:
    - Separarlos y almacenarlos adecuadamente para facilitar su reciclado

- Aceites y grasas:
    - Realizar el mantenimiento de la maquinaria y cambios de aceites en talleres autorizados.
    - Si es imprescindible llevar a cabo alguna operación de cambio de aceites y grasas en la obra, utilizar los accesorios necesarios para evitar posibles vertidos al suelo (recipiente de recogida de aceite y superficie impermeable).
- Tierras contaminadas:
    - Establecer las medidas preventivas para evitar derrames de sustancias peligrosas:
        - Mantener cerrados todos los recipientes que contengan sustancias peligrosas para el medio ambiente (desencofrante, aceites etc.)
        - Si fuera necesario el almacenamiento de combustibles, disponer de bandeja metálica.
        - Resguardar de la lluvia las zonas de almacenamiento (mediante techado o uso de lona impermeable), para evitar que las bandejas se llenen de agua.
        - Disponer de grupos electrógenos cuyo tanque de almacenamiento principal tenga doble pared y cuyas tuberías vayan encamisadas. Disponer de absorbentes hidrófobos para la retención de goteos y pequeñas fugas.
- Residuos vegetales:
    - Respetar todos los ejemplares arbóreos que no sean incompatibles con el desarrollo del proyecto
    - Facilitar la entrega de los restos de podas/talas a sus propietarios
    - En los casos en los que sea posible (por su tamaño o después de haber sido triturados) los restos vegetales se incorporarán al terreno.

# 4 MEDIDAS DE SEPARACIÓN, MANEJO Y ALMACENAMIENTO DE LOS RESIDUOS EN OBRA

Los requisitos en cuanto a la segregación, almacenamiento, manejo y gestión de los residuos en obra están incluidos en las especificaciones ambientales, formando así parte de las prescripciones técnicas del proyecto.

Para que se pueda desarrollar una correcta segregación y almacenamiento de residuos en la obra, todo el personal implicado deberá estar adecuadamente formado sobre cómo separar y almacenar cualquier tipo de residuos que pueda derivarse de los trabajos.

## 4.1 SEGREGACIÓN

Para una correcta valorización o eliminación se realizará una segregación previa de los residuos, separando aquellos que por su no peligrosidad (residuos urbanos y asimilables a urbanos) y por su cantidad puedan ser depositados en los contenedores específicos colocados por el correspondiente ayuntamiento, de los que deban ser llevados a vertedero controlado y de los que deban ser entregados a un gestor autorizado (residuos peligrosos). Para la segregación se utilizarán bolsas o contenedores que impidan o dificulten la alteración de las características de cada tipo de residuo.

La segregación de residuos en obra ha de ser la máxima posible, para facilitar la reutilización de los materiales y que el tratamiento final sea el más adecuado según el tipo de residuo.

En ningún caso se mezclarán residuos peligrosos y no peligrosos.

Si en algún caso no resultara técnicamente viable la segregación en origen, el poseedor (contratista) podrá encomendar la separación de fracciones de los distintos residuos no peligrosos a un gestor de residuos externo a la obra, teniendo que presentar en este caso, la correspondiente documentación acreditativa conforme el gestor ha realizado los trabajos.

Se procurará además segregar los RSU en las distintas fracciones (envases y embalajes, papel, vidrio y resto).

## 4.2 ALMACENAMIENTO

Desde la generación de los residuos hasta su eliminación o valorización final, los residuos peligrosos y no peligrosos se almacenarán de forma separada.

Según el tipo de residuos, se podrán almacenar en la propia obra y cuando no sea viable se podrán almacenar en una instalación propia del contratista (siempre y cuando cuente con todos los permisos necesarios) o contratar los servicios de almacenamiento a un gestor autorizado.

Para las zonas de almacenamiento se cumplirán los siguientes criterios:

- Serán seleccionadas, siempre que sea posible, de forma que no sean visibles desde carreteras o lugares de tránsito de personas, pero con facilidad de acceso para poder proceder a la recogida de los mismos.
- Estarán debidamente señalizadas mediante marcas en el suelo, carteles, etc. para que cualquier persona que trabaje en la obra sepa su ubicación.
- Los contenedores de residuos peligrosos estarán identificados según se indica en la legislación aplicable (RD 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado, y Ley 7/2022, de 8 de abril, de residuos y suelos contaminados para una economía circular), con etiquetas o carteles resistentes a las distintas condiciones meteorológicas, colocados en un lugar visible y que proporcionen la siguiente información: descripción del residuo, icono de riesgos, código del residuo, datos del productor y fecha de almacenamiento
- Las zonas de almacenamiento de residuos peligrosos estarán protegidas de la lluvia y contarán con suelo impermeabilizado o bandejas de recogida de derrames accidentales. (Normalmente no estarán ubicadas en obra)
- Los residuos que por sus características puedan ser arrastrados por el viento, como plásticos (embalajes, bolsas..), papeles (sacos de mortero..) etc. deberán ser almacenados en contenedores cerrados, a fin de evitar su diseminación por la zona de obra y el exterior del recinto.
- Se delimitará e identificará de forma clara una zona para la limpieza de las cubas de hormigonado para evitar vertidos de este tipo en las proximidades de la subestación. La zona será regenerada una vez finalizada la obra, llevándose los residuos a vertedero controlado y devolviéndola a su estado y forma inicial.
- Se evitará el almacenamiento de excedentes de excavación en cauces y sus zonas de policía.

Por las características de las actividades a llevar a cabo, lo habitual será almacenar pequeñas cantidades de residuos en las campas de trabajo siendo estos trasladados a un almacén propiedad del contratista. No procede, por tanto, la inclusión de un plano con las zonas destinadas al almacenamiento de los residuos. En los correspondientes Planes de Gestión de residuos de construcción y demolición que proporcionen los contratistas se deberá incluir la localización de los almacenes utilizados. En dichos planes también se incluirá la descripción de los contenedores que se prevé utilizar para los distintos residuos.

# 5 DESTINOS FINALES DE LOS RESIDUOS GENERADOS

La gestión de los residuos se realizará según lo establecido en la legislación específica vigente.

Siempre se favorecerá el reciclado y valoración de los residuos frente a la eliminación en vertedero controlado de los mismos.

## 5.1 RESIDUOS NO PELIGROSOS

- RSU: Los residuos sólidos urbanos y asimilables (papel, cartón, vidrio, envases de plástico) separados en sus distintas fracciones serán llevados a un vertedero autorizado o recogidos por gestores autorizados. En el caso de no ser posible la recogida por gestor autorizado y de tratarse de pequeñas cantidades, se podrán depositar en los distintos contenedores que existan en el Ayuntamiento más próximo.

- Restos vegetales: La eliminación de los residuos vegetales deberá hacerse de forma simultánea a las labores de talas y desbroce. Los residuos obtenidos se apilarán y retirarán de la zona con la mayor brevedad, evitando así que se conviertan en un foco de infección por hongos, o que suponga un incremento del riesgo de incendios.

  Los residuos forestales generados se gestionarán según indique la autoridad ambiental competente. Con carácter general, y si no hubiera indicaciones, preferiblemente se entregarán a sus propietarios.

  Según el caso y si el tamaño lo permite (si es necesario se procederá a su trituración) los restos se incorporarán al suelo.

  Si ninguna de las opciones anteriores es posible, se gestionará su entrega a una planta de compostaje y en último caso se trasladarán a vertedero controlado.

- Excedentes de excavación, como ya se ha comentado tratarán de reutilizarse en la obra, si no es posible y existe permiso de los Ayuntamientos afectados y de la autoridad ambiental competente, (y siempre con la aprobación de los responsables de Medio Ambiente y de Permisos de RED ELÉCTRICA), podrán gestionarse mediante su reutilización en firmes de caminos, rellenos etc. Si no son posibles las opciones anteriores se gestionarán en vertedero autorizado.

- Escombros, y excedentes de hormigón: Gestión en vertedero autorizado. Si es factible, los restos de hormigón se llevarán a una trituradora de áridos para su reutilización.

- Chatarra: se entregará a gestor autorizado para que proceda al reciclado de las distintas fracciones.

## 5.2 RESIDUOS PELIGROSOS

Los residuos peligrosos se gestionarán mediante gestor autorizado. Se dará preferencia a aquellos gestores que ofrezcan la posibilidad de reciclaje y valorización como destinos finales frente a la eliminación.

Antes del inicio de las obras los contratistas están obligados a programar la gestión de los residuos que prevé generar. En el **Plan de gestión de residuos de construcción** se reflejará la gestión prevista para cada tipo de residuo: planes para la reutilización de excedentes de excavación u hormigón, retirada a vertedero y gestiones a través de gestor autorizado (determinando los gestores autorizados), indicando el tratamiento final que se llevará a cabo en cada caso.

Como anexo a dicho Plan el contratista deberá presentar la documentación legal necesaria para llevar a cabo las actividades de gestión de residuos:

- Acreditación como productor de residuos en la Comunidad Autónoma en la que se llevan a cabo los trabajos
- Autorizaciones de los transportistas y gestores de residuos (las correspondientes según se trate de residuos peligrosos o no peligrosos)
- Autorizaciones de vertederos y depósitos
- Documentos de Aceptación de los residuos que se prevé generar (residuos peligrosos)

Al final de los trabajos las gestiones de residuos realizadas quedaran registradas en una ficha de "Gestión de residuos generados en las obras de construcción" que incluirá las cantidades de residuos generadas según su tipo, destino y fecha de gestión.

Además de cumplimentar la ficha el contratista proporcionará la documentación acreditativa de las gestiones realizadas:

- Documentos de Control y Seguimiento (Residuos peligrosos)
- Notificaciones de traslado (Residuos peligrosos)
- Albaranes de retirada o documentos de entrega de residuos no peligrosos
- Permisos de vertido/reutilización de excedentes de excavación

# 6 VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE GESTIÓN

En el cuadro que se muestra a continuación se incluye una estimación de las cantidades previstas de residuos a generar y los costes asociados a su gestión. Se resalta que el coste es muy aproximado pues los precios están sometidos a bastante variación en función de los transportistas y gestores utilizados y además las cantidades estimadas en este estado del proyecto también se irán ajustando con el desarrollo del mismo.

| A.- ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE LOS RCDs | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tipología RCDs | Estimación (m³) | Precio gestión en Planta / Vertedero / Cantera / Gestor (€/m³) | Importe (€) | Importe mínimo(€) | % del presupuesto de Obra |
| **A1 RCDs Nivel I** | | | | | |
| Tierras y pétreos de la excavación | 691,35 | 8,00 | 5.530,77 | 5.530,77 | 0,1167% |
| Orden 2690/2006 CAM establece límites entre 40 - 60.000 € | | | | | **0,1167%** |
| **A2 RCDs Nivel II** | | | | | |
| RCDs Naturaleza Pétrea | 40,06 | 20,00 | 801,10 | 801,10 | 0,0169% |
| RCDs Naturaleza No Pétrea (metales) | 1,34 | 105,00 | 140,19 | 140,19 | 0,0030% |
| RCDs Naturaleza No Pétrea (resto) | 10,42 | 23,00 | 239,77 | 239,77 | 0,0051% |
| RCDs Potencialmente peligrosos | 12,64 | 30,00 | 379,19 | 379,19 | 0,0080% |
| Orden 2690/2006 CAM establece un límite mínimo del 0,2% del presuesto de la obra | | | | | **0,0329%** |
| **B.- RESTO DE COSTES DE GESTIÓN** | | | | | |
| B1.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel I | | | 3.950,53 | 3.950,53 | 0,0833% |
| B2.- % Presupuesto hasta cubrir RCD Nivel II | | | 7.921,06 | 7.921,06 | 0,1671% |
| B3.- % Presupuesto de Obra por costes de gestión, alquileres, etc… | | | 4.740,65 | 4.740,65 | 0,1000% |
| **TOTAL PRESUPUESTO PLAN GESTION RCDs** | | | **23.703,26** | **23.703,26** | **0,5000%** |

El presente Presupuesto de Gestión de Residuos del **PROYECTO DE LÍNEA DE EVACUACIÓN AÉREO-SUBTERRÁNEA SE MARTIODA-SE GOPEGI 220 kV/SE ZIRIANO-SE GOPEGI 220 kV/ SE GOPEGI-SE LUZUERO 400 kV. TRAMO SE COPEGI-BIFURCACIÓN ZF** asciende a la cantidad de **VEINTITRÉS MIL SETECIENTOS TRES EUROS CON VEINTISEIS CÉNTIMOS (23.703,26 €).**