IberSun

PROYECTO

PLANTA FOTOVOLTAICA

"ASPARRENA"

(Potencia Instalada: 4 MW)

ASPARRENA (ÁLAVA)



Solicitante: MAGNA FV, S.L.

Noviembre 2023

ÍNDICE GENERAL

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA 2

1. ANTECEDENTES 3

1.1 INTRODUCCIÓN 3

1.2 OBJETO DEL PROYECTO 4

1.3 IDENTIFICACIÓN DEL TITULAR 4

1.4 DATOS DEL PROYECTISTA 4

1.5 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 5

1.6 NORMATIVA DE LA APLICACIÓN 6

2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA 9

2.1 SITUACIÓN 9

2.2 JUSTIFICACIÓN URBANÍSTICA 14

2.2.1 Clasificación y calificación del suelo 14

2.2.2 Condiciones de implantación 17

2.3 ESTUDIO DE AFECCIONES 18

2.3.1 Afección Ayuntamiento de Asparrena 18

2.3.2 Afección a carreteras 19

2.3.3 Afección a Línea Eléctrica 22

2.3.4 Afección a Red Hidrográfica 24

2.3.5 Afección Medio Ambiente 27

2.3.6 Afección a agricultura 28

2.4 CARACTERÍSTICAS DEL PUNTO DE CONEXIÓN 31

3. FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN 32

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN 33

5. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA 34

5.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 34

5.2 INVERSOR FOTOVOLTAICO 36
5.3 CAJA DE CONEXIÓN 38
5.4 ESTRUCTURA SOPORTE (SEGUIDOR) 38
5.5 CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 40
5.5.1 Transformador de potencia 43
5.5.2 Celdas del Centro de transformación. 44
5.5.3 Descripción del edificio 49
5.5.4 Puesta a tierra 50
5.5.5 Campo magnético 50
5.5.6 Ruido 50
5.5.7 Medidas de protección contra incendios 51
5.6 CENTRO DE SECCIONAMIENTO 52
5.6.1 Características de los materiales 53
5.6.1 Características de la aparamenta de media tensión 56
5.6.2 Transformador CS 59
5.6.3 Características de los cuadros de Baja de Tensión 59
5.6.4 Automatización y comunicaciones 61
5.6.5 Instalación de puesta a tierra 61
5.6.6 Campo magnético 62
5.6.7 Ruido 62
6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA 63
6.1 CONDUCTORES CORRIENTE CONTINUA 63
6.2 CONDUCTORES CORRIENTE ALTERNA 64
7. SISTEMA DE PROTECCIONES 65
7.1 PROTECCIONES CORRIENTE CONTINUA 66
7.1.1 Protección contra sobrecorrientes, cortocircuitos y sobretensiones 66
7.1.2 Protección contra contactos directos 67
7.1.3 Protección contra contactos indirectos 68
7.2 PROTECCIONES CORRIENTE ALTERNA 69

7.2.1 Protección frente a contactos directos 69
7.2.2 Protección contra contactos indirectos 70
7.3 PROTECCIONES DEL INVERSOR 70
7.4 PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES 70
7.5 PROTECCIÓN EN CAJAS DE CONEXIÓN 71
7.6 PROTECCIÓN LÍNEA M.T. 71
7.6.1 Centros de Protección y Medida, y Seccionamiento 71
7.7 RED DE TIERRAS 72
7.8 PUESTA A TIERRA 73
8. OPERACIONES A RELIZAR Y ELEMENTOS SECUNDARIOS DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA 76
8.1 VIALES INTERNOS 76
8.2 VALLADO PERIMETRAL 76
8.3 MOVIMIENTO DE TIERRAS 76
8.4 ESTUDIO GEOTÉCNICO 77
8.5 SISTEMA DE DRENAJE 77
8.6 SISTEMA DE SEGURIDAD 77
9. LÍNEA DE EVACUACIÓN 78
9.1 TRAZADO 78
9.2 TRAMO SUBTERRÁNEO 82
9.2.1 Conductor 82
9.2.2 Canalización subterránea 83
9.2.3 Canalización mediante Perforaciones Dirigidas 83
9.3 TRAMO AÉREO 87
9.3.1 Conductor 87
9.3.2 Cimentaciones 87
9.3.3 Apoyos 87
9.3.4 Armados 88
9.3.5 Aislador 88

9.3.6 Puesta a tierra 88
10. PLANIFICACIÓN 89
11. CONCLUSIONES 89
DOCUMENTO Nº2: CÁLCULOS 90
1. CÁLCULO DE MÓDULOS EN SERIE Y NÚMERO DE STRINGS 91
2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN 94
2.1 OBJETO 94
2.2 NORMATIVA 94
2.3 CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA STRING – CAJA DE CONEXIÓN 94
2.3.1 Cálculos por criterio de intensidad admisible 96
2.3.2 Cálculos por criterio de máxima caída de tensión 102
2.4 CIRCUITOS DE CORRIENTE CONTINUA CAJA DE CONEXIÓN – INVERSOR 109
2.4.1 Cálculos por criterio de intensidad admisible 109
2.4.2 Cálculos por criterio de Máxima caída de tensión 111
2.5 CIRCUITOS DE CORRIENTE ALTERNA 113
2.5.1 Cálculos por criterio de Intensidad Máxima Admisible 113
2.5.2 Cálculos por criterio de Máxima caída de tensión 116
3. PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN 118
3.1 CÁLCULO FUSIBLES CORRIENTES CONTINUA 118
3.2 CÁLCULO FUSIBLES CORRIENTES ALTERNA 120
4. CÁLCULOS TRANSFORMADOR 121
4.1 INTENSIDAD EN MEDIA TENSIÓN 122
4.2 INTENSIDAD BAJA TENSIÓN 123
4.3 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 124
4.3.1 Observaciones 124
4.3.2 Cálculo de corrientes de cortocircuito 124
4.4 DIMENSIONADO Y COMPROBACIÓN 126
4.4.1 Dimensionado del Embarrado 126
4.4.2 Comprobación por densidad de corriente 126

4.4.3 Comprobación por solicitación electrodinámica 126
4.4.4 Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito 127
4.5 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN 127
4.5.1 Protección Transformador 127
4.5.2 Protección en Baja Tensión 129
4.6 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 129
4.7 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS 131
4.8 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA 131
4.8.1 Investigación de las características del suelo 131
4.8.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto 131
4.8.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra 132
4.8.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra 133
4.8.5 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación 135
4.8.6 Cálculo de las tensiones de contacto y paso 135
4.8.7 Investigación de las tensiones transferibles al exterior 138
5. CÁLCULO CENTRO DE SECCIONAMIENTO (CS) 139
5.1 CÁLCULO DE INTENSIDADES 139
5.1.1 Intensidad en alta tensión 139
5.1.2 Intensidad baja tensión 139
5.2 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO 140
5.2.1 Observaciones 140
5.2.2 Cálculo de corrientes de cortocircuito 140
5.3 DIMENSIONADO Y COMPROBACIOÓN 141
5.3.1 Dimensionado del Embarrado 141
5.3.2 Comprobación por densidad de corriente 141
5.3.3 Comprobación por solicitación electrodinámica 142
5.3.4 Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito 142
5.1 PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS 143
5.2 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA 144

5.2.1 Investigación de las características del suelo 144
5.2.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto 144
5.2.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra 145
5.2.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra 146
5.2.5 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación 148
5.2.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación 149
5.2.7 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación 150
5.2.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior 153
6. CÁLCULO LÍNEA SUBTERRÁNEA 154
6.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LOS CONDUCTORES 154
6.2 DATOS TÉCNICOS BÁSICOS 154
6.3 SECCIÓN TRANSVERSAL DE CONDUCTORES 156
6.3.1 Premisa de cálculo 156
6.3.2 Intensidad máxima admisible 156
6.3.3 Cálculo de la caída de tensión 157
6.3.4 Cálculo de las perdidas Joule 158
6.3.5 Cálculo de las Intensidades de cortocircuito 159
7. CÁLCULOS LÍNEA AÉREA 161
7.1 CÁLCULO ELÉCTRICO LÍNEA AÉREA 161
7.1.1 Conductor 161
7.1.2 Densidad de corriente máxima admisible 162
7.1.3 Intensidad máxima admisible 163
7.1.4 Resistencia kilométrica por fase 163
7.1.5 Reactancia kilométrica por fase 163
7.1.6 Caída de tensión 165
7.1.7 Capacidad de transporte 166
7.1.8 Perdida de potencia 167
7.2 CÁLCULO MECÁNICO DEL CONDUCTOR 168
7.2.1 Peso propio del conductor 168

7.2.2 Fuerza del viento sobre el conductor 168
7.2.3 Sobrecarga motivada por el hielo 169
7.2.4 Peso total del conductor de hipótesis con viento 169
7.2.5 Peso total del conductor de hipótesis con hielo 170
7.2.6 Tracción máxima admisible 170
7.2.7 Flechas máximas de los conductores 171
7.2.8 Tense y flechas de tendido 172
7.2.9 Tensiones y flechas en las hipótesis reglamentarias 174
7.2.10 Distancias de Seguridad 174
7.2.11 Distancias entre conductores 176
7.2.12 Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra 177
7.2.13 Distancias al terreno, caminos, sendas, cursos de agua no navegables y a carreteras 177
7.2.14 Distancias a bosques, árboles y masas de arbolado 178
7.3 CÁLCULO MECÁNICO DE APOYOS 178
7.3.1 Cargas y sobrecargas que considerar 178
7.3.2 Hipótesis de cálculo 180
7.3.3 Altura del apoyo 184
7.3.4 Apoyos adoptados 186
7.3.5 Apoyo nº 1 186
7.4 CÁLCULO DE ARMADO 189
7.5 CÁLCULO DE CIMENTACIONES 192
7.5.1 Movimiento de tierras 193
7.6 CADENAS DE AISLADORES 194
7.6.1 Niveles de aislamiento, para zonas de nivel de polución ligero (I) 195
7.6.2 Niveles de aislamiento, para zonas de nivel de polución medio (II) 195
7.6.3 Formación de cadenas 196
7.7 CÁLCULO PUESTA A TIERRA APOYOS 197
8. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS 200
8.1 CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LÍNEAS 201

8.1.1 Campo magnético generado por el cableado de BT 202
8.1.2 Campo magnético generado por línea aérea de MT 205
8.2 CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR TRANSFORMADORES 205
8.2.1 Cálculo del campo magnético generado en bornas AT y BT 206
8.2.2 Campos Magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión 210
9. CÁLCULOS ENERGÉTICOS 211
DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO 227
DOCUMENTO Nº 4: PLIEGO DE CONDICIONES 238
1. PLIEGO DE CONDICIONES 239
1.1 OBJETO DEL PLIEGO 239
1.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA OBRA 239
1.3 CONDICIONES GENERALES DE ÍNDOLE LEGAL 239
1.4 PROCEDENCIA DE MATERIALES Y APARATOS 241
1.5 PLAZO DE COMIENZO Y EJECUCIÓN 241
1.6 RECEPCIÓN PROVISIONAL DE LAS OBRAS 241
1.7 MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS 242
1.8 PLAZO DE GARANTÍA 242
1.9 CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE 243
1.10 RECEPCIÓN DEFINITIVA 243
1.11 DIRECCIÓN DE OBRA 243
1.12 OBLIGACIONES DE LA CONTRATA 244
1.13 RESPONSABILIDADES DE LA CONTRATA 245
1.14 OBRAS OCULTAS 245
1.15 SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO 246
2. PLIEGO DE CONDICIONES LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS 247
2.1 OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN 247
2.2 EJECUCIÓN DEL TRABAJO 247
2.3 TRAZADO 247
2.4 APERTURA DE ZANJAS 248

2.5 CANALIZACIÓN 248
2.6 PARALELISMOS 249
2.7 CRUZAMIENTO CON VÍAS DE COMUNICACIÓN 251
2.7.1 Cruzamiento con otros servicios 251
2.8 TRANSPORTE DE BOBINAS DE CABLES 252
2.9 TENDIDO DE CABLES 254
2.10 SEÑALIZACIÓN 256
2.11 IDENTIFICACIÓN 256
2.12 CIERRE DE ZANJAS 256
2.13 REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS 257
2.14 PUESTA A TIERRA 257
2.15 TENSIONES TRANSFERIDAS EN M.T. 257
2.16 MATERIALES 257
2.17 CONDUCTORES 258
3. PLIEGO DE CONDICIONES ZANJAS Y CIMENTACIONES 259
3.1 EXCAVACIÓN DE ZANJAS 259
3.1.1 Generalidades 259
3.1.2 Trazado 259
3.1.3 Ejecución 259
3.1.4 Entibación de las excavaciones 259
3.1.5 Agotamiento de las excavaciones en zanjas 260
3.2 DEMOLICIONES 260
3.2.1 Definición 260
3.3 RELLENOS COMPACTADOS 260
3.3.1 Transformador de potencia 260
3.4 EJECUCIÓN DE LAS OBRAS EN GENERAL 260
4. PLIEGO DE CONDICIONES EDIFICIOS 262
4.1 OBJETO 262
4.2 DISPOSICIONES GENERALES 262

4.2.1 Seguridad en el trabajo 262
4.2.2 Condiciones facultativas legales 262
4.2.3 Condiciones para la ejecución por contrata 263
4.3 CONDICIONES DE LOS MATERIALES 263
4.4 CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LAS OBRAS 264
4.4.1 Excavaciones 264
4.4.2 Hormigones 264
4.4.3 Encofrados 265
4.4.4 Tierras 265
5. PLIEGO DE CONDICIONES DE LÍNEA AÉREA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN 265
5.1 EXCAVACIONES 265
5.2 HORMIGONADO 266
5.3 ARMADO E IZADO DE APOYOS METÁLICOS 266
5.4 TENDIDO, TENSADO Y REGULADO DE LOS CONDUCTORES 267
5.5 CADENA DE AISLADORES 268
5.6 EMPALMES 268
5.7 ENGRAPADO 268
6. PLIEGO DE CONDICIONES OBRA CIVIL 269
6.1 OBJETO DEL PLIEGO Y DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS 269
6.2 DISPOSICIONES TÉCNICAS A TENER EN CUENTA CON CARÁCTER GENERAL 269
6.3 MATERIALES, DISPOSITIVOS E INSTALACIONES Y SUS CARACTERÍSTICAS 269
6.3.1 Áridos para morteros y hormigones 269
6.3.2 Agua 269
6.3.3 Cemento 270
6.3.4 Morteros expansivos KN rellenos de huecos de hormigón 270
6.3.5 Hormigones 270
6.3.6 Aceros redondos para armaduras 270
6.3.7 Encofrados de madera de tabla 271

6.3.8 Encofrados de madera aglomerada 271
6.3.9 Encofrado metálico 271
6.3.10 Elementos de encofrado 271
6.3.11 Elementos para entibaciones 273
6.3.12 Materiales para rellenos 273
6.3.13 Tierra vegetal 273
6.3.14 Tubos para canalizaciones eléctricas 274
6.3.15 Registros y obras de fábrica "in situ" 274
6.3.16 Marcos y tapas de registro 274
6.3.17 Pates trepadores 274
6.3.18 Análisis y ensayos de los materiales 274
6.3.19 Materiales en instalaciones auxiliares 275
6.3.20 Materiales no especificados en el presente pliego 275
6.3.21 Presentación de muestras 275
6.3.22 Materiales que no reúnan las condiciones 275
6.3.23 Responsabilidad del contratista 276
6.3.24 Cualificación de la mano de obra 276
6.4 EJECUCIÓN Y CONTROL DE OBRAS 276
6.4.1 Condiciones generales 276
6.4.2 Trabajos preliminares 277
6.4.3 Replanteo 277
6.4.4 Acceso a las obras 278
6.4.5 Excavaciones 279
6.4.6 Rellenos de tierras 280
6.4.7 Obras de hormigón en masa o armado 281
6.4.7.1. Consideraciones generales 281
6.7.4. Ejecución de las obras 282
6.4.8 Armaduras que emplear en hormigón armado 286
7. ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD 286

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS 288

1. CONSIDERACIONES PREVIAS 289

1.1 INTRODUCCIÓN 289

1.2 LEGISLACIÓN 289

1.3 DEFINICIONES 290

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS 291

3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS QUE SE GENERARAN 293

4. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS 296

5. OPERACIONES DE SEPARACIÓN, REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN Y ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS 297

5.1 OPERACIONES DE SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA 297

5.2 OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN Y VALORIZACIÓN. 297

5.3 OPERACIONES DE ELIMINACIÓN. 298

6. PLIEGO DE CONDICIONES 298

6.1 PARA EL PRODUCTOR DE RESIDUOS (ARTÍCULO 4 RD 105/2008) 298

6.2 PARA EL POSEEDOR EN LA OBRA (ARTÍCULO 5 RD 105/2008) 299

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 304

1. DATOS GENERALES 305

1.1 DATOS DEL PROYECTO 305

1.2 PROMOTOR 305

1.3 PROYECTISTA 305

1.4 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN PROYECTO 306

2. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD 306

3. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS 307

3.1 UBICACIÓN 307

3.2 RELACIÓN RESUMIDA DE LOS TRABAJOS A REALIZAR 307

3.3 ACCESO Y VALLADO 308

3.4 VERTIDO DE AGUAS RESIDUALES 308

4. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN 308

4.1 OBRA CIVIL 308

4.1.1 Movimiento de tierras y cimentaciones 309
4.1.2 Excavación 309
4.1.3 Cimentación 311
4.1.4 Trabajos de albañilería 313
4.2 MONTAJE 314
4.2.1 Trabajos de montaje 314
4.2.2 Riesgos asociados a la fase de montaje 315
4.2.3 Izado de cargas 318
4.2.4 Transporte material 325
4.2.5 Trabajos próximos a elementos de tensión 326
4.2.6 Trabajos en tensión 329
4.2.7 Trabajos en altura 331
5. MAQUINARIA QUE EMPLEAR 333
5.1 RETROEXCAVADORA 333
5.2 GRÚA 335
5.3 MAQUINAS, HERRAMIENTAS Y HERRAMIENTAS MANUALES 337
5.4 MEDIOS AUXILIARES 341
5.4.1 Andamios tubulares 341
5.4.2 Escaleras 344
6. INSTALACIÓN PROVISIONAL ELÉCTRICA 347
7. MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL 350
7.1 RECONOCIMIENTOS MÉDICOS 350
7.2 ASISTENCIA DE ACCIDENTADOS 350
PLIEGO DE CONDICIONES DEL ESS 351
1. LEGISLACIÓN 352
2. CONSIDERACIONES 354
2.1 CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA 354
2.2 CONSIDERACIONES DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL 354
2.3 SEÑALIZACIÓN DE OBRA 355

2.4 EQUIPOS DE SEGURIDAD DE LOS MEDIOS AUXILIARES, MÁQUINAS Y EQUIPOS 355
2.5 FORMACIÓN E INFORMACIÓN A LOS TRABAJADORES 356
2.6 ACCIONES A SEGUIR EN CASO DE ACCIDENTE LABORAL 356
2.7 COMUNICACIONES INMEDIATAS EN CASO DE ACCIDENTE 357
2.8 SEGURIDAD DE LA OBRA 358
2.9 PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD 358
2.10 OBLIGACIÓN DE CADA CONTRATISTA ADJUDICATARIO EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD 359
2.11 COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD 360
3. LIBRO DE INCIDENCIAS 361
4. SEGURIDAD DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y PATRONAL 361
5. SUBCONTRATACION 362
PRESUPUESTO DEL ESS 363
PLANOS DEL ESS 366
DOCUMENTO Nº 5: PLANOS DEL PROYECTO 391
DOCUMENTO Nº6: ANEXOS 421
1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS 422
2. INVERSOR FOTOVOLTAICO 424
3. CAJA DE CONEXIÓN 427
4. ESTRUCTURA DE SOPORTE 428
5. PERMISO DE ACCESO Y CONEXIÓN 429

IberSun

DOCUMENTO Nº1: MEMORIA

1. ANTECEDENTES

1.1 Introducción

El consumo energético en la sociedad actual crece de forma notable cada año, por lo que llegará un momento en que los recursos naturales usados actualmente se agotarán o se verán reducidos en gran medida.

Además, los sistemas de generación energética tradicionales, como son las centrales nucleares y las centrales térmicas de carbón, tienen un impacto negativo sobre el medioambiente. Por todo ello, urge la necesidad de desarrollar proyectos de generación de energía mediante fuentes renovables, en los que la generación se realiza mediante fuentes inagotables y respetuosas con el medio ambiente.

En particular, la generación mediante energía solar fotovoltaica como fuente de generación renovable, consiste en la transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, siendo una de las fuentes más ecológicas debido al bajo impacto ambiental que presenta. Se caracteriza por reducir la emisión de agentes contaminantes (CO_2, NOx y SOx principalmente), no necesitar ningún suministro exterior, presentar un reducido mantenimiento y utilizar para su funcionamiento un recurso que es una fuente inagotable.

De un tiempo a esta parte los costes de generación de energía mediante instalaciones solares fotovoltaicas se han reducido drásticamente, estando hoy en día al nivel de las energías convencionales, lo que permite desarrollar instalaciones de generación fotovoltaica en sustitución de las convencionales más caras.

Los sistemas fotovoltaicos con conexión a red son los que presentan mayores expectativas de crecimiento debido a sus bajos costes. Un sistema fotovoltaico conectado a red es el que inyecta toda la energía que produce en la red general de distribución.

Mediante el desarrollo de parques solares se fomenta también la generación distribuida, que hace que dicha generación esté más cerca de los lugares de consumo, lo que reduce las pérdidas energéticas en transporte de las líneas de alta tensión.

1.2 Objeto del proyecto

El objeto del presente proyecto es la definición de las características de la Planta Fotovoltaica "ASPARRENA" de una potencia instalada de 4 MW (4,71 MWp), así como su infraestructura de evacuación, para la legalización ante los organismos correspondientes. Dicha Planta Fotovoltaica irá conectada a red en suelo no urbanizable en el punto de conexión concedido por la empresa distribuidora I-DE Redes Eléctricas inteligentes S.A.U. (i-DE).

Con fecha de 13 de junio de 2023 la sociedad mercantil MAGNA FV, S.L., recibió el permiso de acceso y conexión para la instalación "ASPARRENA" 4 MW de potencia instalada, con conexión directa a la red de distribución de i-DE con número de expediente: EXP-01-9041805193.

Además, lo anteriormente mencionado, la finalidad de este documento es la de servir para la realización de las gestiones necesarias ante las administraciones y los organismos correspondientes, entre otros trámites administrativos para la solicitud de la Autorización Administrativa y aprobación del proyecto.

1.3 Identificación del titular

El titular del proyecto es la sociedad mercantil MAGNA FV, S.L. con CIF B-13752423 y domicilio en Avenida Zugazarte, 32 – OFICINA 2. 12, Getxo, 48930, Bizkaia.

1.4 Datos del proyectista

El presente proyecto de ejecución ha sido redactado por:

- Proyectista: Ander Aranburu Retegui
- Titulación: Graduado en Ingeniería Eléctrica
- Empresa: Ibersun Renewable, S.L.
- Dirección: Avda. Zugazarte 32, oficina 2.12 – 48930 – Getxo (Vizcaya)
- CIF: B39873989

1.5 Justificación del proyecto

Las actuaciones contempladas en el presente proyecto consisten en la construcción de una planta de generación de energía eléctrica a partir de fuentes renovables capaz de generar 4 MW.

La Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009 establece la estrategia y líneas de acción en materia de energía vigente en la Unión Europea. En dicha directica se establecen los objetivos mínimos en materia de energías renovables que debe alcanzar la Unión Europea, así como cada uno de sus estados miembros. El objetivo establecido es conseguir en el año 2020 una cuota mínima en el consumo final bruto de energía del 20% de energía renovable.

Actualmente está en proceso de elaboración la estrategia marco para el periodo 2020-30, que fijará nuevas metas en la senda de la descarbonización de la energía. Los objetivos de la propuesta inicial eran de al menos el 27 % de procedencia renovable del consumo final bruto de energía para 2030. En su trámite parlamentario (enero de 2018) este objetivo para 2030 ha sido elevado hasta el 35%, en línea con las más ambiciosas propuestas de la Agencia Internacional de las Energías Renovables para Europa.

Por lo tanto, las instalaciones fotovoltaicas generan electricidad a partir de fuentes de energía que poseen la capacidad de regenerarse por sí mismas por lo que son inagotables si se utilizan de forma sostenible.

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

- Disminución de la dependencia de fuentes fósiles para el abastecimiento energético, contribuyendo a la implantación de un sistema energético favorable y sostenible y a una diversificación de las fuentes primarias de energía.
- Utilización de recursos renovables.
- No emisión de CO_2 y otros gases contaminantes a la atmósfera.
- Baja tasa de producción de residuos y vertidos contaminantes en su fase de operación.
- Según lo expuesto anteriormente, se justifica que la generación de energía eléctrica por medio de fuentes renovables es de utilidad pública e interés social.

1.6 Normativa de la aplicación

El presente proyecto básico se ha elaborado teniendo en cuenta la siguiente normativa:

Instalaciones eléctricas

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- 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 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus ITC-BT-01 a 52.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento electrotécnico de baja tensión aprobado por el real Decreto 842/2002 de 2 de agosto, publicado en BOE nº 224 de 18 de septiembre de 2003.
- Instrucciones Complementarias del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas de eléctricas de alta tensión y sus instrucciones complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Ministerio de Industria y Energía. Orden de 5 de septiembre de 1985 por la que se establecen las normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de Autogeneración eléctrica.
- Real Decreto 1110/2007 de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Normas y Recomendaciones de la Compañía Suministradora en general.
- Instrucciones y normas particulares de la compañía Suministradora de Energía Eléctrica.

Obra civil

- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes PG-3, con la última revisión de los artículos del pliego vigente en el momento de ejecución de la obra civil del parque.
- Instrucción hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de julio (EHE-08).
- Real Decreto 314/2006, de 17 marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Las disposiciones, normas y reglamentos que figuran en el Pliego de Prescripciones Técnicas, tanto en lo referente a instalaciones eléctricas como en lo referente a obra civil.
- Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
- Normativa DB SE-A Acero.

- Normativa DB SE Seguridad estructural.
- Orden de 16 de diciembre de 1991 por la que se regulan los accesos a las carreteras del estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
- Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967.
- Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 5.2-IC de drenaje Superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.1-IC de Señalización vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Norma 8.3-IC de Señalización de Obras, de la Instrucción de Carreteras.
- Manual de Ejemplos de señalización de obras fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de carreteras y Puentes de la Dirección General de Carreteras y Caminos Vecinales PG-3/75.

Seguridad y salud

- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en obras de construcción.
- Resolución de 8 de abril de 1999, sobre Delegación de Facultades en Materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción, complementa art. 18 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre de 1997, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre dimensiones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso-lumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- O.C. 300/89 P y P, de 20 de marzo, sobre "Señalizaciones de Obras" y consideraciones sobre "Limpieza y Terminación de las Obras".

- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, 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, y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, por el que se establecen las medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su exposición al ruido.
- Real Decreto 2177/2014, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Reglamento de actividades molestas, insalubres, nocivas y peligrosas.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección para la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

2. CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA

2.1 Situación

La Instalación Fotovoltaica "ASPARRENA" se ubica en los parajes de Iguarte, Ilarra y Larrabaste del término municipal de Asparrena (Álava), ubicada al este de Amézaga de Asparrena, y su fin es la generación de energía eléctrica e inyección a la línea de 30 kV ALSASUA-GAMARRA 1-2 de 30 kV de la ST ALSASUA (30 kV).

Las parcelas catastrales en la que se ubicara la instalación fotovoltaica son las siguientes:

Polígono	Parcela	Referencia catastral	Superficie (m^2)
2	**197**	09020197000000000KT	25.158,36
2	**200**	09020200000000000EO	21.503,6
2	**640**	09020640000000000MT	28.043,63
2	**1509**	090215090A00000000AX	28.829,70

Tabla 1. Datos catastrales.

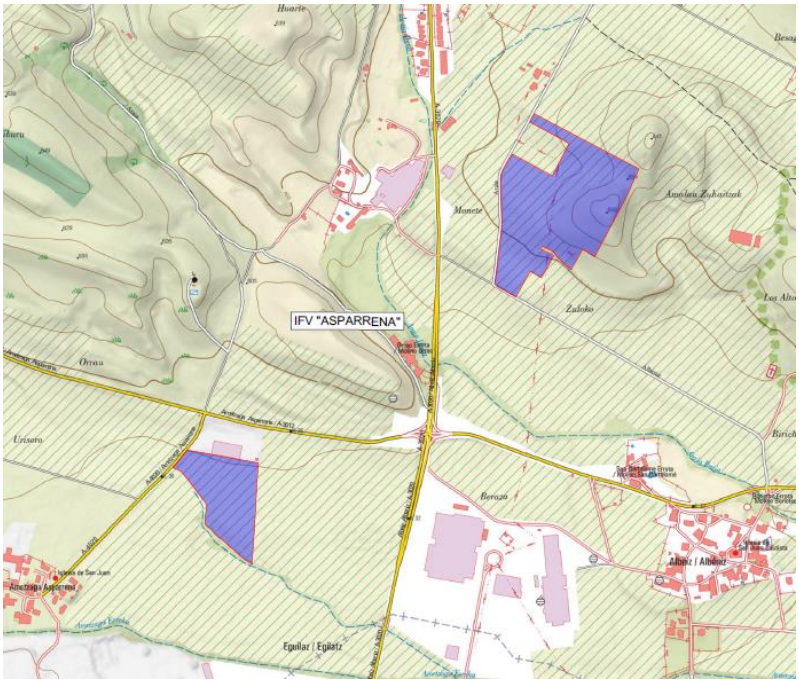


Ilustración 1: Situación Planta Fotovoltaica "ASPARRENA"

IberSun

Arabako Foru Aldundia
Diputación Foral de Álava
www.araba.eus

LURZATI ZEDULA • CÉDULA PARCELARIA

Udalerria • Municipio	Pol. • Pól.	Lurzatia • Parcela	Herria • Población	Jaulkipen data • Fecha de emisión
ASPARRENA (09)	02	0197		30/10/2023

UNITATEEN DATUAK • DATOS DE LAS UNIDADES

GUZTIRA - TOTAL 1

ERREFERENTZIA(*) REFERENCIA(*) Azpi. Sub.	Eraik. Edif.	Unit. Unid.	KD DC	Zerg. Iza. Nat. Fisc.	HELBIDEA EDO AURKINTZA DIRECCIÓN O PARAJE	AZALERAK (m²) SUPERFICIES (m²) Nagusia Principal	Esp. kom. Común	ERABILERA EDO LABORANTZA USO O CULTIVO
00	0000	0000	KT	R	IRASETAS	25.158,36		HIRUGARREN MAILAKO LEHORREKO LABOREA CULTIVO SECANO TERCERA

LURZATI KROKISA • CROQUIS PARCELA **Lurzati azalera (m²)** • Superficie parcela (m²) **25.158,36** **Eskala** • Escala **1:2.000**



++++ **Udalerriaren muga** - Límite municipio —— **Hirigunearen muga** - Límite casco urbano —— **Lurzatiaren muga** - Límite parcela

IberSun

Arabako Foru Aldundia
Diputación Foral de Álava
www.araba.eus

LURZATI ZEDULA • CÉDULA PARCELARIA

Udalerria • Municipio	Pol. • Pól.	Lurzatia • Parcela	Herria • Población	Jaulkipen data • Fecha de emisión
ASPARRENA (09)	02	0200		14/11/2023

UNITATEEN DATUAK • DATOS DE LAS UNIDADES

GUZTIRA • TOTAL 1

ERREFERENTZIA(*) REFERENCIA(*) Azpi. Sub.	Eraik. Edif.	Unit. Unid.	KD DC	Zerg. Iza. Nat. Hisc.	HELBIDEA EDO AURKINTZA DIRECCIÓN O PARAJE	AZALERAK (m²) SUPERFICIES (m²) Nagusia Principal	Esp. kom. Común	ERABILERA EDO LABORANTZA USO O CULTIVO
00	0000	0000	EO	R	IRASETAS	21.503,60		HIRUGARREN MAILAKO LEHORREKO LABOREA CULTIVO SECANO TERCERA

LURZATI KROKISA • CROQUIS PARCELA **Lurzati azalera (m²)** • Superficie parcela (m²) **21.503,60** **Eskala** • Escala **1:2.000**



IberSun

Arabako Foru Aldundia
Diputación Foral de Álava
www.araba.eus

LURZATI ZEDULA • CÉDULA PARCELARIA

Udalerria • Municipio	Pol. • Pól.	Lurzatia • Parcela	Herria • Población	Jaulkipen data • Fecha de emisión
ASPARRENA (09)	02	0640		30/10/2023

UNITATEEN DATUAK • DATOS DE LAS UNIDADES

GUZTIRA • TOTAL 1

ERREFERENTZIA(*) REFERENCIA(*) Azpi. Sub.	Eraik. Edif.	Unit. Unid.	KD DC	Zer.g. Iza. Nat. Fisc.	HELBIDEA EDO AURKINTZA DIRECCIÓN O PARAJE	AZALERAK (m²) SUPERFICIES (m²) Nagusia Principal	Esp. kom. Común	ERABILERA EDO LABORANTZA USO O CULTIVO
00	0000	0000	MT	R	MOÐETE	28.043,63		HIRUGARREN MAILAKO LEHORREKO LABOREA CULTIVO SECANO TERCERA

LURZATI KROKISA • CROQUIS PARCELA Lurzati azalera (m²) • Superficie parcela (m²) 28.043,63 Eskala • Escala 1:2.500



++++ Udalerriaren muga • Límite municipio — Hirigunearen muga • Límite casco urbano — Lurzatiaren muga • Límite parcela

IberSun

Arabako Foru Aldundia
Diputación Foral de Álava
www.araba.eus

LURZATI ZEDULA • CÉDULA PARCELARIA

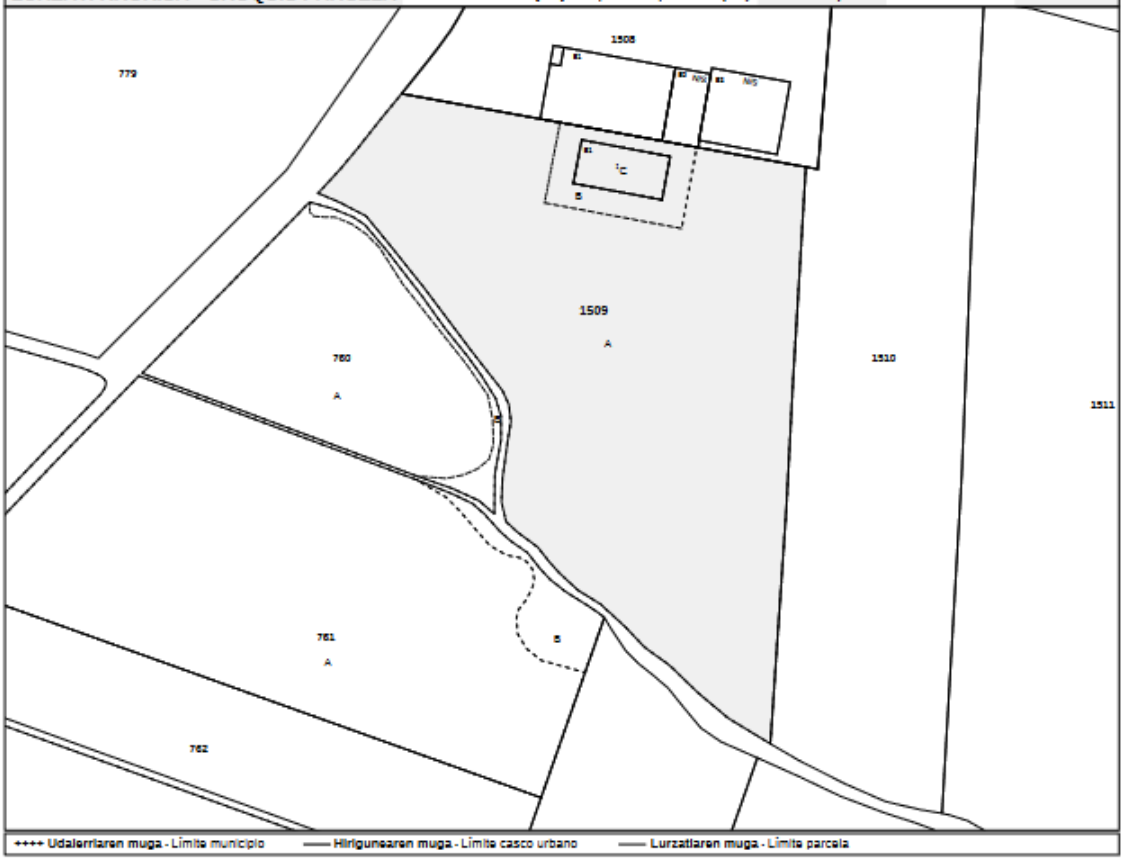
Udalerria • Municipio	Pol. • Pól.	Lurzatia • Parcela	Herria • Población	Jaulkipen data • Fecha de emisión
ASPARRENA (09)	02	1509	AMETZAGA ASPARRENA	23/6/2023

UNITATEEN DATUAK • DATOS DE LAS UNIDADES

GUZTIRA · TOTAL 3

ERREFERENTZIA(*) REFERENCIA(*) Azpi. Sub.	Eraik. Edif.	Unit. Unid.	KD DC	Zerg. Iza. Nat. Escr.	HELBIDEA EDO AURKINTZA DIRECCIÓN O PARAJE	AZALERAK (m²) SUPERFICIES (m²) Nagusia Principal	Esp. kom. Común	ERABILERA EDO LABORANTZA USO O CULTIVO
0C	0001	0001	CY	U	DISEMINADOS B	500,04		BILTOKIA,LANTEGIA,ETXAL. · ALMACEN,TALLER,GRAN.
0A	0000	0000	AX	R	LARRABASTE	26.920,58		BIGARREN MAILAKO LEHORREKO LABOREA CULTIVO SECANO SEGUNDA
0B	0000	0000	AQ	R	LARRABASTE	1.244,25		EKOIZTEKO EZ DENA · IMPRODUCTIVO

LURZATI KROKISA • CROQUIS PARCELA Lurzati azalera (m²) • Superficie parcela (m²) 28.829,70 Eskala • Escala 1:2.500



La superficie total de las parcelas es de 103.535,29 m^2, **cuya superficie ocupada por la instalación fotovoltaica "ASPARRENA" es de aproximadamente 54.202,43 m^2**.

Desde dicho campo solar partiremos con una línea subterránea de media tensión 30 kV, hasta el punto de conexión concedido por la compañía distribuidora en la línea de 30 kV ALSASUA-GAMARRA 1-2 de 30 kV de la ST ALSASUA (30 kV).

2.2 Justificación Urbanística

El Planeamiento urbanístico vigente existente en el municipio de Asparrena es el Plan de General de Ordenación Urbana (PGOU), cuya aprobación definitiva fue publicada en octubre de 2018 y su entrada en vigor fue a través del BOTHA Nº137 el 29 de noviembre de 2017.

2.2.1 Clasificación y calificación del suelo

Según se representa en el Plano P01.A. Categorización del T.M Condicionantes Superpuestos, las parcelas afectadas por la Planta Fotovoltaica y por la Línea Eléctrica de Evacuación presentan las siguientes categorías de suelo:

		Categoría de Suelo
Parcela Afectada por la PLANTA	Parcela 197 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 200 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 640 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 1509 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
Parcelas Afectadas por la LINEA DE EVACUACION	Parcela 1509 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 1510 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 1511 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 1512 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 90005 del Polígono 2	CARRETERA A-3020
	Parcela 39 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero

	Parcela 1962 del Polígono 2	Suelo Urbanizable
	Parcela 1961 del Polígono 2	Suelo Urbanizable
	Parcela 641 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 90005 del Polígono 2	CAMINO (009-011-1)
	Parcela 661 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 29 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 90005 Poligono 2	CARRETERA A-3012
	Parcela 664 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 42 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 41 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero
	Parcela 40 del Polígono 2	Suelo No Urbanizable, Zona de Interés Agroganadero

Tabla 2. Categorización del Suelo según PNU

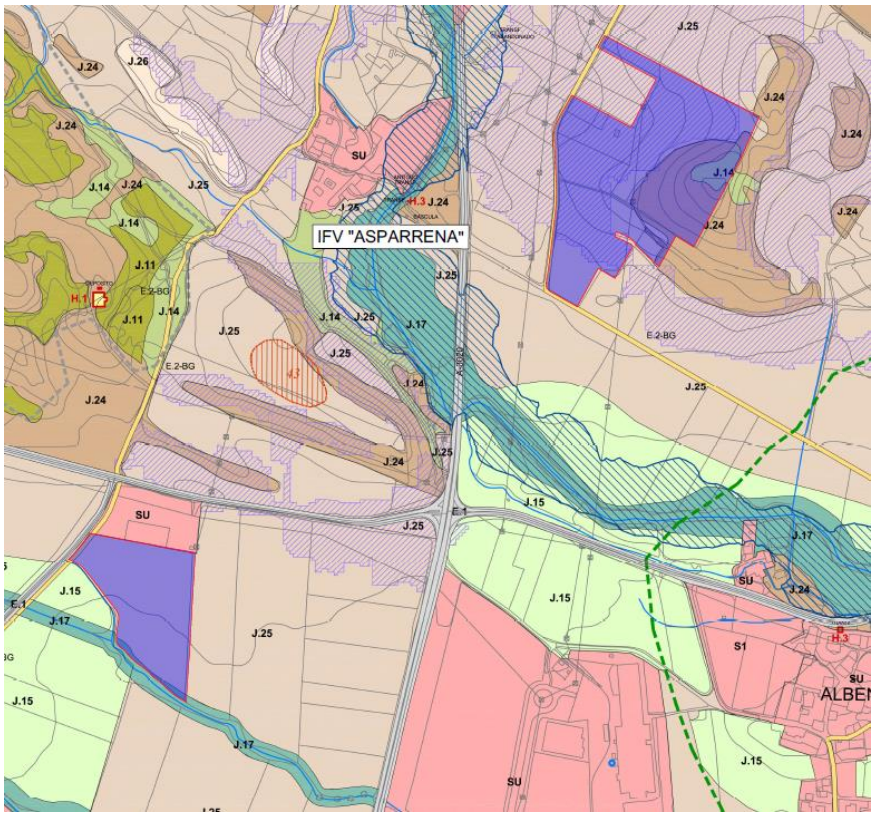


Ilustración 2: Emplazamiento en el planeamiento urbanístico

2.2.2 Condiciones de implantación

En el artículo 1.6.1.6. de las Normativas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbana de Asparrena, se establecen los Parámetros Urbanísticos y Edificatorios específicos de cada uso constructivo

La planta fotovoltaica planteada se encuentra clasificada como una instalación de utilidad pública o interés social. El resumen de las condiciones se encuentra resumidas en la siguiente tabla.

		NORMAS URBANISTICAS MUNICIPALES	**PROYECTO**
Condiciones de implantación	EDIFICABILIDAD URBANISTICA	0,15 m^2/m^2	CUMPLE
	SUPERFICIE MINIMA	LIBRE	LIBRE
	OCUPACION MAXIMA DE LA PARCELA	10%	CUMPLE
	ALTURA MAXIMA DE PLACA INSTALADA, CORNISA O ALERO	7 m	CUMPLE (altura max. 3 m)
	SEPARACION MINIMA A LINDEROS	10 m	CUMPLE

(*) La única construcción proyectada será la correspondiente a la edificación prefabricada donde se aloja el Centro de Transformación, cuya superficie aproximada es de 25 m².

Tabla 3. Normas Urbanísticas Municipales del PNU

2.3 Estudio de Afecciones

La implantación de la planta fotovoltaica está determinada por una serie de restricciones que reducen el área útil de la parcela. A continuación, se describen las restricciones que presenta el emplazamiento escogido, así como línea de evacuación.

2.3.1 Afección Ayuntamiento de Asparrena

Según el Plan General de Ordenación Urbana de Asparrena (en adelante PGOU), el suelo donde se hará la implantación está clasificado como Suelo No Urbanizable, con calificación pormenorizada J.25 Zona Preservada de interés agroganadero – Paisaje rural de transición.

La regulación de usos admitidos en la zona J.25 es la contenida en el artículo 1.6.1.2 del PGOU:

a) Edificaciones e instalaciones de interés público, citados en el artículo 1.6.1.1. "Clasificación genérica de los usos autorizables directamente por la calificación global en las zonas rurales J.1- de Especial Protección y J.2- Preservadas", punto b. Entre ellos se encuentran las instalaciones técnicas de parques de producción de energías renovables.

Por lo que teniendo en cuenta todo esto, la implantación de la IFV "ASPARRENA" es admisible.

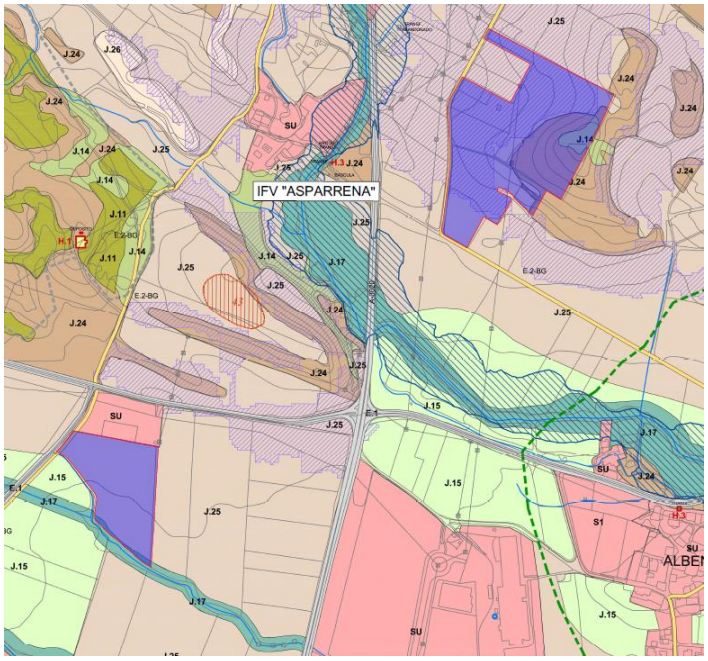


Ilustración 3. Emplazamiento de "ASPARRENA" en el PGOU

2.3.2 Afección a carreteras

Según la Normativa Urbanística del Plan General de Ordenación Urbana de Asparrena y la Norma Foral 20/1990 de 25 de junio, de Carreteras del Territorio histórico de Álava, se establece las siguientes distancias al dominio público e infraestructuras.

Respecto a Camino Rurales, Articulo 1.6.1.5 de las Normas del PGOU de Asparrena

- De los cierres, 1,5 m desde la arista exterior de la explanación.

Artículo 17 de la Norma Foral 6/1995

- Límite de edificación. La línea límite de edificación se sitúa a cincuenta metros en autopistas, autovías y vías rápidas y a veinticinco metros en el resto de las carreteras de la arista exterior de la calzada más próxima.

Las carreteras afectadas pertenecientes al T.M. de Asparrena afectados por la implantación del proyecto son:

A-3012: carretera que discurre por el límite norte de las parcelas donde se ubicaría la instalación. En la parte más cercana a la carretera, se han respetado más de 25 m hasta el vallado y aproximadamente 30 m hasta los módulos más cercanos, cumpliendo así las distancias mínimas establecidas en la normativa antes mencionada.



Ilustración 4: Situación con carretera A-3012 (Planta fotovoltaica)

Además de estar afectado por la implantación, esta carretera A-3012 se encuentra afectada por la línea de evacuación. Como se puede ver en la siguiente imagen, la línea realizará un cruzamiento subterráneo mediante perforación dirigida, situando las arquetas de entrada y salida fuera de la zona de servidumbre de 8m. En las siguientes coordenadas (UTM30 ETRS890):

Pozo de entrada:

- X: 556241.62 m E
- Y: 4747423.33 m N

Pozo de salida:

- X: 556178.04 m E
- Y: 4747314.91 m N

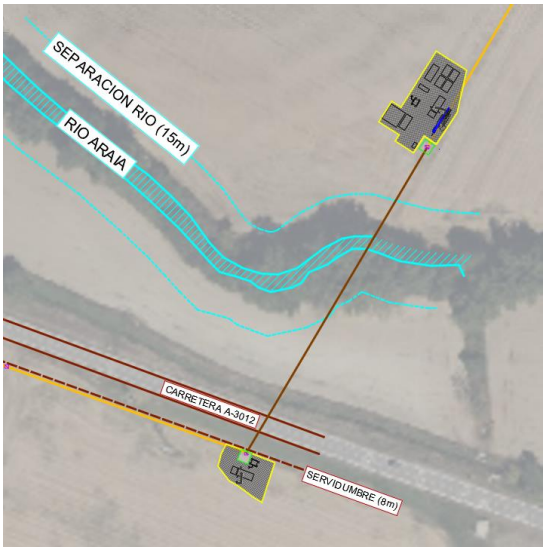


Ilustración 5: Situación con carretera A-3012 (Perforación Horizontal dirigida)

A-3020: Esta carretera A-3020 se encuentra afectada por la línea de evacuación. Como se puede ver en la siguiente imagen, la línea realizará un cruzamiento subterráneo mediante perforación dirigida, situando las arquetas de entrada y salida fuera de la zona de servidumbre de 8m. En las siguientes coordenadas (UTM30 ETRS890):

Pozo de entrada:

- X: 555894.02 m E
- Y: 4747331.60 m N

Pozo de salida:

- X: 555933.10 m E
- Y: 4747327.86 m N

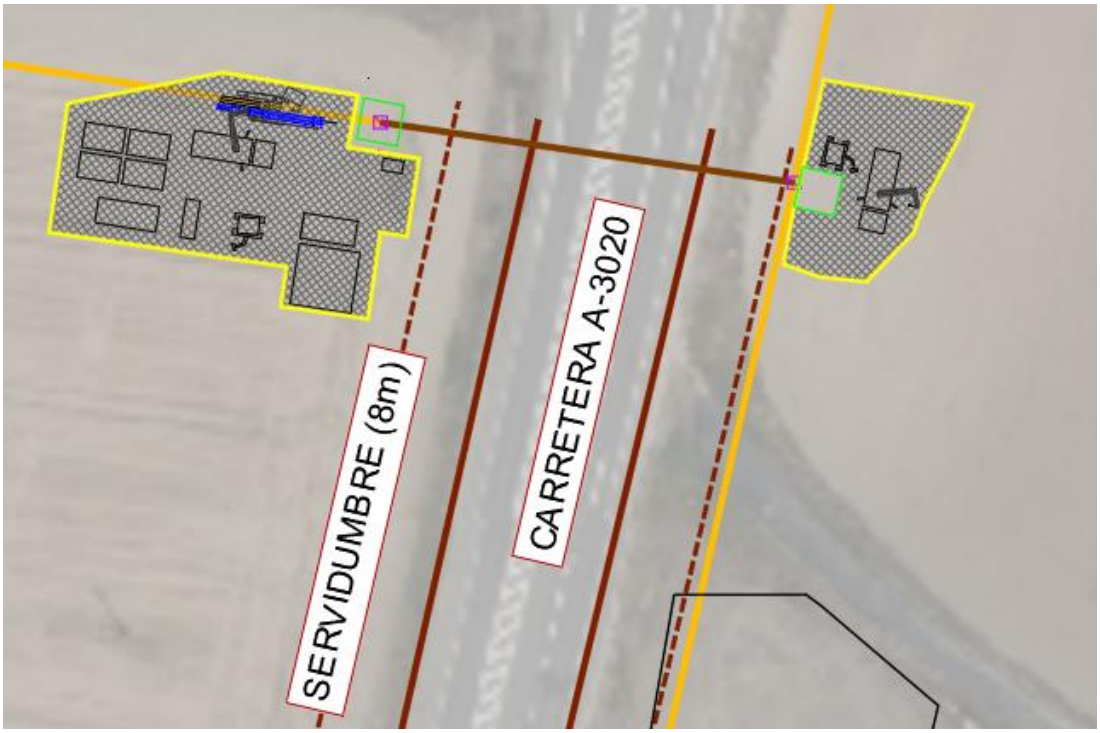


Ilustración 6: Situación con carretera A-3020 (Perforación Horizontal dirigida)

2.3.3 Afección a Línea Eléctrica

Se localizan dos líneas aéreas de media tensión que discurren por la planta fotovoltaica de "ASPARRENA". Conforme a lo establecido en el R.D. 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, no se construirán edificios e instalaciones industriales en la servidumbre de vuelo de la línea, incrementada en una distancia mínima de 6 metros.

Como se observa en las siguientes imágenes, se mantiene libre la zona de servidumbre, respetando más de 6 m desde el eje del apoyo hasta el módulo más cercano, por lo que no se interviene de ninguna manera con las líneas de media tensión existente.

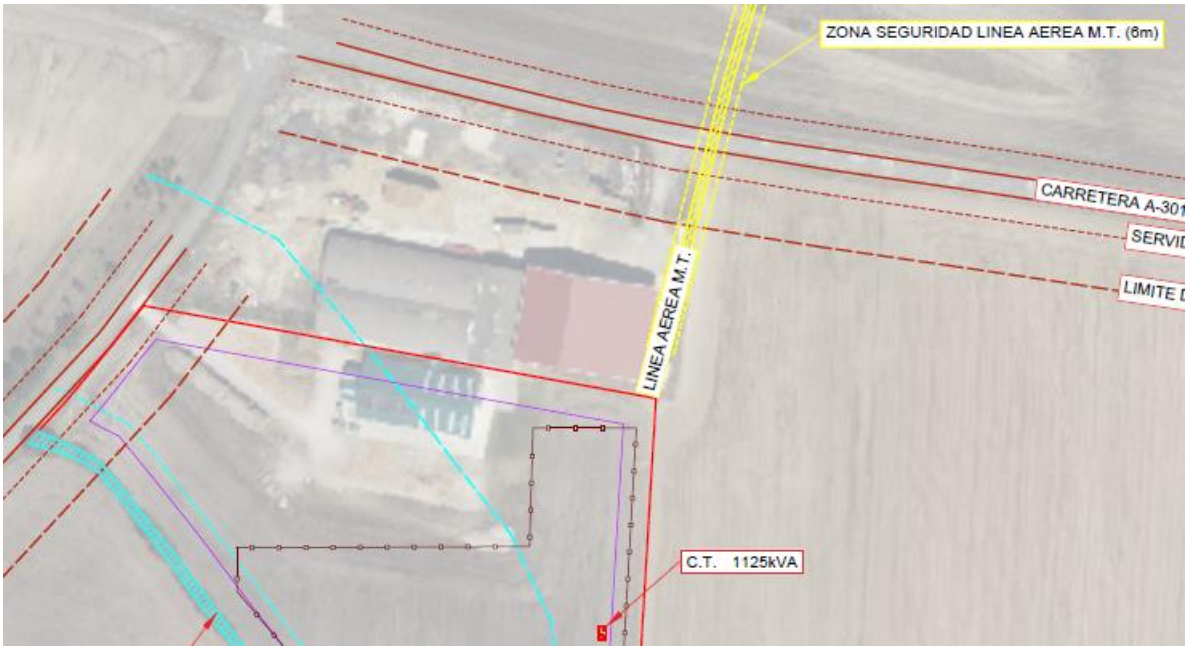


Ilustración 7: Situación con línea aérea de media tensión existente (Instalación parte 1)

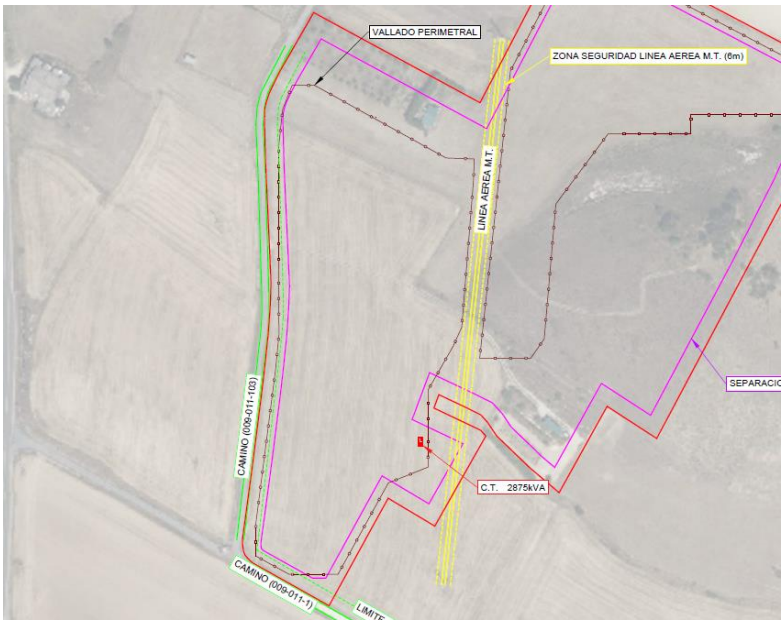


Ilustración 8: Situación con línea aérea de media tensión existente (Instalación parte 2)

2.3.4 Afección a Red Hidrográfica

La IFV "ASPARRENA" se encuentra afectada por diversos ríos de la red hidrográfica, el río Lanbiaran, río Ametzaga y río Araia. Atendiendo a la clasificación según su componente hidráulica (1km2<C<10km2), además de lo indicado en el PTS de Ordenación de Márgenes de los Ríos y Arroyos se establece lo siguiente.

"Epígrafe 5.5.2 Criterios de Ordenación de las Márgenes en Función de su Componente Urbanística, Márgenes Zonificadas como Márgenes en Ámbito Rural:

- 50 metros para los embalses y los tramos de ríos con cuenca afluente C>100 Km2 (tramos de niveles III, IV, V y VI)
- 30 metros para los tramos de ríos con cuenca afluente 10<C<100 Km2 (tramos de niveles I y II)
- 15 metros para los arroyos con cuenca afluente 1<C<10 Km2 (tramos de nivel 0)
- Para las escorrentías o cursos de agua con cuenca afluente menor a 1 Km2 (tramos de nivel 00) será de aplicación lo establecido en la Ley de aguas"

Teniendo en cuenta esto, a la hora de realizar la implantación de la IFV "ASPARRENA" se ha respetado un distanciamiento de 15 m desde los márgenes del cauce.

Por otro lado, al sur de la implantación, discurre el Rio Ametzaga que, según la clasificación de su componente hidráulica, se encuentra entre el intervalo (10km2<C<50km2). Por lo que, atendiendo a lo indicado en el PTS de Ordenación de Márgenes de los Ríos y Arroyos, se respetará un distanciamiento de 30 m al cauce. Se observa en la siguiente imagen:



Ilustración 9: Situación río Ametzaga y río Lanbiaran.

Además de la implantación de la planta fotovoltaica "ASPARRENA", la línea de evacuación discurre por zona de afección del Rio Amatzaga, Rio Lambiaran y Rio Araia.

En la siguiente imagen se puede ver la manera en la que el trazado se desarrolla por en mediaciones de los Ríos. Como se puede apreciar, la línea, circula de manera paralela al Rio Ametzaga por aproximadamente 160m a una distancia de 7m de los límites del cauce. Aparte de la línea de evacuación, también de localiza otra infraestructura, el centro de seccionamiento.

El centro de seccionamiento se sitúa a aproximadamente 8 m del cauce del rio Ametzaga y 5 m del límite del cauce del rio Lambiaran y en cuanto al apoyo, se situará a 8m del cauce del Rio Ametzaga y 4m del rio Lambiaran. Este último se utilizará para realizar una conversión de la línea aéreo-subterránea, que después realizara un cruzamiento aéreo con el rio para poder realizar la conexión con el punto de conexión con la línea de M.T.

Para la realización de las actuaciones mencionadas, se solicitarán todos los permisos correspondientes a las administraciones adecuadas. El posicionamiento de todas las instalaciones pertenecientes a la línea de evacuación no es definitivo, son dependientes de las contestaciones de los organismos afectados.

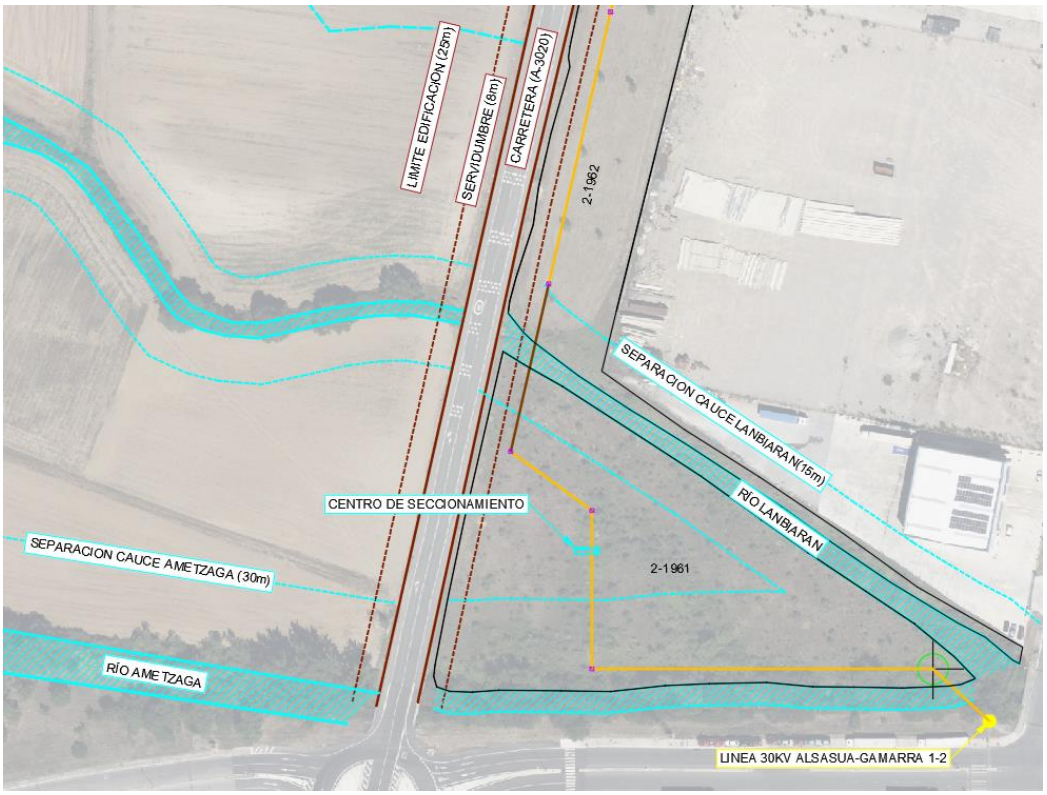


Ilustración 10: Situación Río Ametzaga

En cuanto al Rio Araia, la línea de evacuación realizara un cruzamiento subterráneo con este. Este cruzamiento se desarrollará mediante perforación dirigida, situando los pozos de entrada y salida fuera de los márgenes establecidos en el PTS de Ordenación de Márgenes de los Ríos y Arroyos. En las siguientes coordenadas (UTM30 ETRS890):

Pozo de entrada:

- X: 556241.62 m E
- Y: 4747423.33 m N

Pozo de salida:

- X: 556178.04 m E
- Y: 4747314.91 m N

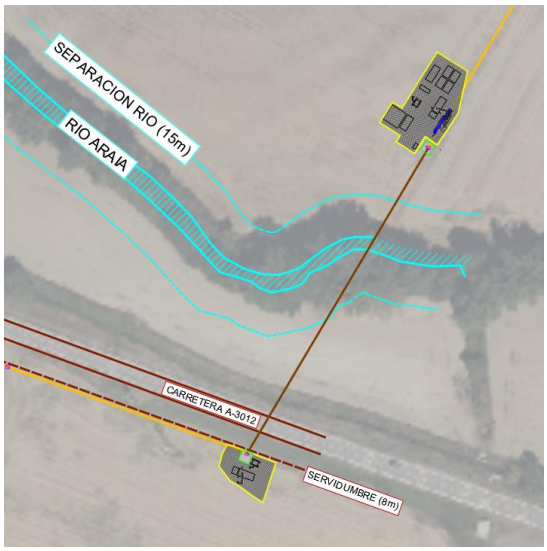


Ilustración 11: Situación Río Araia

2.3.5 Afección Medio Ambiente

Desde el punto de vista medioambiental se procederá a la identificación de los posibles condicionantes medioambientales asociados a la construcción de la PSF, compatibilizando el desarrollo económico con la conservación del medio natural dentro del marco de un desarrollo sostenible.

Se consideran dos conceptos básicos:

- Factor medioambiental: cualquier elemento o aspecto del medio ambiente susceptible de interaccionar con las acciones asociadas al proyecto a ejecutar, cuyo cambio de calidad genera un impacto medioambiental.
- Impacto medioambiental: alteración que introduce una actividad humana en el entorno; este último concepto identifica la parte del medio ambiente que Interacciona con ella.

Tras un primer análisis se observan los siguientes condicionantes ambientales:

ZONAS DE ESPECIAL PROTECCION PARA LAS AVES (ZEPA)	SIN INCIDENCIA
ZONAS ESPECIALES DE CONSERVACIÓN (ZEC)	SIN INCIDENCIA
LUGARES DE IMPORTANCIA COMUNITARIA (LIC)	SIN INCIDENCIA
PROTECCIÓN DEL MEDIO FÍSICO	SIN INCIDENCIA
ÁREAS DE PROTECCIÓN	SIN INCIDENCIA
CURSOS DE AGUA PROXIMOS	RIO LAMBIARAN, RIO AMETZAGA y RIO ARAIA
ARROYOS EN LA PARCELA	NO
EXISTENCIA DE FLORA/FAUNA PROTEGIDA	NO
ELEMENTOS ARQUEOLOGICOS AFECTADOS	NINGUNO

Tabla 4: Afección Medio Ambiente

En base a los Anexos II.E y I.C de la Ley 10/2021, de 9 de diciembre, de Administración Ambiental de Euskadi, este proyecto está sometido al procedimiento de evaluación de impacto ambiental simplificada y a licencia de actividad clasificada, respectivamente. Ambos procedimientos se describen en la citada Ley.

2.3.6 Afección a agricultura

Según lo establecido en el Decreto 177/2014, de 16 de septiembre, por el cual se aprueba definitivamente el Plan Territorial Agroforestal de la Comunidad Autónoma del País Vasco.

"El Plan pormenoriza también la Matriz para la Ordenación del Medio Físico de las DOT, con una regulación por Categorías de usos Propiciados, Admisibles y Prohibidos. En concreto merecen reseñarse las siguientes particularidades:

a) *Clarificación de las diferencias entre los usos Admisibles (2a) y Prohibidos (3a). En cuanto al uso Admisible (2a), se procederá a realizar un análisis de la afección a la actividad agroforestal y la incorporación de medidas correctoras. En el caso de los usos Prohibidos (3a), el uso no es deseable, aunque, excepcionalmente, será admisible si es avalado por un informe del órgano foral competente en materia agraria y un procedimiento de Evaluación de Impacto Ambiental que considere de manera específica la afección sobre la actividad agroforestal."*

La IFV "ASPARRENA" se encuentra categorizada como instalación técnica de servicios de carácter no lineal Tipo A, según lo establecido en el siguiente artículo.

"Artículo 37.- Instalaciones Técnicas de servicios de carácter no lineal Tipo A.

Incluye un conjunto amplio de instalaciones que ocupan grandes superficies:

- *Parkings de estacionamiento de vehículos al aire libre (no considerados como uso asociado a áreas recreativas).*
- *Plantas potabilizadoras y de tratamiento de agua.*
- *Embalses o grandes depósitos de agua.*
- *Centrales productoras de energía eléctrica.*
- *Plantas de generación de energía a partir de biomasa.*
- *Estaciones transformadoras de superficie superior a 100 metros cuadrados.*
- *Centrales de captación o producción de gas.*
- *Infraestructuras portuarias.*
- *Plantas depuradoras y de tratamiento de residuos sólidos y cualesquiera otras instalaciones de utilidad pública y similar impacto sobre el medio físico.*
- *Otras asimilables a las anteriores en cuanto a ocupación de superficie."*

Como se ve en la siguiente imagen, la IFV "ASPARRENA" se encuentra ubicada casi en su totalidad en zona Residencial; Industrial; Equipamiento e Infraestructuras. Udalplan 2013. Por otra parte, existen partes pequeñas de la implantación ubicadas en Zona Agroganadera: Alto Valor Estratégico y Zona Agroganadera: Paisaje Rural de Transición.

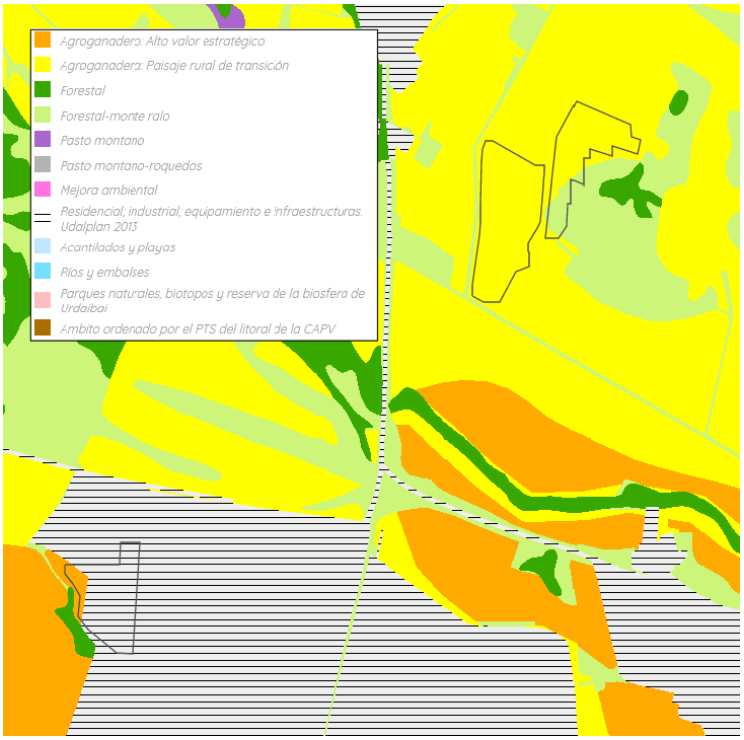


Ilustración 12: Clasificación Suelo Agroforestal

En la siguiente tabla extraída del Boletín oficial del País Vasco, del viernes 17 de octubre de 2014, se establece la admisibilidad según la categorización del uso donde se puede apreciar que el desarrollo IFV "ASPARRENA es admisible.

USOS	CATEGORÍAS DE ORDENACIÓN							
	AGROGANADERO Y CAMPIÑA		MONTE				MEJORA AMBIENTAL	PROTECCIÓN DE AGUAS SUPERFICIALES
	Estratégico	Paisaje Transición	Forestal-Monte Ralo	Forestal	Pastos Montanos	Pastos montanos-Roquedos		
PROTECCIÓN AMBIENTAL								
Mejora Ambiental	2	2	1	2	2	2	1*	1
OCIO Y ESPARCIMIENTO								
Recreo extensivo	2	2	2	2	2	2	2	-
Adaptación y uso de áreas de recreo intensivo	2a	2a	2a	2a	2a	3	2a	-
Construcciones y grandes instalaciones ligadas al recreo intensivo	2a** | 3a**	2a	2a	2a	3a	3	3a	-
Actividades cinegéticas y piscícolas	2	2	2	2	2	2	2	2
APROVECHAMIENTO DE RECURSOS PRIMARIOS								
Prácticas agrarias	1	1*	2*	2a*	3	3	3	2*
Construcciones relacionadas con explotación agraria	2a	2a*	3a*	3a*	3	3	3	3
Prácticas ganaderas	2	2	2*	2*	1*	2*	2*	2*
Construcciones relacionadas con explotación ganadera	2a*	2a*	3a*	3a*	3a*	3	3	3
Prácticas forestales	2a*	2*	1*	1*	2*	2*	1*	2*
Construc. relacionadas con explotación forestal	3a	2a	2a	2a	3	3	3	3
Industrias Agrarias	2a** | 3a**	2a	3a	3a	3	3	3	3
Actividades extractivas	-	-	-	-	-	-	-	-
INFRAESTRUCTURAS								
Vías de transporte[1]	-	-	-	-	-	-	-	-
Caminos rurales y pistas	2a	2a	2a	2a	2a*	3	2a	-
Líneas de tendido aéreo	2a	2a	2a	2a	3a	3	2a	-
Líneas subterráneas	2a	2a	2a	2a	3a	3a	2a	-
Inst. Técnicas de Servicios Tipo A	2a** | 3a**	2a	2a	3a	3	3	3	-
Inst. Técnicas de Servicios Tipo B	2a	2a	2a	2a	2a	3a	2a	-
Escombreras y vertederos de residuos sólidos	3a	2a	2a	2a	3	3	2a	-

2.4 Características del Punto de conexión

La conexión de la instalación de la planta fotovoltaica "ASPARRENA" a la red de distribución de I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES S.A.U. (i-DE), se realizará en la línea 30 kV ALSASUA-GAMARRA 1-2 de 30 kV de la ST ALSASUA (30 kV), en apoyo número 75 (2659956), con coordenadas UTM (Huso 30):

- X= 555994.58 m E
- Y= 4746799.54 m N

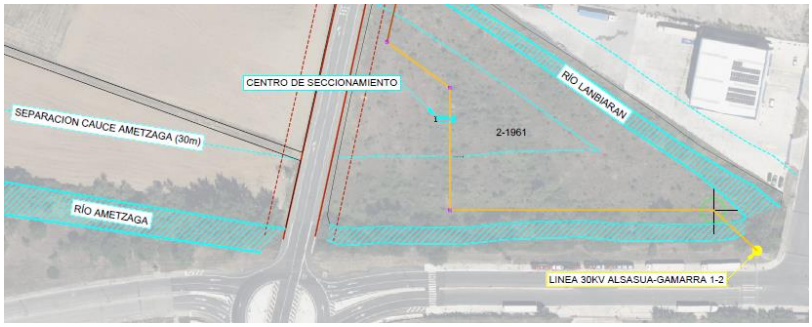


Ilustración 13: Ubicación del Punto de Conexión

La transformación de la energía producida producida en baja tensión se realizará mediante 2 centros de transformación de 1 MVA y 3 MVA, uno en cada parte de la implantación, que elevarán la tensión a 30 kV y desde aquí, mediante dos líneas subterráneas, será llevada hasta el punto de entronque concedido por la Cía. distribuidora. La conexión se realizará en la línea 30 kV ALSASUA-GAMARRA 1-2 de 30 kV de la ST ALSASUA (30 kV): mediante un centro de seccionamiento telemandado al que se llegará con un paso subterráneo (entrada/salida) en un apoyo al lado del cual se ubicará el centro de seccionamiento anteriormente indicado.

Se realizará la construcción de un centro de seccionamiento telemandado independiente (dotado con 11 posiciones de línea: 2 entrada LG, 2 salida LG, 2 derivación STR ASPARRENA, 2 derivación a STC RECU.FERRICAS, 2 para la IFV y una auxiliar) que realice entrada y salida en la línea 30 kV ALSASUA-GAMARRA 1-2 de 30 kV de la ST ALSASUA (30 kV), en apoyo número 75 (2659956), con coordenadas UTM (Huso 30): que debe disponer de libre acceso desde la vía pública. De acuerdo con la actual reglamentación, el centro de seccionamiento telemandado que da continuidad a la línea de IBD, debe ser cedido a la empresa eléctrica, realizándose la operación de dichos interruptores desde el Despacho de Operación de IBD. El nuevo centro se ubica lo más cerca posible de la traza de la línea actual (preferiblemente a no más de 50 m del punto de conexión en la red de distribución).

3. FUNCIONAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

Durante las horas diurnas, la planta fotovoltaica generará energía eléctrica, en una cantidad casi proporcional a la radiación solar existente en el plano del campo fotovoltaico. La energía generada por el campo fotovoltaico, en corriente continua, es inyectada en sincronía a la red a través de los inversores una vez transformada por éstos en corriente alterna. Esta energía es contabilizada y vendida a la compañía eléctrica de acuerdo con el contrato de compraventa previamente establecida con ésta.

Durante las noches el inversor deja de inyectar energía a la red y se mantiene en estado de "stand-by" con el objetivo de minimizar el consumo de la planta. En cuanto sale el sol y la planta genera suficiente energía, la unidad de control y regulación comienza con la supervisión de la tensión y frecuencia de red, iniciando la alimentación si los valores son correctos. La operación de los inversores es totalmente automática.

El conjunto de protecciones de interconexión, que posee cada uno de los inversores, está básicamente orientado a evitar el funcionamiento en isla de la planta fotovoltaica. En caso de fallo de la red, la planta dejaría de funcionar. Esta medida es de protección tanto para los equipos como para las personas que puedan operar en la línea, sean usuarios o, eventualmente, operarios de mantenimiento de esta.

Esta forma de generación implica que solo hay producción durante las horas de sol, no existiendo elementos de acumulación de energía eléctrica (baterías).

4. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

Las instalaciones fotovoltaicas de conexión a red eléctrica se componen de dos partes fundamentales, por un lado, se encuentra el generador fotovoltaico donde se recoge y se transforma la energía de la radiación solar en electricidad, mediante los módulos fotovoltaicos, y otra parte que se encarga de transformar la energía eléctrica de corriente continua a corriente alterna que se realiza en el inversor y en los transformadores, para su posterior inyección a la red.

La presente planta solar fotovoltaica está compuesta por 6.737 módulos fotovoltaicos del modelo CS7N de 700 Wp de Canadian Solar o similar, que forman un campo solar de una potencia pico de 4,71 MWp.

Estos módulos se dividen en dos partes, de tal forma que en las parcelas 2-197,2-640 y 2-200, se tienen 4.891 módulos fotovoltaicos y en la parcela 2-1509 se obtienen 1.846 módulos fotovoltaicos.

Estos módulos fotovoltaicos transforman la radiación solar en energía eléctrica, produciendo corriente continua, por lo que para transformar la corriente continua en corriente alterna se instalan inversores fotovoltaicos. En el presente proyecto se ha previsto el uso de 32 inversores tipo string SG125HV de Sungrow o similar, los cuales dotan a la instalación de una potencia nominal de 4 MWn.

La instalación estará formada por 225 cadenas de 30 módulos, sumando un total **de 6.737 módulos.**

5. COMPONENTES DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

5.1 Módulos fotovoltaicos

La instalación fotovoltaica se compone de 6.737 módulos fotovoltaicos del modelo CS7N de 700 Wp de Canadian Solar o similar, que forman un campo solar de una potencia pico 4,71 MWp. A continuación, se muestran las principales características de los módulos:

Módulos fotovoltaicos (CS7N-700MS)	STC	NOMT
Potencia máxima (W)	700	821,8
Voltaje máximo (Vmp)	40	32,82
Corriente máximo (Imp)	17,51	16,31
Voltaje circuito abierto (Voc)	47,9	40,72
Corriente cortocircuito (Isc)	18,49	19,044
Eficiencia STC (%)	22,5	
Temperatura operación (ºC)	-40 ºC / +85ºC	
Voltaje máximo del sistema (V)	1500 V	
Capacidad máx. de fusible serie	30 A	
Coef. de temperatura de Pmax (%/ºC)	-0,29	
Coef. de temperatura de Voc (%/ºC)	-0,25	
Coef. de temperatura de Isc (%/ºC)	0,05	

Tabla 5. Características módulo fotovoltaico

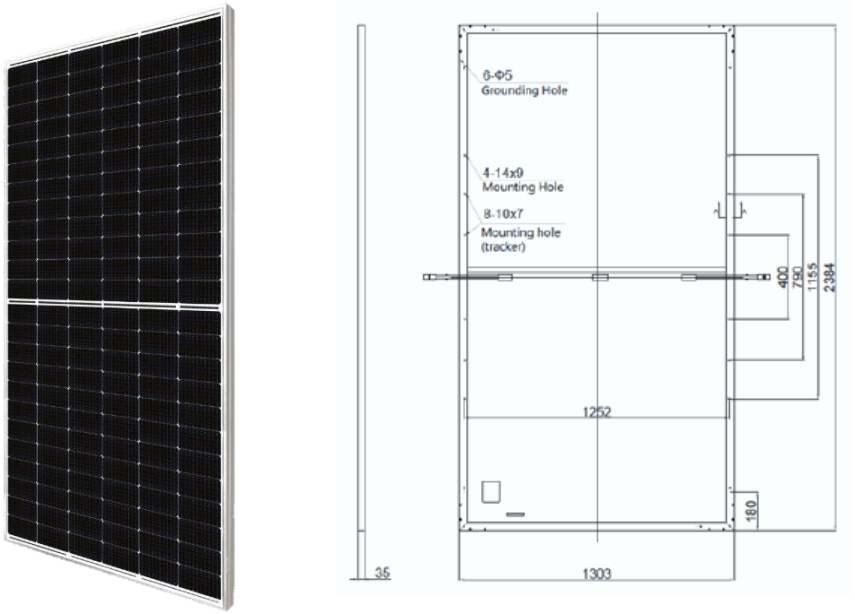


Ilustración 14: Módulo fotovoltaico CS7N

Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por algún laboratorio reconocido, acreditándolo mediante la presentación del certificado oficial correspondiente. Además, cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnéticas (2004/108/CE).

5.2 Inversor fotovoltaico

La corriente generada en los módulos fotovoltaicos es corriente continua, y tendrá que ser convertida a corriente alterna con las mismas características que la red de distribución de electricidad, para poder ser cedida a ella. Esto se consigue mediante los inversores de corriente.

Los inversores dispuestos en el proyecto son tipo string y estáticos, concretamente el modelo SG125HV de Sungrow o similar. El número de inversores necesarios, teniendo en cuenta, la potencia de la planta y la potencia unitaria de cada inversor será de 32 unidades a los cuales se conectarán strings de 30 módulos en serie, dotando a la instalación de una potencia nominal de 4 MWn.

Los inversores cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2004/108/CE).

Los inversores irán instalados sobre estructuras de celosía hincadas directamente sobre el terreno.



Ilustración 15: Inversor SG125HV

De forma general, las características de inversor empleado son las siguientes:

Inversor (SG125HV)		
Valores de entrada CC		
Tensión máxima de entrada (V)	1.500	
Corriente de entrada máxima por MPPT (A)	148	
Corriente de cortocircuito máxima (A)	250	
Tensión de arranque (V)	860	
Rango de tensión por (V)	860	920
Tensión nominal de entrada (V)	1050	
Número independiente de entradas MPP	1	
Número de entradas CC	1	
Valores de salida CA		
Potencia activa (kW)	125	
Tensión nominal de salida (V)	600	
Intensidad máxima de salida (A)	120	
Frecuencia nominal de red de CA (Hz)	50	
Rango voltaje AC (V)	480 - 690	
Distorsión armónica total máxima	< 3%	

Tabla 6. Características inversor fotovoltaico

A continuación, se muestra el diagrama de circuito interno del inversor:

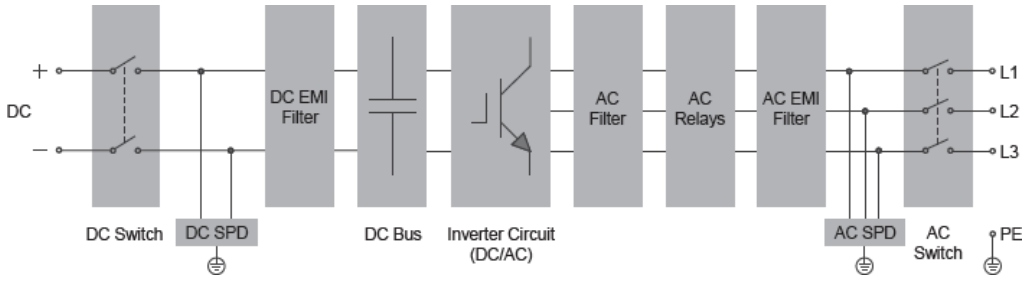


Ilustración 16: Diagrama de circuito del inversor

5.3 Caja de conexión

Con el fin de conectar el cableado de corriente continua de los strings a los distintos inversores se instalarán cajas de conexionado del tipo Sunbox PVS-12MH-BD y PVS-16MH-DB o similar, intermedias entre las series de módulos y los inversores. Se dispondrán 32 cajas de conexión con entradas de corriente continua de hasta 6 mm2 y una salida de línea de corriente continua de hasta 150 mm².



Ilustración 37: Cajas de conexión CC

5.4 Estructura soporte (seguidor)

Para el máximo aprovechamiento de la radiación solar y por tanto para la obtención del mayor rendimiento posible de la instalación, los módulos fotovoltaicos se montarán en estructuras mecánicas de acero fijas y orientadas al sur, con la inclinación que se calculará como la óptima para maximizar la incidencia de la radiación solar a lo largo del año teniendo en cuenta la ubicación de la instalación.

Las estructuras soporte, a instalar, serán similares a las de la ficha técnica que se adjunta como anexo al presente Proyecto, los detalles de la estructura pueden verse en los planos adjuntos. Estas estructuras permiten una pendiente máxima del terreno en dirección Este-Oeste o viceversa de 15% e ilimitada en dirección Norte-Sur y sus bases serán postes que se hincarán en el terreno. En general el terreno en que se ubicará el proyecto fotovoltaico tiene una pendiente variable, por lo tanto, para que las mesas queden con una posición horizontal en el eje, se jugará con la altura de hincado de cada poste. Lo anterior permitirá que las mesas se puedan ajustar mejor al terreno absorbiendo así la diferencia entre las distintas pendientes.

En aquellas zonas puntuales en que se supere la pendiente máxima aceptada por la estructura no es necesario realizar una nivelación de toda la superficie que ocupa el mismo, sino solo eliminar las zonas donde se supera la pendiente máxima con esto se equilibra el movimiento de tierras sin generar un exceso a vertedero.

La distribución de las mesas se proyecta de forma que la distancia entre las filas permita maximizar la radiación solar, evitando sombras y permitiendo la realización de viales de paso. El pitch con el que se ha diseñado el campo solar es de 9,6 metros, siempre respetando los distintos retranqueos, tal y como se muestra en los planos adjuntos.

La estructura seleccionada cumplirá las siguientes especificaciones:

- Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado en el Código Técnico de la Edificación respecto a seguridad.
- La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la edificación y demás normativa de aplicación. Siendo la mínima aceptada de 240 km/h de viento y nieve de 2 kN/m².
- El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.
- Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.
- La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura
- La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea g17,00 galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable
- Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos
- La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc
- El material será 100% reciclable

El fabricante, previo a la instalación, aportará un cálculo detallado de las estructuras con su solución final de acuerdo con las cargas climáticas máximas históricas en la ubicación del proyecto.

5.5 Centro de transformación

Una vez que los inversores fotovoltaicos han transformado la energía eléctrica a corriente alterna, se dispone de dos centros de transformación donde se alojaran los transformadores de potencia para elevar la tensión de la energía generada. En la presente instalación fotovoltaica se instalarán 2 centros de transformación uno de 1.125 KVA y otro de 2.875 KVA.

El transformador de aceite mineral de 1,125 MVA de potencia, con refrigeración natural según UNE-EN 60076 tiene las siguientes características:

- Transformador de aceite mineral de 1.125 KVA.
- **600 V AC con dos devanados secundarios.**
- **13,2 kV de tensión primaria.**
- Regulación de tensión ±2,5 ±5%
- Grupo de conexión: Dy11
- Frecuencia: 50 Hz
- Temperatura: 40°C
- Protección DGPT2
- Cumpliendo con las normativas europeas vigentes

El centro de transformación agrupará los siguientes equipos:

- 1 transformador de potencia de 1.125 kVA de **0,6/13,2 kV**.
- 1 Celdas de M.T. (Línea)
- 1 Celda de Protección del Transformador
- 1 Celda de Alimentación de Servicios Auxiliares
- 1 Celda de Medida
- Cuadro Auxiliar de BT.
- Uso local.
- Cuadro de Monitorización.

El transformador de aceite mineral de 2,875 MVA de potencia, con refrigeración natural según UNE-EN 60076 tiene las siguientes características:

- Transformador de aceite mineral de 2.875 KVA.
- **600 V AC con dos devanados secundarios.**
- **30 kV de tensión primaria.**
- Regulación de tensión ±2,5 ±5%
- Grupo de conexión: Dy11
- Frecuencia: 50 Hz
- Temperatura: 40°C
- Protección DGPT2
- Cumpliendo con las normativas europeas vigentes

El centro de transformación agrupará los siguientes equipos:

- 1 transformador de potencia de 2.875 kVA de **0,6/30 kV**.
- 1 Celdas de M.T. (Línea)
- 1 Celda de Protección del Transformador
- 1 Celda de Alimentación de Servicios Auxiliares
- 1 Celda de Medida
- Cuadro Auxiliar de BT.
- Uso local.
- Cuadro de Monitorización.

El centro de transformación cumplirá las normativas correspondientes y tendrá a disposición el certificado de calidad y homologación correspondiente a la integración de los equipos.

El centro de transformación está mecánicamente compuesto por un bloque con su propia cimentación, donde se encuentran las celdas de media tensión, las comunicaciones, las cajas de baja tensión de servicios auxiliares y el transformados de servicios auxiliares.

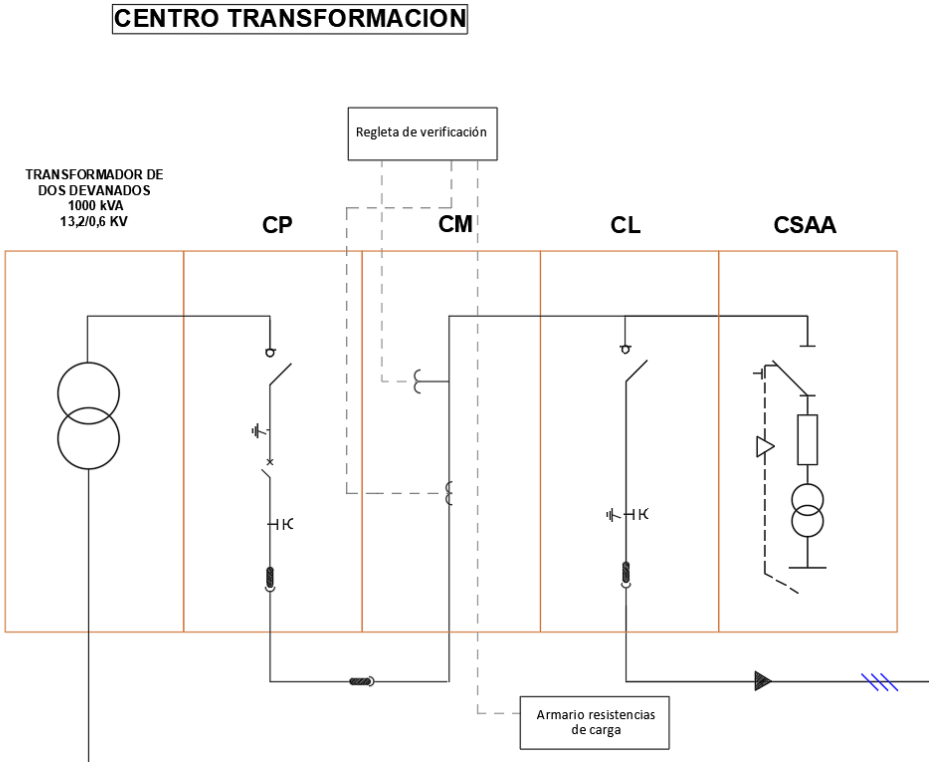


Ilustración 18: Esquema unifilar C.T.

5.5.1 Transformador de potencia

El transformador elevador instalado en el centro de transformación es el encargado de adaptar y elevar la energía de salida del inversor a los niveles de tensión de la línea de evacuación de la planta fotovoltaica.

El transformador trifásico está compuesto por tres devanados (doble devanado en baja tensión y uno en Media Tensión) arrollados en un núcleo. El encapsulado puede realizarse en el interior de cuba de aceite dieléctrico u otro líquido refrigerante.

Sus características principales son:

- Transformador Trifásico
- Tensión del primario: La tensión de conexión a la reden este caso de **30.000V**.
- Tensión del secundario: Será la tensión de conexión de los equipos inversores. En la instalación será de doble devanado en **600 V**.
- Potencias nominales: Son las potencias máximas de los transformadores: 1.125 y 2.875 kVA
- Grupo de Conexión: Es la forma en la que están dispuestas las conexiones del lado primario respecto al secundario. Se utilizará una conexión Dy11.
- Modo de refrigeración: Nos indica el tipo de refrigeración del transformador. En este caso será ONAN (Aceite con circulación Natural con refrigeración por aire en circulación natural).
- Pérdidas en vacío: Son las pérdidas que se dan en el transformador por el hecho de estar conectada a la red. Suele ser un valor constante en todo el rango de funcionamiento.
- Tensión de Cortocircuito: Este valor está referido al % de la tensión de entrada que se debe aplicar al devanado primario para que, estando el devanado secundario cortocircuitado, circule por este la intensidad nominal.

5.5.2 Celdas del Centro de transformación.

Entrada/Salida: cgm.3-I interruptor-seccionador

Se dispondrá de 2 celdas modulares con función de línea, para la acometida de entrada y salida de cables de A.T., permitiendo comunicar con el embarrado del conjunto general de celdas

La celda cgm.3-l de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekor.vpis para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekor.sas.



Ilustración 19: Celda de Media Tensión (linea)

-Características eléctricas:

Tensión asignada: 36 kV

Intensidad asignada: 630 A

Intensidad de corta duración (1s), eficaz: 16kA

Intensidad de corta duración (1s), cresta: 40kA

-Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1min) a tierra y entre fases: 70 kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 170 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Corriente principalmente activa: 630 A

Clasificación IAC: AFL

-Características físicas:

Ancho: 418 mm

Fondo: 850 mm

Alto: 1745 mm

Peso: 162 kg

-Otras características constructivas:

Mecanismo de maniobra interruptor: Motorizado tipo BM

Protección del transformador: cgm.3-V protección con interruptor automático

Se dispondrá de 1 celda modular cgmcosmos-v de **interruptor automático** de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra que, suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra



Ilustración 20: Celda de Media Tensión (Protección)

-Características eléctricas:

Tensión asignada: 36 kV

Intensidad asignada: 630 A

-Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1min) a tierra y entre fases: 70 kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 170 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Corriente principalmente activa: 630 A

Clasificación IAC: AFL

-Características físicas:

Ancho: 600 mm

Fondo: 850 mm

Alto: 1745 mm

Peso: 255 kg

-Otras características constructivas:

Mecanismo de maniobra interruptor: Motorizado tipo BM

Medida,1 : cgm.3-m

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo de Vn=24 kV y 800 mm de ancho por 1025 mm de fondo por 1740 mm de alto y 170 kg de peso. La celda CGMCOSMOS-M con función de medida es un módulo metálico, construido en chapa galvanizada, que permite la incorporación en su interior de los transformadores de tensión e intensidad que se utilizan para dar los valores correspondientes a los contadores de medida de energía.

Por su constitución, esta celda puede incorporar los transformadores de cada tipo (tensión e intensidad), normalizados en las distintas compañías suministradoras de electricidad.

La tapa de la celda cuenta con los dispositivos que evitan la posibilidad de contactos auxiliares, permiten el sellado de la misma, para garantizar la no manipulación de las conexiones

-Transformadores de medida: 3TT y 3TI

-Transformadores de intensidad:

-De aislamiento seco y construido atendiendo a las correspondientes normas UNE y CEI, con las siguientes características

-Relación de transformación: 50-100/5A

-Potencias 15 VA

-Clase de precisión CL0,5S

-Intensidad térmica: 80 in

-Sobreint. Admisible en permanencia: FS <=5

-Aislamiento

-Tensión nominal [kV]: 36

-A frec. Industrial (1min)[kV]: 70

-A impluso tipo rayo (1,2/50) [kV]:170

-Transformadores de tensión

-Relación de transformación: 22000:√3 – 110: :√3-110:3

-Potencia: 25 VA Clase de precisión: CL0,5

-Sobretensión admisible en permanencia: 1,2 Vn

-Aislamiento

-Tensión nominal [kV]: 36

-A frec. industrial (1 min) [kV]: 70

-A imp tipo rayo (1,2/50) [kV]: 170

Protección General: cgmcosmos-a Alimentación Servicios Auxiliares

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda cgmcosmos-a de alimentación de servicios auxiliares, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas (SF6), que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de conexión al transformador de tensión dispuesto en la base y en serie con el, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 24 kV
  - Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
  - Intensidad asignada en la derivacion: 200 A
  - Intensidad fusibles: 3x2 A
  - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
  - Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Impulso tipo rayo
  - a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
  - Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
  - Capacidad de corte Corriente principalmente activa: 400 A
  - Clasificación IAC: AFL
- Nivel de aislamiento
  - Frecuencia industrial (1 min)
  - A tierra y entre fases: 50 kV
- Características físicas:
  - Ancho: 470 mm
  - Fondo: 875 mm
  - Alto: 1740 mm
  - Peso: 237 kg
- Potencia Transformador SS.AA: 600 VA

5.5.3 Descripción del edificio

Los elementos que forman el centro de transformación irán alojados en un edificio prefabricado que cumplirá lo estipulado en la MIE-RAT-14, conforme a las dimensiones y distancias de seguridad, así como en lo que se refiere a los pasillos de servicio. Su anchura debe ser suficiente para permitir la maniobra e inspección de las instalaciones, no siendo inferior a las siguientes dimensiones:

- Pasillo de maniobra con elementos de tensión: 1,20 m a ambos lados.
- Pasillos de maniobra con elementos en tensión: 1,00 m a un solo lado.
- Pasillos de inspección con elementos de tensión: 0,80 m a un solo lado.
- Pasillos de inspección con elementos en tensión: 1,00 m a ambos lados.

Las características constructivas del edificio cumplirán lo indicado en el Código Técnico de la Edificación y en las ordenanzas municipales correspondientes.

Los elementos estructurales del edificio, así como los muros exteriores, cubiertas y soleras, tendrán una resistencia al fuego RF-240 y los materiales que componen el revestimiento interior para los paramentos serán de clase MO según la norma UNE-23727.

El acabado de la solera se realizará con mortero de cemento resistente a la abrasión, y los paramentos interiores se rasearán con mortero de cemento y arena de dosificación ¼, con aditivo hidrófugo en masa, maestreado y pintado.

Se considerará una sobrecarga estructura del 4.000 kg en la zona donde se coloque el transformador o donde vaya a ser desplazado por cualquier motivo (considerar la superficie de carga de 0,67 x 0,67 metros), y para el resto la sobrecarga será de 400 kg/m2.

Todos los elementos metálicos que intervengan en la construcción de los locales y puedan estar sometidos a oxidación deberán estar protegidos mediante un tratamiento de galvanizado en caliente según norma UNE 37508 o equivalente.

5.5.4 Puesta a tierra

Tierra de protección

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior. Se tendrá en cuenta lo indicado en **las ITC-RAT 07 y ITV-RAT 13.**

Tierra de servicio

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

5.5.5 Campo magnético

Los conductores y equipos del centro de transformación cumplirán con lo dispuesto en el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de mayo, este apartado se encuentra justificado en el DOC. 3 Cálculos (Estudio de Campos Magnéticos), donde se verifica que no se superan los valores establecidos en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

5.5.6 Ruido

El nivel de ruido originado por el centro de transformación cumple con los requisitos reglamentarios exigidos en el RD 1367/2007, y por tanto con las exigencias establecidas en la ITC-RAT14, ya que todos los elementos y maquinas estarán situadas irán alojados en un edificio prefabricado que cumplirá lo estipulado.

5.5.7 Medidas de protección contra incendios

Según lo indicado en la norma ITC-RAT14 "*Para la determinación de las protecciones contra incendios que puedan dar lugar las instalaciones eléctricas de alta tensión, además de otras disposiciones específicas en vigor se tendrá en cuenta:*

1. *La posibilidad de propagación del incendio a otras partes de la instalación*
2. *La posibilidad de propagación del incendio al exterior de la instalación, por lo que respecta a daños a tercero*
3. *La presencia o ausencia de personal de servicio permanente en la instalación*
4. *La naturaleza y resistencia al fuego de la estructura soporte del edificio y de sus cubiertas*
5. *La disponibilidad de medios públicos de lucha contra incendios"*

Es por ello que, debido a la gran cantidad de aceite contenido en los tanques de los transformadores ubicados en centros de transformación, las áreas donde están instalados son consideradas peligrosas con relación al riesgo de incendio, por lo que serán necesarias el establecimiento de distintos sistemas de protección que serán utilizados para limitar el peligro de expansión del fuego cuando un transformador se ve involucrado en un incendio, a otros equipos adyacentes o a edificios colindantes.

Se dispondrá de un foso de recogida de aceite con capacidad de hasta 650 litros, con revestimiento resistente y estanco. Dicho depósito dispondrá como elemento cortafuego un lecho de guijarros. Dispondrá de un punto de recogida de aceite debajo del cortafuego debidamente señalizado. Se situará lo más cercano a la puerta para facilitar las tareas de recogida de aceite La entrada de canalizaciones al C.T. dispondrán de medidas pasivas para la sectorización mediante el empleo de: espumas expansivas, collarines intumescentes o almohadillas termo-expansivas intumescentes, además de que en el interior del CT se colocará un sistema fijo de extinción.

5.6 Centro de Seccionamiento

Tal y como indican las condiciones de conexión emitidas por la compañía distribuidora, i-DE, se requiere la construcción de un centro de seccionamiento telemandado independiente (dotado de 11 posiciones de línea: 2 entrada LG, 2 salida LG, 2 derivacion STR ASPARRENA, 2 derivacion a STC RECU.FERRICAS, 2 para la IFV y una auxiliar) que realice entrada y salida en Líneas 30 kV ALSASUA-GAMARRA 1-2 de 30 kV de la ST ALSASUA (30 kV).

Por lo tanto, se instalará un centro de seccionamiento tipo monobloque modelo pfu-7 para exterior de Ormazabal o similar, que se instalará a pie de la línea de 30 kV de las Líneas 30 kV ALSASUA-GAMARRA 1-2 de 30 kV de la ST ALSASUA (30 kV),

Descripción: Se trata de una envolvente de hormigón armado que cumplirá con las características generales especificadas en la Norma NI 50.42.11 para centros de seccionamiento independientes de superficie, de maniobra exterior, para conexión de instalaciones particulares hasta 36 kV.

Las puertas de acceso tienen dos hojas simétricas y se pueden abatir 180º, pudiendo mantenerlas abiertas en las posiciones de 90º y 180º con un retenedor metálico. Cuenta con una rejilla de aireación.

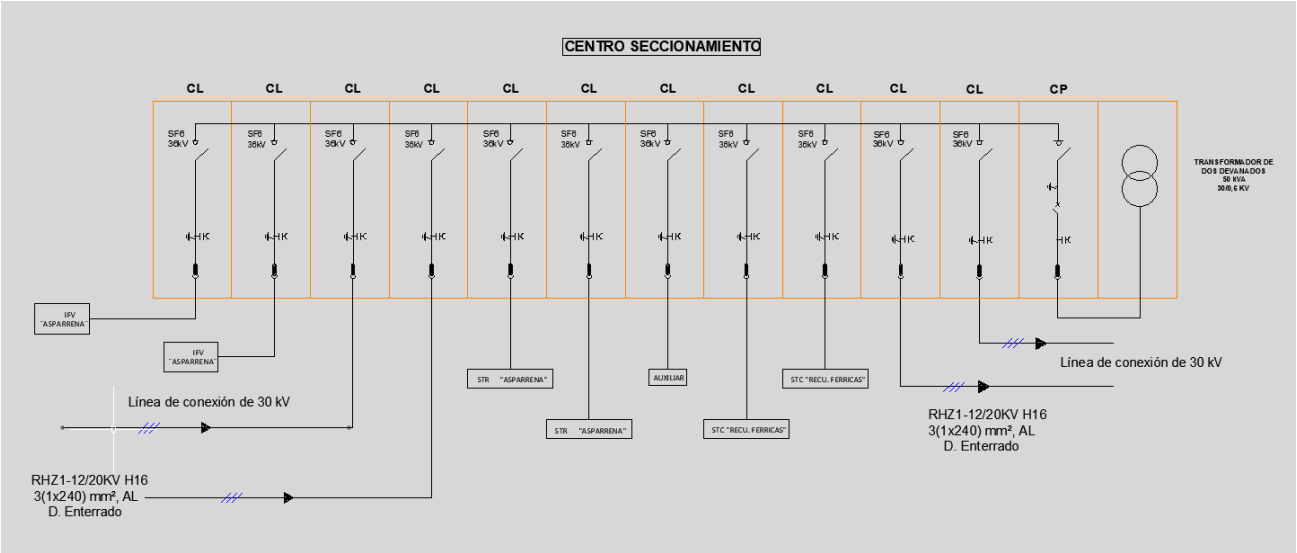


Ilustración 21: Esquema unifilar Centro de Seccionamiento Compartido

5.6.1 Características de los materiales

En su interior alojará 4 celdas de línea TELEMANDADAS serie CNE-3L-SF6-TELE que cumplirán con la Norma Edificio de Transformación EP1-T código I-DE 50.40.071 según NI 50.40.04 "Envolventes prefabricadas de hormigón para Centros de Transformación de Superficie", denominación Ormazabal PFU-4/20.

Descripción

Los edificios pfu para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fabrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm². Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre si y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores. El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a traves de unas troneras cubiertas con losetas.

Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180o) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.
Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

Ventilación

Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación. Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variaran en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

Características Detalladas

Nº de transformadores: 1

Tipo de ventilación: Normal

Puertas de acceso peatón: 1 puerta de acceso

Dimensiones exteriores

- Longitud: 4460mm
- Fondo: 2380 mm
- Altura: 3045 mm
- Altura vista: 2585 mm
- Peso: 13465 kg

Dimensiones interiores

- Longitud: 4280 mm
- Fondo: 2200 mm
- Altura: 2355 mm

NOTA:

Se debe considerar un espacio libre mínimo de 1200 x 210 mm en planta por toda la altura de la envolvente, al objeto de permitir la correcta ubicación de los equipos electrónicos de telegestión, automatización, supervisión, telecomunicaciones, alimentación, protección, cableados, etc. que permitan implantar los sistemas de telegestión y telemedida. Este espacio estará lo suficientemente cerca de la a paramenta y cuadros de baja tensión de manera que la conexión del cableado entre las celdas y los equipos no supere los 4 metros y la conexión del cableado entre los cuadros de baja tensión y los equipos no superen los 10 metros. Este espacio deberá quedará adecuadamente identificado y previsto para poder instalar los equipos fácilmente.

Dimensiones de la excavación

- Longitud: 5260 mm
- Fondo: 3180 mm
- Profundidad: 560 mm

Notas: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

5.6.1 Características de la aparamenta de media tensión

Entrada/Salida: cgm.3-I interruptor-seccionador

Se dispondrá de 4 celdas modulares con función de línea, para la acometida de entrada y salida de cables de A.T., permitiendo comunicar la red (entrada y salida) y la planta fotovoltaica.

La celda cgm.3-l de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekor.vpis para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekor.sas.



Ilustración 22: Celda de Media Tensión (línea)

-Características eléctricas:

Tensión asignada: 36 kV

Intensidad asignada: 630 A

Intensidad de corta duración (1s), eficaz: 16kA

Intensidad de corta duración (1s), cresta: 40kA

-Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1min) a tierra y entre fases: 70 kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 170 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Corriente principalmente activa: 630 A

Clasificación IAC: AFL

-Características físicas:

Ancho: 418 mm

Fondo: 850 mm

Alto: 1745 mm

Peso: 162 kg

-Otras características constructivas:

Mecanismo de maniobra interruptor: Motorizado tipo BM

Protección del transformador: cgm.3-V protección con interruptor automático

Se dispondrá de 1 celda modular cgmcosmos-v de **interruptor automático** de vacío está constituida por un módulo metálico con aislamiento en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un seccionador rotativo de tres posiciones, y en serie con él, un interruptor automático de corte en vacío, enclavado con el seccionador. La puesta a tierra de los cables de acometida se realiza a través del interruptor automático. La conexión de cables es inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra que, suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra



Ilustración 23: Celda de Media Tensión (Protección)

-Características eléctricas:

Tensión asignada: 36 kV

Intensidad asignada: 630 A

-Nivel de aislamiento

Frecuencia industrial (1min) a tierra y entre fases: 70 kV

Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 170 kV

Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

Corriente principalmente activa: 630 A

Clasificación IAC: AFL

-Características físicas:

Ancho: 600 mm

Fondo: 850 mm

Alto: 1745 mm

Peso: 255 kg

-Otras características constructivas:

Mecanismo de maniobra interruptor: Motorizado tipo BM

5.6.2 Transformador CS

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca ORMAZABAL, con neutro accesible en el secundario, de potencia 50 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 13,2 - 30 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2). Denominación Iberdrola TC-50/24/20-13,2 B2-O-PE código 72 29 105. NI 72.30.00.

Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +2,5 %, +5%, +7,5%, +10%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Yzn11
- Protección incorporadas al transformador: Sin protección propia
- Tipo Interior/Caseta (TC)

5.6.3 Características de los cuadros de Baja de Tensión

Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBT-EAS-ST-SL-1600-5 (5 salidas), código i-DE 5044064 (preparado para supervisión avanzada)
Cuadro de baja tensión optimizado de acometida y seccionamiento, con funciones de control y medida con acometida auxiliar (supervisión avanzada), 5 salidas, tipo CBTO denominación I-DE CBT-EAS-ST-SL-1600-5 (5 salidas), Código i-DE 5044064 según NI 50.44.03 Ed 6 "Cuadro de distribución en BT con embarrado aislado y seccionamiento para Centros de Transformación de Interior"
El Cuadro de Baja Tensión cbto-c, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro cbto-c de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:
-Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares
En la parte superior de cbto-c existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a traves de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. cbto-c incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.
-Zona de salidas
Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

-Características eléctricas

- Tensión asignada de empleo: 440 V
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A
- Intensidad Asignada de corta duración 1s: 24kA
- Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 kA

-Frecuencia Asignada: 50 Hz

-Nivel de aislamiento

-Frecuencia industrial (1 min)

a tierra y entre fases: 10 kV

entre fases: 2,5 kV

-Características constructivas:

Anchura: 1000mm

Altura: 1360 mm

Fondo: 350 mm

-Otras características:

Salidas de Baja Tensión: 5 salidas (5x400 A)

5.6.4 Automatización y comunicaciones

Los equipos para automatización de red, telegestión y comunicaciones se instalarán tal como se especifica en el MT 3.51.20 "Sistema de Telegestión y Automatización de Red. Instalación en Centros de Transformación".

Dado que los armarios de comunicaciones dependen de la ubicación de la instalación y comunicaciones existentes, esta información la facilitará Iberdrola Distribución para cada proyecto.

En caso de que el tipo de comunicaciones sea distinto de GPRS o PLC no troncal, podrá ser necesario por cuestiones de espacio instalar un centro de maniobra interior.

5.6.5 Instalación de puesta a tierra

En lo referente a las líneas de puesta a tierra, electrodo, las conexiones a realizar y la acera perimetral se deberán cumplir los siguientes aspectos, basados en la **ITC-RAT 13 y la ITC-RAT14**:

A la línea de tierra de protección del CS, se conectarán:

- Armadura de la envolvente prefabricada, si la hay.
- Paramenta de MT, que estará conectada al cable de tierra por dos puntos.
- Pantalla del cable HEPRZ1, de llegada y salida de las líneas de MT.
- Las puertas y rejillas, en el caso de que sean metálicas (excepto en el caso de que esté ubicado en un edificio de otros usos, que serán de material aislante o estarán aisladas).
- Cualquier armario metálico instalado en el CS, así como los armarios de telegestión y comunicaciones.

Para conectar estos elementos con la caja de seccionamiento del sistema de puesta a tierra de protección se emplearán los siguientes cables dependiendo del nivel de tensión de la instalación:

- Hasta 20 kV: Cable desnudo de aleación de aluminio D 56
- Para 30 kV: Cable desnudo de aleación de aluminio D 110

Todos los conductores que van enterrados (el propio electrodo y la parte de la línea de tierra que conecta el electrodo, hasta la caja de seccionamiento) serán de cobre. El electrodo de puesta a tierra de protección estará formado por un anillo perimetral de cobre desnudo de 50 mm², enterrado a 0,5 m de profundidad, y separado 1 m de las paredes del centro de seccionamiento.

Este cable saldrá de la caja de seccionamiento de protección del Centro, estando incluida su conexión con la caja y sellado del pasacables por donde sale el cable desde el Centro a la zona enterrada. Para cerrar el anillo se utilizará una grapa de conexión para cable de cobre. En las esquinas y punto medios de cada lado del anillo se colocará una pica cilíndrica, de acero cobrizado, de 14 mm de diámetro y de 2 m de longitud (8 picas en total).

En el exterior del Centro, desde sus paredes hasta 1,2 m de este, se construirá una acera perimetral de hormigón de 15 cm de espesor. Está acera contendrá en su interior un mallazo electrosoldado.

5.6.6 Campo magnético

Los conductores y equipos de los centros de seccionamiento cumplirán con lo dispuesto en el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del Real Decreto 337/2014, de 09 de mayo. En este aspecto, se considera que los centros de seccionamiento independientes en envolventes prefabricadas de maniobra interior o en edificios de otros usos cumplen con estos requisitos.

5.6.7 Ruido

El nivel de ruido originado por el centro de seccionamiento cumple con los requisitos reglamentarios exigidos en el RD 1367/2007, y por tanto con las exigencias establecidas en la ITC-RAT14, ya que al tratarse de un centro de seccionamiento (sin transformador) no existen fuentes con emisión acústica.

6. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación fotovoltaica propuesta está formada por dos partes totalmente diferenciadas eléctricamente. Por un lado, está la parte de corriente continua a baja tensión, la cual corresponde a la conexión entre los módulos fotovoltaicos y los inversores. Y, por otro lado, se encuentra la parte de corriente alterna que incluye a los inversores, los centros de transformación que se encuentran en la misma ubicación, y las líneas de media tensión desde los centros de transformación hasta la caja de seccionamiento.

Los conductores de corriente continua serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos.

Los conductores de corriente alterna serán de aluminio y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos.

Todo el cableado de corriente continua estará adecuado para su uso exterior, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Los cuadros de protección de la parte de la instalación por la que circula corriente continua estarán estancos con grado de protección IP-65 o superior adecuados para su instalación en exterior.

6.1 Conductores Corriente Continua

La instalación eléctrica en corriente continua corresponde a la conexión entre los módulos que se realizará con terminales Multicontacto y a los conductores que unen los strings con los inversores. Estos conductores serán de cobre, unipolares, de tensión asignada de 0,6/1 kV con doble aislamiento de polietileno reticulado "XLPE" y con recubrimiento del cable resistente a la radiación ultravioleta, siendo totalmente apto para instalación en exteriores.

El cálculo de la sección de los conductores de corriente continua se realiza teniendo en cuenta que el valor máximo de caída de tensión no superará el 1,50% de la tensión en el punto de máxima potencia de la agrupación de conductores del string.

Para la corriente continua de strings hasta la caja de conexión, se emplean conductores flexibles de cobre con aislamiento en EPR y cubierta de PVC (2x6 mm2 Cu PV1-F 0,6/1 kV).

La conexión de la caja de conexionado con el inversor se realizará con cables unipolares de cobre con aislamiento en XLPE y cubierta de PVC (2x95 mm2 Cu XZ1-S 0,6/1 kV).

Los cables serán de características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo a las normas UNE-EN 50.085-1 y UNE-EN 50.086-1.

Las cajas de conexión en CC deben ser resistentes a las condiciones climáticas el lugar y tendrán un grado de protección mínima de IP 65 y aislamiento clase II. Serán cajas de dimensiones adecuadas, y en su interior deben estar claramente identificados cada uno de los circuitos, fusible e interruptores. El acceso a estas cajas estará limitado a personal autorizado.

6.2 Conductores Corriente Alterna

Los inversores transformarán la CC del campo de strings, en CA, la cual será conducida por el sistema de cableado de CA hasta llegar al Centro de Transformación.

El cable utilizado para la corriente alterna será conductor flexible de cobre ternas monopolares con aislamiento de XLPE y recubrimiento de PVC, para los cables que van desde los inversores a las cajas de protecciones. Estarán fabricados de acuerdo con la norma UNE 21-123 y presentará unas prestaciones elevadas frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Tendrán una sección adecuada para asegurar caídas de tensión inferiores al 1,5%, incluidos los límites de calentamiento recomendados por el fabricante de los conductores, según se establece en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Teniendo en cuenta lo indicado anteriormente, el conductor a instalar será de campo radial con aislamiento de polietileno reticulado apantallado normalizado tipo RHZ1, con nivel de aislamiento 18/30 kV y sección de 240 mm² en aluminio. Este conductor será circular compacto, de clase 2, conforme a UNE 211620, libre de halógenos y baja acidez y corrosividad de los gases

Las pantallas metálicas del conductor se conectarán a tierra a ambos lados de modo que se garantice que las tensiones provocadas por el efecto de la falta de tierra o por inducción de tensión entre la tierra y pantalla no producirán una tensión de contacto superior al valor indicado en la tabla ITC-LAT-07.

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 7. ITC-LAT-07

La pantalla sobre el conductor estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor mínimo medio de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte semiconductora no metálica, asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruida que debe quedar, después de la separación, sin trazas de mezcla semiconductora apreciables a simple vista.

El espesor medio mínimo será de 0,5 mm. La parte metálica estará constituida por una corona de alambres continuos de cobre recocido, de diámetro comprendido entre 0,5 y 1 mm, dispuestos en hélice abierta, de paso no superior a 20 veces el diámetro bajo pantalla. La separación máxima entre alambres contiguos será de 4 mm.

La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1). El espesor de la cubierta será de 2 mm.

7. SISTEMA DE PROTECCIONES

El sistema de protección es el conjunto de equipos necesarios para la detección y eliminación de cualquier tipo de faltas mediante el disparo selectivo de los interruptores que permiten aislar la parte del circuito de la red eléctrica donde se haya producido la falta.

El número y duración de las interrupciones en el suministro de energía eléctrica junto con el mantenimiento de la tensión y frecuencia dentro de unos límites es lo que determina la calidad del servicio. Por lo tanto, la calidad del servicio en el suministro y gran parte de la seguridad de todo el sistema dependen del sistema de protección.

Estos se instalan en todos los elementos que componen el sistema eléctrico provocando la excitación y/o alarma de un dispositivo de apertura cuando detectan una perturbación, por ejemplo, la bobina de disparo de un interruptor.

También se ocupa tanto de la protección de las personas como de las instalaciones contra los efectos de una perturbación, aislando las faltas tan pronto como sea posible, evitando el deterioro de los materiales y limitando el daño a las instalaciones y los esfuerzos térmicos, dieléctricos y mecánicos en los equipos provocados por cualquier tipo de falta.

Otro de los objetivos principales de un sistema de protección es evitar pérdidas económicas en la explotación de la instalación ya que de por sí esta representa una gran inversión y dependiendo de la importancia de esta dentro de un sistema eléctrico se pueden tener grandes pérdidas económicas tanto para los consumidores como para la empresa responsable de la explotación de la instalación. Además, también permiten preservar la estabilidad y continuidad de la red.

A continuación, se detallan los diferentes tipos de perturbaciones que se pueden presentar en una instalación eléctrica.

- Sobrecargas
- Cortocircuitos
- Sobretensiones
- Subtensiones
- Desequilibrio
- Retorno de energía

El sistema de protecciones de la planta cumplirá con lo establecido en el artículo 11 del R.D. 1699/2011, de 18 de noviembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión. De este modo, se hace una distinción entre protecciones en el lado de corriente continua y protecciones en el lado de corriente alterna.

Los dispositivos a instalar serán fusibles, descargadores de sobretensiones a la salida de los inversores e interruptor de desconexión adecuados a las características de las líneas.

A su vez, se incorporarán protecciones contra sobreintensidades a la salida de los inversores y en el cuadro general de BT, junto a un interruptor diferencial, que antecede a los devanados del transformador.

7.1 Protecciones Corriente Continua

En cumplimiento del el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (REBT), cada circuito dispondrá de las protecciones eléctricas de sobrecorrientes, protecciones contra contactos directos, puesta a tierra de la instalación y protección contra contactos indirectos.

7.1.1 Protección contra sobrecorrientes, cortocircuitos y sobretensiones

Las líneas procedentes de los strings están protegidas por fusibles de 20 A alojados en los portafusibles situados en el interior de las cajas de conexión. De este modo se consiguen dos objetivos; el primero de ellos es el de impedir que este subgrupo pase a trabajar en ningún momento como carga y soportando corrientes inversas superiores a su propia corriente de cortocircuito. El segundo de ellos es el de permitir la desconexión fácil y rápida de este subgrupo, facilitando las labores del personal de mantenimiento.

Además, dichas cajas contendrán un interruptor automático – seccionador general de 160 A, así como descargador de sobretensión para proteger la instalación contra sobretensiones entre el polo positivo y tierra, negativo y tierra y entre el polo positivo y negativo.

7.1.2 Protección contra contactos directos

Para evitar contactos de las personas con partes activas del circuito se tomarán las siguientes medidas, siempre de acuerdo con el REBT, ITC-BT-24 relativa a la protección frente a contactos directos:

Aislamiento de las partes activas

La instalación se ejecutará en su totalidad compuesta por elementos de doble aislamiento o Clase II, separándose las partes accesibles de la instalación de sus partes activas mediante un doble aislamiento o aislamiento reforzado.

En lo que respecta a los módulos generadores fotovoltaicos, esta consideración de Clase II la deben cumplir obligatoriamente, estando, igualmente obligados a cumplir las directivas europeas en todos sus puntos.

Las cajas de conexiones de los paneles fotovoltaicos poseerán un grado de estanqueidad superior a IPX4, que provee al sistema de suficiente aislamiento frente a la humedad e inclemencias meteorológicas.

El cableado se realizará íntegramente con cables unipolares o bipolares de doble aislamiento 0,6/1 kV, garantizándose así, por tanto, la Clase II. Como norma general, tal y como se describe en los cálculos justificativos, y para la condición más extrema de trabajo, los conductores en la parte de continua deberán disponer de sección suficiente para evitar que la caída de tensión sea superior al 1,5%, teniendo como referencia la caja de conexiones, que nosotros consideraremos, la conexión en transformador, por ser aún más restrictiva.

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente, siendo en todo momento el adecuado para la instalación intemperie.

Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en las instrucciones ITC-BT-07, ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-30, ITC-BT-40 del REBT. Cada extremo del cable será convenientemente identificado mediante etiquetas de plástico rotulado con caracteres indelebles.

Protección mediante barreras, envolventes y obstáculos

Las cajas de conexión de paneles, así como las cajas concentradoras parciales de series dispondrán de un grado de protección superior a IPX4.

El cableado, en su red principal o troncal, irá tendido, bien por bandeja metálica o bien directamente enterrados, siendo la canalización equipada con una protección mecánica que en las condiciones de instalación sea capaz de soportar un impacto puntual de una energía de 20 J, cubriendo la proyección en horizontal en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia de cableado eléctrico. De esta forma, se garantiza a la instalación efectuada de una protección mecánica efectiva y evita que personas o animales domésticos toquen las partes activas de manera fortuita.

Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento

Dadas las características constructivas de la instalación se dificulta el acceso a los módulos, cajas y cableado de conexión, mediante un cerramiento perimetral mediante vallado, impidiéndose de este modo que se produzcan los contactos fortuitos con partes activas de la instalación.

Las uniones entre las series formadas por los distintos módulos discurrirán por bandeja dispuesta en la estructura metálica en su parte inferior, quedando de este modo fuera del alcance accidental.

Las cajas concentradoras de series parciales irán adosadas a los pilares de la estructura metálica y fuera de un alcance accidental. Dispondrán obligatoriamente de llave para su apertura y cierre. La interconexión entre estas cajas concentradoras de series y el inversor se realizará a través de bandeja metálica que recorre la estructura.

7.1.3 Protección contra contactos indirectos

En principio, la exigencia de un nivel de aislamiento de Clase II podría ser suficiente para garantizar que no se producirá un fallo en el aislamiento que provoque una situación de peligro ante un contacto indirecto. Aun así, los inversores incorporarán equipos de vigilancia permanente de aislamiento para la parte de CC, cuya misión será la de detectar y avisar de un fallo en el aislamiento de la instalación. El aviso será telemandado al sistema central de monitorización de la instalación. Ello, unido y complementado con la configuración flotante del generador o esquema IT aislada de tierra, nos posibilitará que el defecto pueda ser reparado antes de que ocurra un segundo defecto (contacto indirecto de alguna persona o animal).

Téngase en cuenta que, en este tipo de configuración, en caso de que exista un solo defecto a masa o a tierra, la corriente de fallo es de poca intensidad y no es imperativo el corte. Sin embargo, se deben tomar medidas para evitar cualquier peligro en caso de aparición de dos fallos simultáneos.

Ningún conductor activo se encuentra conectado directamente a tierra en la instalación y todas las masas están conectadas a tierra.

La instalación de un interruptor diferencial en el circuito de continua se descarta ya que, al ser una instalación flotante y en corriente continua, se carecería de referencia para el funcionamiento de este equipo y, por tanto, carece de sentido su utilización.

7.2 Protecciones Corriente Alterna

7.2.1 Protección frente a contactos directos

De un modo análogo al descrito para el circuito de corriente continua, las medidas de protección que se tomarán frente a contactos directos en el caso de la corriente alterna serán las siguientes:

Aislamiento de las partes activas

La instalación se ejecutará en su práctica totalidad compuesta por elementos de doble aislamiento o Clase II, separándose las partes accesibles de la instalación de sus partes activas mediante un doble aislamiento o aislamiento reforzado.

El cableado de interconexión entre inversor y el cuadro de baja tensión, y entre el cuadro y devanado de BT del Transformador se realizará íntegramente con cables unipolares de doble asilamiento 0,6/1 kV, garantizándose así, por tanto, la Clase II.

Las fases se conducirán separadas y protegidas de acuerdo con la normativa vigente, siendo en todo momento el adecuado para la instalación intemperie.

Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en las instrucciones ITC-BT-07, ITC-BT-19, ITC-BT-20, ITC-BT-21, ITC-BT-30, ITC-BT-40 del REBT y ITC-LAT-06 del RLAT. Cada extremo del cable será convenientemente identificado mediante etiquetas de plástico rotulado con caracteres indelebles.

Protección mediante barreras, envolventes y obstáculos

En este caso, el cableado de alterna en baja tensión discurrirá por el interior del centro de transformación, en bandeja metálica o por los falsos suelos del edificio prefabricado, por lo que la protección mecánica queda garantizada.

En el caso de los conductores de alta tensión, discurrirán bajo tubo, siendo la canalización equipada con una protección mecánica que en las condiciones de instalación sea capaz de soportar un impacto puntual de una energía de 20 J, cubriendo la proyección en horizontal en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta la existencia de cableado eléctrico. De esta forma, se garantiza a la instalación efectuada de una protección mecánica efectiva y evita que personas o animales domésticos toquen las partes activas de manera fortuita.

7.2.2 Protección contra contactos indirectos

Se dispondrán todas las masas conectadas a tierra, en puntos repartidos con regularidad. Además, se dispone una protección de tipo diferencial residual con una intensidad de defecto de 30 mA, así como un dispositivo de protección de máxima corriente del tipo interruptor automático.

7.3 Protecciones del inversor

El inversor no dispondrá de transformador de aislamiento galvánico al no ser necesario, dado que la separación galvánica exigida de cada instalación fotovoltaica y la red de la Compañía Distribuidora quedaría garantizada por el propio transformador de doble devanado y los inversores.

Asimismo, aparte de las protecciones relativas a sobreintensidades y sobretensiones, el inversor dispondrá de las protecciones siguientes:

- Protección contra polarización inversa.
- Protección contra sobretensiones transitorias en entrada y salida.
- Protección contra cortocircuitos en continua y alterna
- Protección anti-isla (tensión y/o frecuencia de red fuera de rango).
- Protección contra sobrecargas en la salida
- Protección de fallo de aislamiento con salida a Relé.

7.4 Protección contra sobretensiones

La protección contra sobretensiones que incorporará el parque solar se realizará mediante descargadores de sobretensión irán ubicados en cada una de las cajas de segundo nivel de clase I + II. Igualmente, se dispondrán limitadores de sobretensiones de clase I + II a la entrada del centro de transformación. De esta forma quedan protegido contra sobretensiones tanto la parte de corriente continua como la parte de corriente alterna.

7.5 Protección en cajas de conexión

En las cajas de conexión se dispondrán las siguientes protecciones:

- Para cada una de las series de paneles, protección mediante base fusible unipolar con carcasa, de calibre 25 A y 1500 Vcc de tensión máxima permitida, en cada uno de los polos positivos y negativos de la serie.
- Para la salida concentrada del subconjunto de series, protección mediante seccionador general de corte en carga bipolar de 250 A y 1500 Vcc.
- Protección de la concentración del subconjunto de series contra sobretensiones mediante descargadores o varistores entre polo positivo y tierra y entre polo negativo y tierra, compuesto por dos descargadores por polo más un descargador arco suma

7.6 Protección Línea M.T.

7.6.1 Centros de Protección y Medida, y Seccionamiento

La parte media tensión queda comprendida entre la salida del centro de transformación hasta el punto de conexión con la red de distribución.

A lo largo de dicho tramo, se cuentan con dos equipos de protección, el CPM (Centro de Protección y Medida) y Centro de Seccionamiento.

En cuanto a los elementos de protección con las que cuenta el CPM, son los siguientes:

- Dispositivo de protección de máxima corriente del tipo interruptor automático magnetotérmico
- Protección en alterna contra sobretensiones mediante descargadores entre cada una de las tres fases a tierra

Por otro lado, según lo indicado en el proyecto tipo de el Centro de Seccionamiento cuenta con los siguientes elementos:

- Relés de protección para que la instalación pueda ser desconectada instantáneamente en caso de avería o de no cumplir los límites establecidos
- Cuenta con un interruptor automático de corte general, situado en el punto de interconexión entre la planta y la red.

7.7 Red de tierras

Con objeto de proporcionar una protección de las personas contra contactos directos e indirectos el sistema fotovoltaico se dispondrá en esquema "flotante", existiendo una tierra de protección a la que se unen las masas metálicas del sistema, así como los dispositivos de protección frente a sobretensiones.

Así, se dispondrá una conexión equipotencial a tierra a la que se unen todas las partes metálicas de los componentes del sistema fotovoltaico. Esta red de tierra tiene los objetivos siguientes:

- La protección de las personas frente a contactos indirectos, al impedir que las masas adquieran potencial en el caso de defectos de aislamiento.
- Permitir la correcta actuación de los limitadores de corriente y sobretensión de la protección interna.

Se cumplirá el artículo 15 del RD 1.699/2011 y la ITC BT-40 por lo que el electrodo de puesta a tierra de la instalación será independiente del electrodo del neutro de la empresa distribuidora, así como también se dispondrá de una separación galvánica entre la parte de corriente alterna y la de continua de la instalación.

Los conductores de protección discurrirán por las mismas canalizaciones de corriente continua y de corriente alterna de la instalación. La sección mínima de dichos conductores vendrá dada según la tabla 2 de la ITC BT-18 y cumplirá la norma UNE 20.460-5-54. Así se dispondrá los siguientes conductores de protección.

- 6 mm2 para la conexión de los marcos, envolventes, partes metálicas, etc… del generador fotovoltaico.
- 35 mm2 en el descargador de sobretensiones o varistor de CA del inversor.
- 35 mm2 para el enlace de barra de equipotencialidad con pica.

Los conductores de protección serán del mismo tipo y modelo que los empleados en sus respectivos tramos.

El conductor de tierra que unirá la barra de equipotencialidad con la puesta a tierra será de cobre desnudo de 35 mm2 de sección nominal, hasta enlazar con una pica de acero cobrizado de 250 µ de 14,2 mm de diámetro y 2 metros de longitud total, que se dispondrá hincada en el terreno.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia de hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad no será nunca inferior a 0,5m.

Los materiales utilizados y la realización de las tomas de tierra deben ser tales que no se vea afectada la resistencia mecánica y eléctrica por efecto de la corrosión de forma que comprometa las características del diseño de la instalación. Dado que la resistencia de un electrodo depende de la resistividad del terreno en el que se establece y esta resistividad varía frecuentemente de un punto a otro del terreno, previa a la entrega deberá ser obligatoriamente comprobada por el Instalador Autorizado. En caso de que no cumpla con lo establecido se incrementará el número de picas separadas un metro entre sí y unidades por cable de cobre enterrado hasta conseguir la resistencia adecuada.

Personal técnicamente competente efectuará la comprobación de la instalación de puesta a tierra, al menos anualmente, en la época en la que el terreno esté más seco. Para ello, se medirá la resistencia de tierra y se repararán con carácter urgente los defectos que se encuentren. Los electrodos y los conductores de enlace hasta el punto de puesta a tierra se pondrán al descubierto para su examen al menos una vez cada 5 años.

7.8 Puesta a tierra

Las puestas a tierra se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que puedan presentar las masas metálicas con respecto a tierra, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados.

La puesta o conexión a tierra es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo a un electrodo o grupo de electrodos enterrados en el suelo.

Mediante la instalación de puesta a tierra se deberá conseguir que en el conjunto de instalaciones, edificios y superficie próxima del terreno no aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que, al mismo tiempo, permita el paso a tierra de las corrientes de defecto o las de descarga de origen atmosférico.

La elección e instalación de los materiales que aseguren la puesta a tierra deben ser tales que:

- El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación y se mantenga de esta manera a lo largo del tiempo.
- Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.
- La solidez o la protección mecánica quede asegurada con independencia de las condiciones estimadas de influencias externas.
- Contemplen los posibles riesgos debidos a electrólisis que pudieran afectar a otras partes metálicas.

Para la toma de tierra se pueden utilizar electrodos formados por:

- barras, tubos
- pletinas, conductores desnudos
- placas
- anillos o mallas metálicas constituidos por los elementos anteriores o sus combinaciones
- armaduras de hormigón enterradas; con excepción de las armaduras pretensadas
- otras estructuras enterradas que se demuestre que son apropiadas

Los conductores de cobre utilizados como electrodos serán de construcción y resistencia eléctrica según la clase 2 de la norma UNE 21.022.

El tipo y la profundidad de enterramiento de las tomas de tierra deben ser tales que la posible pérdida de humedad del suelo, la presencia del hielo u otros efectos climáticos, no aumenten la resistencia de la toma de tierra por encima del valor previsto. La profundidad nunca será inferior a 0,50 m.

Bornes de puesta a tierra

En toda instalación de puesta a tierra debe preverse un borne de conexión de puesta a tierra para los conductores siguientes:

- Los conductores de tierra.
- Los conductores de protección.
- Los conductores de unión equipotencial principal.
- Los conductores de puesta a tierra funcional, si son necesarios.

Debe preverse sobre los conductores de tierra y en lugar accesible, un dispositivo que permita medir la resistencia de la toma de tierra correspondiente. Este dispositivo puede estar combinado con el borne principal de tierra, debe ser desmontable necesariamente por medio de un útil, tiene que ser mecánicamente seguro y debe asegurar la continuidad eléctrica.

Conductores de protección

Los conductores de protección sirven para unir eléctricamente las masas de una instalación con el borne de tierra, con el fin de asegurar la protección contra contactos indirectos.

En todos los casos, los conductores de protección que no forman parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección, al menos de:

- 2,5 mm2, si los conductores de protección disponen de una protección mecánica.
- 4 mm2, si los conductores de protección no disponen de una protección mecánica. Como conductores de protección pueden utilizarse:
    - conductores en los cables multiconductores
    - conductores aislados o desnudos que posean una envolvente común con los conductores activos conductores separados desnudos o aislados.

Ningún aparato deberá ser intercalado en el conductor de protección. Las masas de los equipos a unir con los conductores de protección no deben ser conectadas en serie en un circuito de protección.

Red de equipotencialidad

El conductor principal de equipotencialidad debe tener una sección no inferior a la mitad de la del conductor de protección de sección mayor de la instalación, con un mínimo de 6 mm^2. Sin embargo, su sección puede ser reducida a 2,5 mm^2 si es de cobre.

La unión de equipotencialidad suplementaria puede estar asegurada, bien por elementos conductores no desmontables, tales como estructuras metálicas no desmontables, bien por conductores suplementarios, o por combinación de los dos.

Para proteger toda la instalación fotovoltaica contra rayos, se decide colocar una pica de puesta a tierra en cada fila y en ciertas zonas de la superficie.

Todas las partes metálicas de la instalación incluido el vallado perimetral se conectará a la red equipotencial de tierras.

8. OPERACIONES A RELIZAR Y ELEMENTOS SECUNDARIOS DE LA PLANTA FOTOVOLTAICA

8.1 Viales Internos

Se dispondrá de una red de viales internos para permitir el paso a la hora de realizar labores de operación y mantenimiento, así como el paso de vehículos y acceso a las instalaciones colindantes con un ancho mínimo de 3,00 m.

Las distancias existentes entre tracker será de 5,5 m de pasillos, tanto horizontales, como verticales, considerando un pasillo horizontal de doble anchura cada dos filas de trackers, con un pitch de 9,6 metros.

Su sección estará compuesta por una sub-base de material seleccionado de la zona de 0,20 m de espesor, debidamente compactada y una capa de rodadura de zahorra con un espesor de 0,20 m.

8.2 Vallado Perimetral

Se proyecta un vallado perimetral cinegético compuesto por tubos galvanizados, colocados cada 3 metros en excavaciones rellenas de hormigón en masa H-25, de 50 mm de diámetro, 12 mm de espesor y 2,50 m de altura.

En todos los cambios de dirección, o en su defecto, cada 48 m, se dispondrán postes de refuerzo con dos tornapuntas.

La malla será galvanizada de simple torsión de 2,40 m de altura. Se colocarán 4 tirantas de alambre de 16 mm2 con sus tensores y tornillos correspondientes.

Con objeto de preservar el medio, el vallado dispondrá de pequeños accesos (gateras) de 0,30 x 0,30 m instalados cada 50 m para permitir el paso de animales pequeños existentes en la zona.

8.3 Movimiento de tierras

Será necesaria la realización de movimiento de tierras en algunas zonas, no obstante, se intentará minimizar al máximo la realización de estos trabajos.

La ejecución de la presente instalación fotovoltaica conllevará ejecutar movimiento de tierras para las siguientes operaciones:

- Ejecución de viales interiores.
- Cimentación de centro de transformación.
- Zanjas para la distribución de las conducciones eléctricas.

Para la cimentación de las estructuras de soporte no es necesario ejecutar movimiento de tierras ya que los pilares se encuentran hincados sobre el terreno.

8.4 Estudio geotécnico

En el momento de desarrollar la actuación, se realizará un estudio geotécnico, de forma que se determinen las características del terreno y así, conseguir la forma óptima de los trabajos de anclado o cimentación de los elementos de la instalación fotovoltaica.

8.5 Sistema de drenaje

El diseño del sistema de drenaje se abordará estrechamente ligado con el movimiento de tierras y explanaciones, en caso de tener que llevarlas a cabo.

Se tratará de aprovechar al máximo las líneas de flujo principal existentes, modificándolas o reordenándolas, diseñando y dimensionando cada uno de los elementos de drenaje que garanticen una correcta y óptima evacuación de aguas.

No se realizarán movimientos de tierra que produzcan alteraciones topográficas que puedan afectar a los cauces existentes.

8.6 Sistema de seguridad

Se instalará un sistema de seguridad compuesto de un sistema detector de intrusión, compuesto por barreras de microondas y un sistema de circuito cerrado de televisión y vídeo (CCTV), compuesto por cámaras de vigilancia fijas, con visión nocturna y distribuida a lo largo del perímetro abarcado por las plantas.

Para la instalación del sistema de seguridad, se instalarán durante la fase de ejecución del proyecto unos tubos enterrados a una profundidad mínima de 40 cm, con un diámetro mínimo de 80 cm, por los que se tenderán los cables de señal y alimentación tanto de las cámaras como de las barreras de microondas. Dicha canalización también seguirá el recorrido del perímetro de la planta.

9. LÍNEA DE EVACUACIÓN

A continuación, se define la línea eléctrica evacuación de 30 kV que transportará la energía generada en el parque fotovoltaico hasta el punto de conexión concedido por la compañía. Se trata de una línea eléctrica subterránea de 30 kV de tensión. En cuanto al conductor utilizado es el siguiente.

- Tramo subterráneo – RHZ1 18/30 3(1x240) mm2

9.1 Trazado

Como se puede ver en la siguiente imagen, la planta fotovoltaica se encuentra dividida en 2 islas, motivo por el cual cada isla contara con una infraestructura independiente hasta cierto punto.

La línea de evacuación a 30 KV partirá de cada centro de transformación descritos anteriormente de forma subterránea. La línea se unirá para llegar de manera conjunta al centro de seccionamiento y posteriormente al punto de conexión.

Como se observa en la imagen para la unión de las líneas, estas deben atravesar las carreteras A-3020 y A-3012, antes de su unión. Para ello se realizarán dos perforaciones horizontales dirigidas, para realizar estas perforaciones se situarán 2 arquetas (estrada y salida) a más de 8 m del límite de la carretera, respetando así lo establecido en el Art. 17 de la Norma Foral 20/1990 de 25 de junio, de Carreteras del Territorio histórico de Álava.

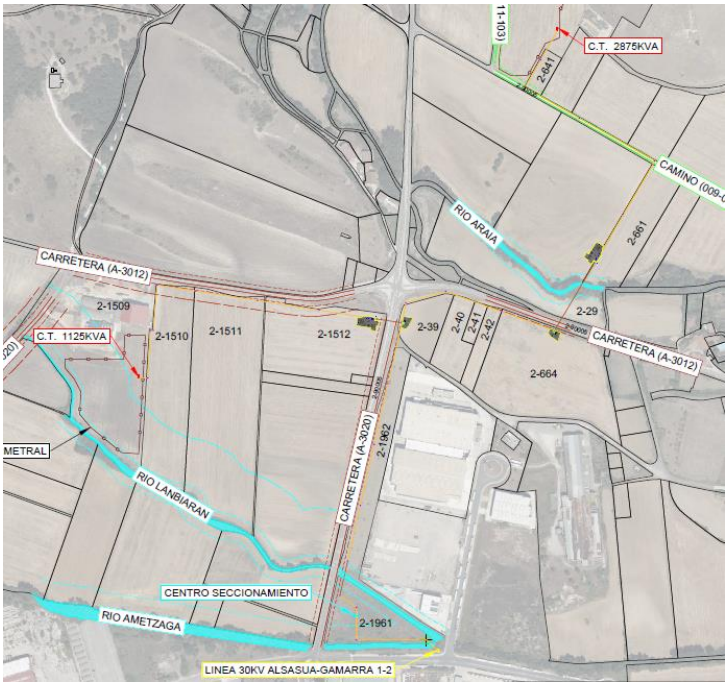


Ilustración 24. Recorrido línea de evacuación



Ilustración 25. Detalle PHD carretera A-3020

Una vez realizados los cruzamientos, la línea discurrirá por la parcela 1961 polígono 2 de manera subterránea hasta llegar al centro de seccionamiento, a la salida de esta instalación la línea tendrá una conversión aérea-subterranea mediante el posicionamiento de un apoyo, con el fin de realizar la conexión con la red de M.T

Un aspecto para tener en cuenta es la situación de la infraestructura de evacuación con respecto al río Ametzaga. Como se puede apreciar en la siguiente imagen, la línea se encuentra dentro de la zona de servidumbre de los 30 m, al igual que el centro de seccionamiento y el apoyo.

Es por ello por lo que se solicitarán todos los permisos correspondientes a los organismos adecuados para la realización de dicho tramo, estando disponibles a cualquier modificación que la línea pueda sufrir en este tramo.

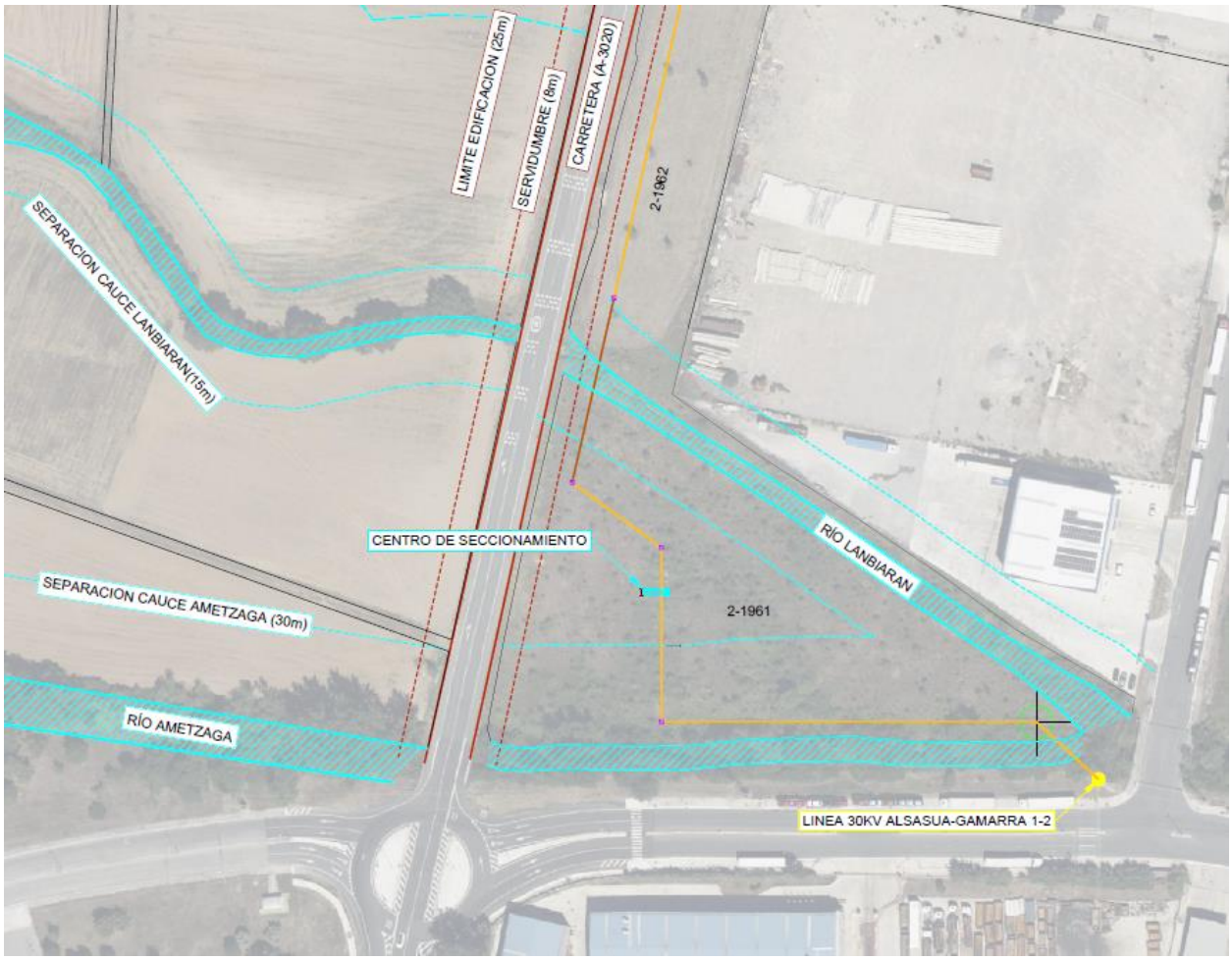


Ilustración 26. Conexión con la línea aérea de M.T.

pp	PROV.	T.M.	POL	PARC	PARAJE	CULTIVO	SUP. CAT (m²)	REF. CAT.	SERV. PASO SUBTERRANEA (m²)	SERV. PASO AEREA (m²)	OCUPACION SUPERFICIAL (m²)	LONGITUD LINEA SUBTERRANEA	LONGITUD LINEA AEREA
1	Alava	Asparrena	2	1961	POLIGONO INDUSTRIA	PARCELA, SOLAR	10584	-	138,39	-	30,69	230,65	-
2	Alava	Asparrena	2	1962	POLIGONO INDUSTRIAL	PARCELA, SOLAR	13077	-	222,312	-	-	370,52	-
3	Alava	Asparrena	2	90005	-	CAMINO	-	1-9-2-90005	13,22	-	-	22,03	
4	Alava	Asparrena	2	39	FUENTE VIEJA	CULTIVO SECANO SEGUNDA	5956	090200390000000000LS	32,196	-	-	53,66	-
5	Alava	Asparrena	2	90005	-	CARRETERA A-3020	-	1-9-2-90005	12,246	-	-	20,41	-
6	Alava	Asparrena	2	1512	ILARRA	CULTIVO SECANO SEGUNDA	21026	090215120000000000EW	117,264	-	-	195,44	-
7	Alava	Asparrena	2	1511	ILARRA	CULTIVO SECANO SEGUNDA	40501	090215110000000000LO	68,034	-	-	113,39	-
8	Alava	Asparrena	2	1510	ILARRA	CULTIVO SECANO SEGUNDA	22230	090215100000000000FT	131,07	-	-	218,45	-
9	Alava	Asparrena	2	1509	LARRABASTE	CULTIVO SECANO SEGUNDA	28.165	-	6,858	-	-	11,43	-
10	Alava	Asparrena	2	90005	CARRETERAS	CULTIVO SECANO SEGUNDA	-	-	52,734	-	-	87,89	-
11	Alava	Asparrena	2	40	FUENTE VIEJA	CULTIVO SECANO SEGUNDA	5.666	090200400000000000DU	18,624	-	-	31,04	-
12	Alava	Asparrena	2	41	FUENTE VIEJA	CULTIVO SECANO SEGUNDA	1.415	090200410000000000JP	13,056	-	-	21,76	-
13	Alava	Asparrena	2	42	FUENTE VIEJA	CULTIVO SECANO SEGUNDA	-	090200420000000000CX	14,316	-	-	23,86	-
14	Alava	Asparrena	2	664	FUENTE VIEJA	CULTIVO SECANO SEGUNDA	30.099	090206640000000000LR	57,126	-	-	95,21	-
15	Alava	Asparrena	2	90005	-	CARRETERA A-3012	-	1-9-2-90005	11,322	-	-	18,87	-
16	Alava	Asparrena	2	29	FUENTE VIEJA	CULTIVO SECANO SEGUNDA	18.303	-	36,09	-	-	60,15	-
17	Alava	Asparrena	2	661	FUENTE VIEJA	CULTIVO SECANO TERCERA	11.645	-	132,438	-	-	220,73	-
18	Alava	Asparrena	2	90005	-	CAMINO	-	-	147,564	-	-	245,94	-
19	Alava	Asparrena	2	641	MOÑETE	CULTIVO SECANO CUARTA	2.058	090206410000000000FO	41,316	-	-	68,86	-

Tabla Parcelas afectadas por la línea de evacuación.

9.2 Tramo subterráneo

9.2.1 Conductor

El conductor que instalar será de campo radial con aislamiento de polietileno reticulado apantallado normalizado tipo RHZ1, con nivel de aislamiento 18/30 kV y sección de 3(1x240) mm² en aluminio. Este conductor será circular compacto, de clase 2, conforme a UNE 211620, libre de halógenos y baja acidez y corrosividad de los gases.

Las pantallas metálicas del conductor se conectarán a tierra a ambos lados de modo que se garantice que las tensiones provocadas por el efecto de la falta de tierra o por inducción de tensión entre la tierra y pantalla no producirán una tensión de contacto superior al valor indicado en la tabla ITC-LAT-07.

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 9. ITC-LAT-07

La pantalla sobre el conductor estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor mínimo medio de 0,5 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.

La pantalla sobre el aislamiento estará constituida por una parte semiconductora no metálica, asociada a una parte metálica. La parte no metálica estará constituida por una capa de mezcla semiconductora termoestable extruida que debe quedar, después de la separación, sin trazas de mezcla semiconductora apreciables a simple vista.

El espesor medio mínimo será de 0,5 mm. La parte metálica estará constituida por una corona de alambres continuos de cobre recocido, de diámetro comprendido entre 0,5 y 1 mm, dispuestos en hélice abierta, de paso no superior a 20 veces el diámetro bajo pantalla. La separación máxima entre alambres contiguos será de 4 mm.

La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina (Z1). El espesor de la cubierta será de 2 mm.

9.2.2 Canalización subterránea

Conforme a lo establecido en el art. 162 del RD 1955/2000, de 1 de diciembre, para las líneas subterráneas se prohíbe la plantación de árboles y construcción de edificios e instalaciones industriales en la franja definida por la zanja donde van alojados los conductores, incrementadas a cada lado una distancia mínima de seguridad igual a la mitad de la anchura de la canalización.

Los conductores transcurrirán en conducción subterránea bajo tubo de PE corrugado de doble pared tipo decaplast de 200 mm de diámetro exterior que cumplirán con las normas particulares de IBERDROLA, dispuestos en zanjas de dimensiones mínimas de 0,50 m de anchura y una profundidad mínima con respecto a la generatriz superior de los tubos de 1,00 metro.

Se colocará encima de los cables una protección mecánica consistente en una placa de polietileno para protección de cables, y asimismo una cinta de señalización que advertirá de la existencia de cables eléctricos por encima de ella.

9.2.3 Canalización mediante Perforaciones Dirigidas

Como se ha indicado anteriormente, el cruzamiento subterráneo de la línea de evacuación con las carreteras y los arroyos se realizará mediante una perforación dirigida. A continuación, se explica con más detalle dicho proceso.

La Perforación Dirigida es una técnica que permite la instalación de tuberías subterráneas de polietileno, mediante la realización de un túnel, sin abrir zanjas y con el control absoluto de la trayectoria de la perforación. El pozo de ataque a construir es muy pequeño en comparación con los antiguos sistemas de introducción de tubería, con lo que implica una mayor seguridad para los trabajadores y la perforación, puesto que ningún trabajador necesitaría acceder a la zanja pues todo el trabajo se ejecuta desde la superficie.

El proceso de una Perforación Horizontal Dirigida (PHD) se basa en tres etapas principales: perforación guía, ensanchado e introducción de la tubería. La perforación horizontal dirigida se inicia con un taladro guía ejecutado con una plataforma perforadora que va empalmando y empujando y rotando varillaje de perforación.

Una vez finalizada la guía, se procede a la introducción de sucesivos conos ensanchadores para ampliar el túnel al diámetro necesario para introducir la tubería. Finalizado y estabilizado el túnel, se procede a la introducción de la tubería.

a) Perforación Piloto o Guía

La perforación piloto o guía, es una perforación de pequeño diámetro (un poco mayor al varillaje de la perforadora empleada) que sigue fielmente la trayectoria teórica proyectada y diseñada.

Para poder detectar la posición del cabezal perforador se emplea el sistema de guiado

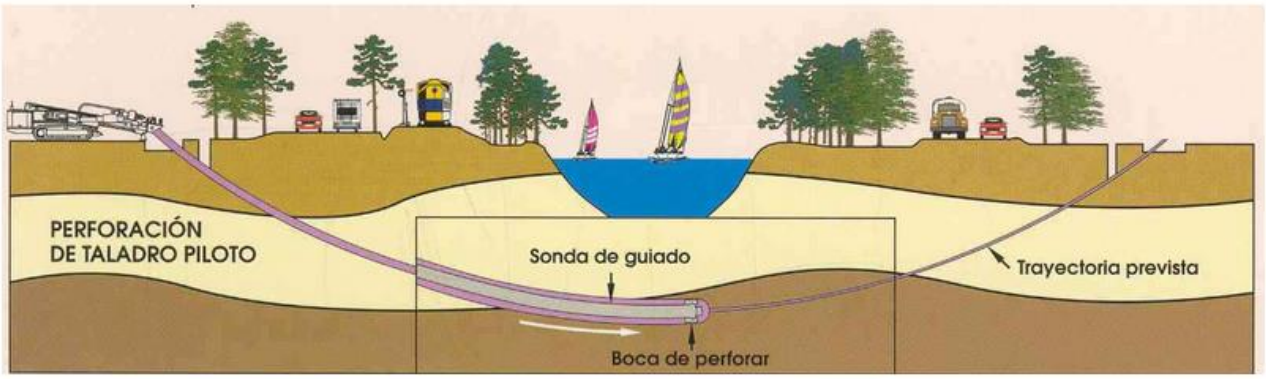


Ilustración 27: Perforación Guía

b) Ensanchado del Túnel

Una vez realizada la perforación piloto, se desmontará el cabezal de perforación y en su lugar se montará un cono escariador para aumentar el diámetro del túnel de la perforación. Este proceso se realizará en sentido inverso, es decir por tracción desde la máquina adicionalmente al giro continuo, con lo que se progresa en el ensanche la perforación anterior hasta alcanzar el diámetro deseado. La repetición sucesiva de estas operaciones de escariado, con diámetros crecientes, concluye con la tunelación al diámetro deseado.

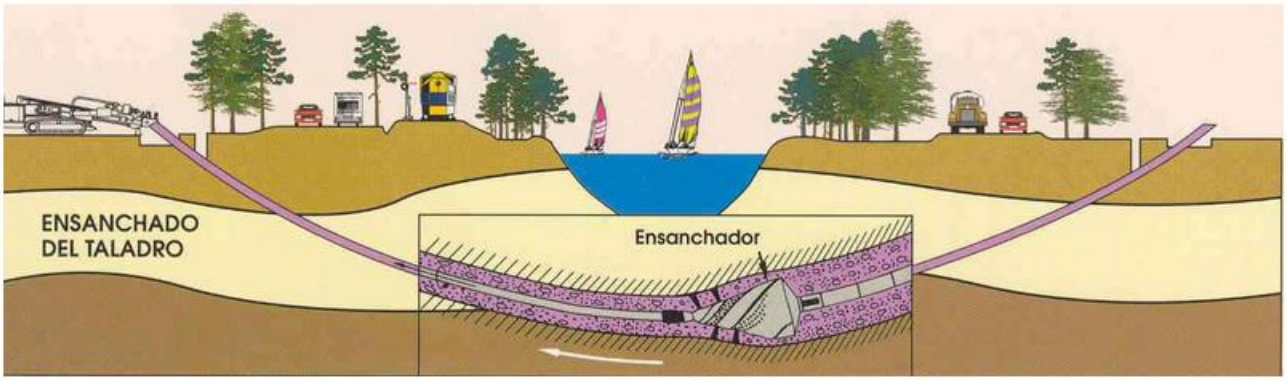


Ilustración 28: Ensanchado del Túnel

c) Instalación de la tubería

Una vez que se haya logrado el diámetro del túnel deseado con la ayuda de los ensanchadores, se procede a la introducción de la tubería. La tubería, previamente soldada en su longitud total, se alinea con la perforación y se conecta al varillaje de perforación, ya introducido en el túnel. En ese momento la perforadora tira de ella a través del varillaje, introduciéndola en el túnel progresivamente.



Ilustración 29: Instalación de la tubería

Maquinaria

A continuación, se menciona la principal maquinaria utilizada en la perforación dirigida (DPH):

- **Plataforma de perforación**, unidad de rotación y empuje
- **Grupo hidráulico**, para suministro de caudal hidráulico a la plataforma.
- **Bomba de lodos**, para inyectar el lodo con alto caudal y presión al frente de excavación a través del varillaje.
- **Mezcladora de lodos**, donde se mezcla la bentonita con el agua convirtiéndolo en el lodo de perforación.
- **Varillaje de perforación de dimensiones variables**, transmite los esfuerzos de rotación y empuje o tiro.
- **Sistema de guiado**, acoplado en el varillaje de perforación, junto al cabezal de perforación, emite una onda a la superficie.



Ilustración 30: Esquema Perforación Horizontal Dirigida

9.3 Tramo aéreo

9.3.1 Conductor

El cableado utilizado consiste en conductores de aleación de aluminio y acero, de forma que se obtenga una combinación entre resistencia mecánica y conductividad eléctrica. El conductor que utilizar es el siguiente, características de acuerdo a norma UNE EN 50182.

- Denominación: LA-110 (94-AL1/22-ST1A).
- Sección: 116,2 mm2.
- Sección equivalente en cobre: 60mm2
- Diámetro total: 14 mm
- Composición (Nº de alambres Al/Ac): 30+7
- Peso del conductor: 432,5 kg/km
- Resistencia eléctrica a 20ºC: 0,3067 Ω/km
- Reactancia kilométrica: 0,423 Ω/km

9.3.2 Cimentaciones

Para la estabilidad de los apoyos, se hacen uso de cimentaciones que en su mayoría son tetrabloque (cuadrada con cueva) aunque para algún apoyo es suficiente con cimentación monobloque, todos ellos calculados de acuerdo con la resistencia mecánica del mismo. Las cimentaciones están calculadas de forma que puedan absorber las cargas de compresión y arranque que el apoyo transmite al suelo, estos cálculos vienen reflejados en el DOC. 3 Cálculos

9.3.3 Apoyos

Los apoyos se emplean para sostener los conductores de las líneas y poderlos mantener a la distancia de seguridad al terreno. Para la elección de los apoyos y su justificación, mediante el cálculo de los requisitos establecidos, se seguirá la normativa establecida en el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLEAT), así como de las Normas Técnicas Particulares sobre Líneas Aéreas de Media Tensión de la compañía distribuidora (Iberdrola).
Los apoyos metálicos se calcularán según la ITC-LAT 07 y cumpliendo la norma UNE 207017, estos cálculos vienen reflejados en el DOC. 3 Cálculos.

9.3.4 Armados

Los armados son accesorios que se montan en la parte superior de los postes para sujetar adecuadamente los soportes de los aisladores. Los armados a utilizar serán metálicos respondiendo su diseño a las exigencias de distancias entre conductores y accesorios en tensión a apoyos y elementos metálicos.
En el presente proyecto, los armados seleccionados son los "B1", para los apoyos de la serie "FAMMSA". La elección de estos viene justificada mediante los cálculos presentados en el DOC. 3 Cálculos

9.3.5 Aislador

Por otra parte, en la parte donde se conectan el conductor y la cruceta, los apoyos llevan unas cadenas de aisladores con el fin de aislarlos sobre estos y protegerse de los arcos que se puedan crear desde el conductor (por impulso de rayo, sobrecarga u otra causa). La elección de estos aisladores se realiza según el nivel de contaminación de donde se pretendan ubicar los apoyos. La elección de estos viene más especificada en el DOC. 3 Cálculos.

9.3.6 Puesta a tierra

El sistema de puesta a tierra es una solución que se adopta en las bases de los apoyos con el fin de proteger obre las corrientes residuales que puedan fluir por el diferencial de tensión. De tal forma, se instala un vallado en la base inferior de la cimentación y que conecta el cable de tierra que viene desde el apoyo con a picas de acero cobradizo que se perforan bajo el suelo. La justificación de los elementos utilizados viene especificada en el DOC. 3 Cálculos.

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo que al respecto se especifica en el apartado 7 de la **ITC-LAT 07** del vigente Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/08), considerando que la línea dispone de un sistema de desconexión automática, con un tiempo de despeje de la falta inferior a 1 segundo.

10. PLANIFICACIÓN

Se estima la construcción de la planta fotovoltaica, tenga las siguientes etapas.

	Mes 1				Mes 2				Mes 3				Mes 4				Mes 5			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Preparación Terreno	■	■																		
Obra civil: zanjas y canalizaciones		■	■	■																
Suministro Paneles				■	■	■	■													
Suministro Inversores												■	■							
Suministro Seguidores			■	■	■	■														
Suministro C.T.																■				
Montaje Seguidores				■	■	■	■	■	■											
Montaje Paneles						■	■	■	■	■										
Cableado de Paneles							■	■	■	■	■									
Montaje y Cableado Cajas nivel 1					■	■	■	■												
Montaje y Cableado Cajas nivel 2															■	■				
Montaje Inversores														■	■	■				
Montaje C.T.																■	■			
Pruebas																		■	■	
Puesta en marcha																				■

11. CONCLUSIONES

Con lo especificado en esta memoria, se considera suficientemente descrita la planta fotovoltaica, solicitando las autorizaciones administrativas y aprobación del proyecto previstas en la legislación vigente.

DOCUMENTO Nº2: CÁLCULOS

1. CÁLCULO DE MÓDULOS EN SERIE Y NÚMERO DE STRINGS

La potencia de los inversores se ajusta a la potencia de los generadores fotovoltaicos. No obstante, la potencia de los módulos fotovoltaicos se refiere a las Condiciones Estándar de Medida (STC), estas condiciones son ideales en un laboratorio y nunca se dan en la práctica. Por lo tanto, se elige una potencia pico superior a la potencia nominal de forma que una vez consideradas las pérdidas se saque el máximo rendimiento al sistema. La instalación se compone de 6.737 módulos de 700 Wp conectados a 32 inversores de 125 kW.

El número de módulos fotovoltaicos en serie se dimensiona teniendo en cuenta que el rango de tensión de entrada del inversor y el número de ramas que entran en el inversor no supere la corriente máxima de entrada, dado que el inversor puede colapsar. A partir las características técnicas de los módulos fotovoltaicos y del inversor se han calculado los siguientes valores:

Módulos fotovoltaicos	**CS7N-700MS**
Vmpp (70 ºC) (V)	35,5
Vmpp (-4 ° C) (V)	42,9
Voc (- 4 ºC) (V)	47,64
Impp (70 ºC) (A)	18,41
Isc (70 ºC) (A)	17,9
Potencia del inversor (kW)	125
Vmpp mínimo del inversor (V)	860
Vmpp máximo del inversor (V)	1500
Voc máximo del inversor (V)	1500
Isc máxima del inversor (A)	240
Impp máxima del inversor (A)	148
Nº de módulos en serie	30
Nº de ramas en paralelo	8

Tabla 10. Características módulos fotovoltaicos)

Con los valores dispuesto en la tabla anterior se verifican las siguientes condiciones:

a) Valores extremos del voltaje MPP

Los dos valores extremos del voltaje MPP se deben ajustar al rango de tensión MPP del inversor. El máximo voltaje MPP de los módulos fotovoltaicos se dará cuando estos alcancen la mínima temperatura que para la ubicación de la instalación de tomará – 4 ℃. Este valor debe estar por debajo del límite superior de tensión MPP del inversor:

$$V_{mpp(-4℃)} = 30 \cdot 42{,}9 = 1.287\,V \; < 1500\,V$$

La condición del límite superior se cumple.

El mínimo voltaje MPP se registra en verano, cuando se alcanzan los 70 ºC en verano y se calientan los módulos, por lo que se toma esta temperatura como la máxima que alcanzarán los módulos. Este mínimo voltaje MPP de los módulos a 70 ºC debe estar por encima del límite inferior de tensión MPP del inversor:

$$V_{mpp(70℃)} = 30 \cdot 35{,}5 = 1.065\,V > 860\,V$$

La condición del límite inferior se cumple.

b) Tensión de circuito abierto VOC

La tensión de circuito abierto VOC en condiciones extremas de temperatura (- 4 ºC) debe de estar por debajo de la máxima tensión admisible del inversor:

$$V_{OC(-4℃)} = 30 \cdot 47{,}64 = 1.429{,}2\,V \; < 1.500\,V$$

La condición de tensión de circuito abierto se cumple.

c) Corriente máxima de cortocircuito

La corriente máxima de cortocircuito que entregan los módulos se dará cuando la temperatura sea la máxima en la instalación, la cual tomamos 70 ºC. Ésta deberá inferior a la corriente máxima de cortocircuito de entrada al inversor:

$$I_{SC(70ºC)} = 8 \cdot 17{,}9 = 143{,}2\ A\ < 240\ A$$

La condición de corriente de cortocircuito se cumple.

2. CÁLCULO DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

2.1 Objeto

El objeto del presente apartado es definir las condiciones y criterios de cálculo para el cableado de Baja Tensión que se dispondrá en proyecto fotovoltaico "ASPARRENA". El cableado estará dimensionado para cumplir con las normativas y guías de aplicación vigentes.

2.2 Normativa

El cálculo del cableado se realiza conforme a las siguientes normas:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e instrucciones técnicas complementarias (ITC) BT 01 a BT 51.
- UNE-HD 60364-5-52 Instalaciones eléctricas de baja tensión: selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.

2.3 Circuitos de corriente continua string – Caja de conexión

El circuito de corriente continua comprende el cableado entre los módulos fotovoltaicos la caja de conexión antes de la entrada al inversor.

Dado que la instalación eléctrica del generador solar se encuentra en la intemperie, para evitar fallos de aislamiento, se seguirán los criterios de la **ITC-BT-30** del TEBT para locales húmedos.

La conexión entre módulos se realizará con terminales multicontacto que facilitarán la instalación y además asegurarán el aislamiento.

A partir del generador fotovoltaico los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente.

El cable utilizado será un conductor flexible de cobre, unipolares, de tensión asignada 0,6/1 kV con aislamiento de etileno propileno, especialmente diseñado para intemperie y con resistencia contra los rayos UV. Está fabricado de acuerdo a norma **UNE 21-123** y presenta unas prestaciones elevadas frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Los elementos de conducción de cables serán de características equivalentes a los clasificados como "no propagadores de la llama" de acuerdo con las normas **UNE-EN 50.085-1** y **UNE-EN 50.086-1**.

Se incluirá toda la longitud de cable. Deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.

Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para asegurar caídas de tensión y calentamientos inferiores al 1,5% de la tensión nominal en el punto de máxima potencia de la agrupación de conductores del string. Asimismo, los cables se calcularán para una intensidad no menor de 125% de la nominal, incluidas las posibles pérdidas por terminales intermedios, y los límites de calentamiento recomendados por el fabricante de los conductores, según se establece en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Cada string está formado por 30 módulos en serie por lo que sus características eléctricas en STC son:

- Numero de módulos por string: 30
- Potencia máxima del string (Pmax): 19.950 Wp
- Intensidad a potencia máxima (Imp): 17,28 A
- Tensión a potencia máxima (Vmp): 1.155 V
- Intensidad de cortocircuito (Icc): 18,51 A
- Tensión a circuito abierto (Voc): 1.368 V

El cálculo de las secciones y tipo de conductores se realizará aplicando dos criterios:

- Intensidad Admisible.
- Máxima caída de tensión.

Para comprobar estos criterios es necesario calcular previamente de cada línea:

- Intensidad nominal a la que debe ser diseñada.
- Longitud de la línea.
- Caída de tensión máxima admisible.
- Intensidad máxima admisible por cada conductor.
- Nivel de aislamiento requerido.

2.3.1 Cálculos por criterio de intensidad admisible

A continuación, se va a justificar que el cable tiene una corriente máxima admisible superior a la máxima corriente nominal que puede circular por los cables. La metodología de cálculo que se va a seguir es la presente en la **UNE-EN 60364-5-52**.

La máxima corriente que el cable es capaz de soportar depende de diversos factores. De este modo, se empleará la siguiente fórmula para su obtención.

$$I_{z_cable} = I_N \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \cdot f_4$$

Donde:

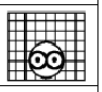
$I_{Z\,cable}$	Corriente máxima admisible bajo condiciones continuas de operación
I_N	Corriente admisible inicial
f_1	Factor de corrección por temperatura ambiente
f_2	Factor de corrección por agrupación de circuitos en una envolvente
f_3	Factor de corrección por agrupación de tubos enterrados
f_4	Factor de corrección por resistividad térmica

A lo largo de su recorrido, los cables solares tendrán tres tipos de instalación que se van a estudiar por separado para poder comprobar cuál es el caso más desfavorable:

1. Instalación al aire tipo C: a lo largo de los perfiles traseros de la estructura soporte.
2. Instalación en tubo al aire tipo B1: para las transiciones de la estructura hasta el suelo y a la SCB.
3. Instalación en tubo enterrado tipo D: para la instalación en zanja.

Teniendo en cuenta el tipo de cable y estos tipos de instalación, los valores de corrientes admisibles iniciales se pueden tomar de la tabla **UNE-EN 60364-5-52** Tabla B.52.3:

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

Sección nominal del conductor mm²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D1
							
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	19	18,5	23	22	24	25	27
2,5	26	25	31	30	33	33	35
4	35	33	42	40	45	43	46
6	45	42	54	51	58	53	58
10	61	57	75	69	80	71	77
16	81	76	100	91	107	91	100
25	106	99	133	119	138	116	129
35	131	121	164	146	171	139	155
50	158	145	198	175	209	164	183
70	200	183	253	221	269	203	225
95	241	220	306	265	328	239	270
120	278	253	354	305	382	271	306
150	318	290	393	334	441	306	343
185	362	329	449	384	506	343	387
240	424	386	528	459	599	395	448
300	486	442	603	532	693	446	502

Por tanto, los valores de corriente máxima inicial son:

$$I_{N,C} = 58A;\ I_{N,B1} = 54A;\ I_{N,D} = 53A$$

A continuación, se procede a obtener los valores de los diferentes factores de corrección:

Factor de corrección por temperatura

El factor de corrección por temperatura del aire y del terreno se obtiene a partir de las tablas **UNE-EN60364-5-52 Tabla B.52.14 y B.52.15**.

Tabla B.52.14 – Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en el aire

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

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

Tabla B. 52.15 – Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20 °C a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para cables en conductos en el suelo

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

Siendo la temperatura ambiente 40°C y la temperatura del terreno 20°C, los factores correspondientes son:

$$f_{1,C} = f_{1,B1} = 0{,}91;\ f_{1,D} = 1{,}00$$

Factor de corrección por agrupamiento de circuitos en una envolvente

Este factor reduce la corriente máxima admisible dependiendo del número de líneas o circuitos que se encuentren agrupados en una misma envolvente o en el aire. Para ello se empleará la tabla UNE-EN60364- 5-52 Tabla B.52.17.

Tabla B.52.17 – Factores de reducción para un circuito o un cable multipolar o para un grupo de más de un circuito, o más de un cable multipolar para usarse con las corrientes admisibles de las tablas B.52.2 a B.52.13.

Punto	Disposición (En contacto)	Número de circuitos o de cables multipolares												Para usarse con las corrientes admisibles, referencia
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	12	16	20	
1	Agrupados en el aire, sobre una superficie, empotrados o en el interior de una envolvente	1,00	0,80	0,70	0,65	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,45	0,41	0,38	B.52.2 a B.52.13 Métodos A a F

Para evaluar el caso más desfavorable, se ha estudiado cada tipo de instalación por separado. De este modo se han obtenido los siguientes casos críticos:

- Instalación al aire: el máximo número de circuitos agrupados al aire es de 2 circuitos o strings, por tanto, el factor es: $f_{2,C} = 0{,}8$
- Instalación al aire en tubo: el máximo número de circuitos agrupados en tubo al aire es de 2 circuitos o strings, por tanto, el factor es: $f_{2,B1} = 0{,}8$
- Instalación enterrada en tubo: hay dos posibilidades de caso crítico:
    - Máximo número de circuitos agrupados en tubo: 2 circuitos o strings en una zanja sin más tubos, por tanto, el factor es: $f_{2,Da} = 0{,}8$
    - Máximo número de tubos en una zanja, en el que el tubo más cargado lleva 2 circuitos o strings, por lo tanto, este factor es: $f_{2,Db} = 0{,}8$

Factor de corrección por cantidad de tubos en una misma zanja

Este factor reduce la corriente máxima admisible dependiendo del número de líneas o circuitos que se encuentren agrupados en una misma envolvente o en el aire. Para ello se empleará **la tabla UNE-EN60364- 5-52 Tabla B.52.17**.

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

Del mismo modo que el caso anterior, se van a estudiar los dos casos peores posibles:

- Máximo número de circuitos agrupados en tubo: 2 circuitos o strings en una zanja sin más tubos, por tanto, el factor es: $f_{3,Da} = 1$
- Máximo número de tubos en una zanja, en el que el tubo más cargado lleva 2 circuitos o strings en un tramo con 7 tubos. Por lo tanto, este factor es: $f_{3,Db} = 0{,}58$

Factor de corrección por resistividad térmica del terreno

Los valores de corrección por resistividad térmica del terreno se obtienen de la tabla **UNE-EN60364-5-52 Tabla B.52.16** y solo afecta a la instalación de tubo enterrado. Se asume que dicho valor es 1,0 Km/W para este proyecto, aunque se deberá verificar antes de construcción

Tabla B.52.16 – Factores de corrección para cables enterrados directamente en el suelo o en conductos enterrados para terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las corrientes admisibles para el método de referencia D

Resistividad térmica K·m/W	0,5	0,7	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección para cables en conductos enterrados	1,28	1,20	1,18	1,1	1,05	1	0,96
Factor de corrección para cables enterrados directamente	1,88	1,62	1,5	1,28	1,12	1	0,90

El factor de uso es, por tanto, $f_{4,D} = 1{,}18$

Corriente máxima admisible

Finalmente, es posible calcular y establecer la corriente máxima admisible de los cables solares bajo las diferentes condiciones de instalación, y ver cuál es el caso más crítico:

- Cables solares agrupados al aire

$$I_{Z,C} = I_{N,C} \cdot f_{1,C} \cdot f_{2,C} = 58 \cdot 0{,}91 \cdot 0{,}80 = 42{,}22\ A$$

- Cables solares en tubos de aire

$$I_{Z,B1} = I_{N,B1} \cdot f_{1,B1} \cdot f_{2,B1} = 54 \cdot 0{,}91 \cdot 0{,}80 = 39{,}31\ A$$

- Cables solares en tubos enterrados
  - Caso a: 2 circuitos en tubo y 1 por zanja

$$I_{Z,Da} = I_{N,D} \cdot f_{1,D} \cdot f_{2,Da} \cdot f_{3,Da} \cdot f_{4,Da} = 53 \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}80 \cdot 1{,}00 \cdot 1{,}18 = 50{,}03\ A$$

  - Caso b: 2 circuitos en tubo y 7 por zanja

$$I_{Z,Db} = I_{N,D} \cdot f_{1,D} \cdot f_{2,Db} \cdot f_{3,Db} \cdot f_{4,Db} = 53 \cdot 1{,}00 \cdot 0{,}80 \cdot 0{,}53 \cdot 1{,}18 = 26{,}51\ A$$

Por tanto, se considera que en el caso más desfavorable, la corriente máxima admisible del cable solar de 6mm² es:

$$I_{Z_cable} = 26{,}51\ A$$

De acuerdo con la **UNE-HD 60364-7-712**, el cable debe ser capaz de soportar 1,25 veces la corriente de cortocircuito del string, condición que también se cumple, tal y como se puede comprobar a continuación:

$$I_{Z_cable} = 26{,}51\ A \geq 1{,}25 \cdot I_{SG_{String}} = 1{,}25 \cdot 18{,}52\ A = 23{,}15$$

En el caso más desfavorable de todo el proyecto, la corriente máxima admisible del cable elegido de 6mm² es mayor que 1,25 veces la corriente de cortocircuito prevista en el circuito, lo que significa que el cable cumple con este requerimiento.

2.3.2 Cálculos por criterio de máxima caída de tensión

La caída de tensión en el punto más alejado no sobrepasará el 1,5 %. Dicha caída de tensión la calcularemos mediante las siguientes expresiones:

$$\Delta U(V) = \frac{2 \cdot I \cdot L}{\gamma \cdot S}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U(V)}{V_{rama}} \cdot 100$$

Siendo:

- $\boldsymbol{\Delta U}$: caída de tensión admisible en V
- I: Intensidad (A) = 17,28
- L: Longitud de la línea en metros
- $\boldsymbol{\gamma}$: Conductividad del cable $\left(\frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{\Omega \cdot mm^2}}\right)$ = 45,48
- S: Sección del conductor ($\boldsymbol{mm^2}$)= 6
- $V_{rama\ 1-38} = (Nº\ de\ modulos\ en\ serie) \cdot (V_{mpp} modulo) = 1.155\ V$

En las siguientes tablas se muestran los cálculos resumen de cada string hasta las cajas de conexión.

IberSun

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC1	ST1	30	99,92	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	12,655	1,096
	ST2	30	92,85	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	11,759	1,018
	ST3	30	85,78	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	10,864	0,941
	ST4	30	56,93	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,210	0,624
	ST5	30	49,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,315	0,547
	ST6	30	42,79	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,419	0,469
	ST7	30	19,54	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,475	0,214

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC2	ST1	30	99,92	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	12,655	1,096
	ST2	30	92,85	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	11,759	1,018
	ST3	30	85,78	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	10,864	0,941
	ST4	30	56,93	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,210	0,624
	ST5	30	49,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,315	0,547
	ST6	30	42,79	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,419	0,469
	ST7	30	19,54	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,475	0,214

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC3	ST1	30	99,92	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	12,655	1,096
	ST2	30	92,85	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	11,759	1,018
	ST3	30	85,78	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	10,864	0,941
	ST4	30	56,93	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,210	0,624
	ST5	30	49,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,315	0,547
	ST6	30	42,79	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,419	0,469
	ST7	30	27,008	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,421	0,296
	ST8	30	42,05	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,326	0,461

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC4	ST1	30	99,92	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	12,655	1,096
	ST2	30	92,85	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	11,759	1,018
	ST3	30	85,78	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	10,864	0,941
	ST4	30	56,93	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,210	0,624
	ST5	30	49,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,315	0,547
	ST6	30	42,79	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,419	0,469
	ST7	30	27,008	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,421	0,296
	ST8	30	41,54	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,261	0,455

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC5	ST1	30	99,92	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	12,655	1,096
	ST2	30	92,85	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	11,759	1,018
	ST3	30	85,78	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	10,864	0,941
	ST4	30	56,93	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,210	0,624
	ST5	30	49,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,315	0,547
	ST6	30	36,256	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,592	0,398
	ST7	30	22,652	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,869	0,248
	ST8	30	40,87	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,176	0,448

IberSun

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC6	ST1	15	87,25	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	11,050	1,913
	ST2	15	99,92	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	12,655	2,191
	ST3	30	92,85	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	11,759	1,018
	ST4	30	85,78	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	10,864	0,941
	ST5	30	56,93	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,210	0,624
	ST6	30	49,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,315	0,547
	ST7	30	36,256	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,592	0,398
	ST8	30	22,652	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,869	0,248

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC7	ST1	30	99,92	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	12,655	1,096
	ST2	30	92,85	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	11,759	1,018
	ST3	30	85,78	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	10,864	0,941
	ST4	30	56,93	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,210	0,624
	ST5	30	49,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,315	0,547
	ST6	30	36,256	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,592	0,398
	ST7	30	22,652	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,869	0,248
	ST8	30	40,87	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,176	0,448

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC8	ST1	30	80,38	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	10,180	0,881
	ST2	30	57,09	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,230	0,626
	ST3	30	50,04	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,338	0,549
	ST4	30	42,9	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,433	0,470
	ST5	30	50,15	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,351	0,550
	ST6	30	26,61	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,370	0,292
	ST7	30	19,54	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,475	0,214

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC9	ST1	30	112,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,294	1,238
	ST2	30	105,67	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,383	1,159
	ST3	30	70,65	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,948	0,775
	ST4	30	71,77	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	9,090	0,787
	ST5	30	28,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,655	0,316
	ST6	30	55,99	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,091	0,614
	ST7	30	28,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,655	0,316
	ST8	30	18,44	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,335	0,202

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC10	ST1	30	108,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,748	1,190
	ST2	30	103,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,115	1,135
	ST3	30	118,05	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,951	1,294
	ST4	30	60,52	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,665	0,664
	ST5	30	65,52	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,298	0,718
	ST6	30	20,79	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,633	0,228
	ST7	30	25,73	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,259	0,282

IberSun

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC11	ST1	30	112,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,294	1,238
	ST2	30	105,67	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,383	1,159
	ST3	30	70,65	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,948	0,775
	ST4	30	71,77	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	9,090	0,787
	ST5	30	28,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,655	0,316
	ST6	30	55,99	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,091	0,614
	ST7	30	28,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,655	0,316
	ST8	30	18,44	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,335	0,202

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC12	ST1	30	108,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,748	1,190
	ST2	30	103,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,115	1,135
	ST3	30	118,05	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,951	1,294
	ST4	30	60,52	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,665	0,664
	ST5	30	65,52	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,298	0,718
	ST6	30	20,79	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,633	0,228
	ST7	30	25,73	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,259	0,282

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC13	ST1	30	112,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,294	1,238
	ST2	30	105,67	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,383	1,159
	ST3	30	70,65	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,948	0,775
	ST4	30	71,77	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	9,090	0,787
	ST5	30	28,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,655	0,316
	ST6	30	55,99	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,091	0,614
	ST7	30	28,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,655	0,316
	ST8	30	18,44	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,335	0,202

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC14	ST1	30	108,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,748	1,190
	ST2	30	103,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,115	1,135
	ST3	30	118,05	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,951	1,294
	ST4	30	60,52	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,665	0,664
	ST5	30	65,52	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,298	0,718
	ST6	30	20,79	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,633	0,228
	ST7	30	25,73	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,259	0,282

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC15	ST1	30	112,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,294	1,238
	ST2	30	105,67	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,383	1,159
	ST3	30	70,65	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,948	0,775
	ST4	30	71,77	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	9,090	0,787
	ST5	30	28,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,655	0,316
	ST6	30	55,99	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,091	0,614
	ST7	30	28,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,655	0,316

IberSun

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC16	ST1	30	108,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,748	1,190
	ST2	30	103,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,115	1,135
	ST3	30	118,05	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,951	1,294
	ST4	30	60,52	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,665	0,664
	ST5	30	65,52	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,298	0,718
	ST6	30	20,79	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,633	0,228
	ST7	30	25,73	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,259	0,282
	ST8	30	18,44	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,335	0,202

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC17	ST1	30	112,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,294	1,238
	ST2	30	105,67	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,383	1,159
	ST3	30	70,65	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,948	0,775
	ST4	30	71,77	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	9,090	0,787
	ST5	30	28,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,655	0,316
	ST6	30	55,99	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,091	0,614
	ST7	30	28,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,655	0,316

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC18	ST1	30	108,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,748	1,190
	ST2	30	103,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,115	1,135
	ST3	30	118,05	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,951	1,294
	ST4	30	60,52	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,665	0,664
	ST5	30	65,52	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,298	0,718
	ST6	30	20,79	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,633	0,228
	ST7	30	25,73	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,259	0,282

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC19	ST1	30	112,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,294	1,238
	ST2	30	105,67	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,383	1,159
	ST3	30	70,65	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,948	0,775
	ST4	30	71,77	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	9,090	0,787
	ST5	30	28,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,655	0,316
	ST6	30	55,99	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,091	0,614
	ST7	30	28,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,655	0,316

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC20	ST1	30	108,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,748	1,190
	ST2	30	103,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,115	1,135
	ST3	30	118,05	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,951	1,294
	ST4	30	60,52	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,665	0,664
	ST5	30	65,52	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,298	0,718
	ST6	30	20,79	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,633	0,228

IberSun

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC21	ST1	30	53,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,821	0,591
	ST2	30	46,68	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,912	0,512
	ST3	30	39,63	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,019	0,435
	ST4	30	32,26	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,086	0,354
	ST5	30	25,21	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,193	0,276
	ST6	30	19,53	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,473	0,214

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC22	ST1	30	53,86	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,821	0,591
	ST2	30	46,68	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,912	0,512
	ST3	30	39,63	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,019	0,435
	ST4	30	32,26	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,086	0,354
	ST5	30	25,21	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,193	0,276
	ST6	30	19,53	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,473	0,214

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC23	ST1	30	112,43	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,239	1,233
	ST2	30	70,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,935	0,774
	ST3	30	28,4	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,597	0,311
	ST4	30	108,08	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,688	1,185
	ST5	30	66,25	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,391	0,726
	ST6	30	24,54	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,108	0,269
	ST7	30	60,74	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,693	0,666
	ST8	30	20,14	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,551	0,221

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC24	ST1	30	117,85	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,926	1,292
	ST2	30	109,89	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,917	1,205
	ST3	30	67,95	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,606	0,745
	ST4	30	26,05	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,299	0,286
	ST5	30	103,06	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,052	1,130
	ST6	30	61,24	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,756	0,672
	ST7	30	19,87	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,517	0,218

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC25	ST1	30	112,43	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,239	1,233
	ST2	30	70,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,935	0,774
	ST3	30	28,4	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,597	0,311
	ST4	30	108,08	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,688	1,185
	ST5	30	66,25	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,391	0,726
	ST6	30	24,54	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,108	0,269
	ST7	30	60,74	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,693	0,666
	ST8	30	20,14	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,551	0,221

IberSun

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC26	ST1	30	117,85	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,926	1,292
	ST2	30	109,89	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,917	1,205
	ST3	30	67,95	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,606	0,745
	ST4	30	26,05	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,299	0,286
	ST5	30	103,06	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,052	1,130
	ST6	30	61,24	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,756	0,672
	ST7	30	19,87	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,517	0,218

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC27	ST1	30	112,43	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	14,239	1,233
	ST2	30	70,55	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,935	0,774
	ST3	30	28,4	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,597	0,311
	ST4	30	108,08	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	13,688	1,185
	ST5	30	66,25	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,391	0,726
	ST6	30	24,54	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,108	0,269
	ST7	30	60,74	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,693	0,666

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC28	ST1	30	20,82	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,637	0,228
	ST2	30	27,32	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,460	0,300
	ST3	30	33,82	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,283	0,371
	ST4	30	40,32	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,106	0,442
	ST5	30	46,82	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,930	0,513
	ST6	30	49,19	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,230	0,539
	ST7	30	55,69	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,053	0,611
	ST8	30	62,19	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,876	0,682

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC29	ST1	30	20,82	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,637	0,228
	ST2	30	27,32	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,460	0,300
	ST3	30	33,82	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,283	0,371
	ST4	30	40,32	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,106	0,442
	ST5	30	46,82	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,930	0,513
	ST6	30	49,19	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,230	0,539
	ST7	30	55,69	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,053	0,611
	ST8	30	62,19	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,876	0,682

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC30	ST1	30	19,78	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,505	0,217
	ST2	30	26,28	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,328	0,288
	ST3	30	32,78	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,152	0,359
	ST4	30	39,28	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,975	0,431
	ST5	30	35,41	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,485	0,388
	ST6	30	41,91	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,308	0,460
	ST7	30	58,14	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	7,363	0,638
	ST8	30	64,64	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	8,187	0,709

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC31	ST1	30	20,09	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,544	0,220
	ST2	30	26,59	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,368	0,292
	ST3	30	33,09	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,191	0,363
	ST4	30	20,09	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,544	0,220
	ST5	30	26,59	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,368	0,292
	ST6	30	33,09	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,191	0,363
	ST7	30	44,82	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,676	0,491
	ST8	30	51,32	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	6,500	0,563

Caja de Conexión	Lineas	Modulos serie	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
CC32	ST1	30	20,09	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,544	0,220
	ST2	30	26,59	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,368	0,292
	ST3	30	33,09	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,191	0,363
	ST4	30	22,87	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	2,896	0,251
	ST5	30	29,37	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	3,720	0,322
	ST6	30	35,87	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	4,543	0,393
	ST7	30	42,19	Cu	45,48	90	17,28	38,5	19950	6	1155	5,343	0,463

2.4 Circuitos de corriente continua Caja de conexión – Inversor

La canalización de los conductores desde las cajas de conexión hasta los inversores se realizará al aire durante todo su recorrido. Cada caja de conexión recogerálos strings para realizar la entrada al inversor.

2.4.1 Cálculos por criterio de intensidad admisible

El criterio térmico limita la intensidad máxima admisible por el cable. La intensidad máxima transportada en cada string corresponde a la de cortocircuito del módulo escogido siendo de 14,29 A. En este caso a la caja de conexión conectan un máximo 8 strings por lo que la intensidad máxima transportada será de 114,38 A.

Por seguridad, se tomará un valor para los cálculos un 125% de esta corriente, cumpliendo con lo indicado en la ITC-BT 40 para instalaciones generadoras. Esta corriente debe ser inferior a la máxima admisible por el cable en todo el trazado por lo que la corriente queda de acuerdo con la siguiente expresión:

$$I_{linea} = 1{,}25 \cdot 114{,}38 = 142{,}975\ A$$

SECCIÓN NOMINAL mm^2	Terna de cables unipolares (1) (2)			1cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

Tipo de aislamiento
XLPE - Polietileno reticulado - Temperatura máxima en el conductor 90ºC (servicio permanente).
EPR - Etileno propileno - Temperatura máxima en el conductor 90ºC (servicio permanente).
PVC - Policloruro de vinilo - Temperatura máxima en el conductor 70ºC (servicio permanente).

Temperatura del terreno 25ºC.
Profundidad de instalación 0,70 m.
Resistividad térmica del terreno 1 K.m/W.

Se realizará el cálculo para el conductor de aluminio de 95 mm^2 y aislamiento de Polietileno reticulado.

$$I_{soportada} = 260\ A$$

En base a lo anterior, el conductor seleccionado será de Cu con una sección de 95 mm^2 aislamiento de XLPE y cubierta de PVC (2x95 mm^2 Cu XZ1-S 0,6/1 kV), el cual soporta una intensidad admisible de 260 A, valor muy superior a la intensidad máxima a soportar que es de 142,975 A.

2.4.2 Cálculos por criterio de Máxima caída de tensión

La caída de tensión en el punto más alejando no sobrepasara el 1,5 % Dicha caída de tensión la calcularemos mediante las siguientes expresiones:

$$\Delta U(V) = \frac{2 \cdot I \cdot L}{\gamma \cdot S}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{\Delta U(V)}{V_{rama}} \cdot 100$$

Siendo:

- $\boldsymbol{\Delta U}$: caída de tensión admisible en V
- I: Intensidad (A) = 114,38
- L: Longitud de la línea en metros
- $\boldsymbol{\gamma}$: conductividad del cable $\left(\frac{\boldsymbol{m}}{\boldsymbol{\Omega \cdot mm^2}}\right)$ = 45,49
- S: sección del conductor ($\boldsymbol{mm^2}$)= 95
- $V_{rama} = (Nº\ de\ modulos\ en\ serie) \cdot \left(V_{mpp} modulo\right) = 1.155\ V$

En la siguiente tabla se muestra la caída de tensión en el cableado de corriente continua para el string más desfavorable.

Inversor	Longitud string (m)	Material	Resistividad (m/mm2ºΩ)	Temp. Max ºC	Impp (A)	Vmpp (V)	Pmpp (W)	Sección (mm2)	Vmpp string (V)	Caida de tension (V)	Caida de tension (%)
1	3	Cu	45,49	90	138,24	1155	139708,8	95	1142,4	0,191931136	0,000593479
2	3	Cu	45,49	90	138,24	1155	139708,8	95	1142,4	0,191931136	0,000593479
3	3	Cu	45,49	90	207,36	1155	139708,8	95	1142,4	0,287896704	0,000890219
4	3	Cu	45,49	90	103,68	1155	139708,8	95	1142,4	0,143948352	0,000445109
5	3	Cu	45,49	90	120,96	1155	139708,8	95	1142,4	0,167939744	0,000519294
6	3	Cu	45,49	90	103,68	1155	139708,8	95	1142,4	0,143948352	0,000445109
7	3	Cu	45,49	90	155,52	1155	139708,8	95	1142,4	0,215922528	0,000667664
8	3	Cu	45,49	90	120,96	1155	139708,8	95	1142,4	0,167939744	0,000519294
9	3	Cu	45,49	90	120,96	1155	139708,8	95	1142,4	0,167939744	0,000519294
10	3	Cu	45,49	90	120,96	1155	139708,8	95	1142,4	0,167939744	0,000519294
11	3	Cu	45,49	90	138,24	1155	139708,8	95	1142,4	0,191931136	0,000593479
12	3	Cu	45,49	90	138,24	1155	139708,8	95	1142,4	0,191931136	0,000593479
13	3	Cu	45,49	90	138,24	1155	139708,8	95	1142,4	0,191931136	0,000593479
14	3	Cu	45,49	90	138,24	1155	139708,8	95	1142,4	0,191931136	0,000593479
15	3	Cu	45,49	90	103,68	1155	139708,8	95	1142,4	0,143948352	0,000445109
16	3	Cu	45,49	90	120,96	1155	139708,8	95	1142,4	0,167939744	0,000519294
17	3	Cu	45,49	90	69,12	1155	139708,8	95	1142,4	0,095965568	0,00029674
18	3	Cu	45,49	90	138,24	1155	139708,8	95	1142,4	0,191931136	0,000593479
19	3	Cu	45,49	90	155,52	1155	139708,8	95	1142,4	0,215922528	0,000667664
20	3	Cu	45,49	90	69,12	1155	139708,8	95	1142,4	0,095965568	0,00029674
21	3	Cu	45,49	90	138,24	1155	139708,8	95	1142,4	0,191931136	0,000593479
22	3	Cu	45,49	90	155,52	1155	139708,8	95	1142,4	0,215922528	0,000667664
23	3	Cu	45,49	90	138,24	1155	139708,8	95	1142,4	0,191931136	0,000593479
24	3	Cu	45,49	90	138,24	1155	139708,8	95	1142,4	0,191931136	0,000593479
25	3	Cu	45,49	90	138,24	1155	139708,8	95	1142,4	0,191931136	0,000593479
26	3	Cu	45,49	90	86,4	1155	139708,8	95	1142,4	0,11995696	0,000370924
27	3	Cu	45,49	90	103,68	1155	139708,8	95	1142,4	0,143948352	0,000445109
28	3	Cu	45,49	90	69,12	1155	139708,8	95	1142,4	0,095965568	0,00029674
29	3	Cu	45,49	90	120,96	1155	139708,8	95	1142,4	0,167939744	0,000519294
30	3	Cu	45,49	90	138,24	1155	139708,8	95	1142,4	0,191931136	0,000593479
31	3	Cu	45,49	90	138,24	1155	139708,8	95	1142,4	0,191931136	0,000593479
32	3	Cu	45,49	90	120,96	1155	139708,8	95	1142,4	0,167939744	0,000519294

2.5 Circuitos de corriente alterna

El cableado de corriente alterna se corresponde al tramo de la instalación fotovoltaica entre los inversores y el centro de transformación.

El cable utilizado será un conductor flexible unipolar de aluminio en construcción extra flexible, aislado con polietileno reticulado (XLPE) y resistencia a la abrasión. Además, estarán especialmente diseñados para intemperie y con resistencia contra los rayos UV, fabricados de acuerdo con la norma UNE 21-123 y con unas prestaciones elevadas frente a sobrecargas y cortocircuitos.

Los conductores en zanja y bajo tubo hasta el cuadro de baja tensión del centro de transformación donde se realiza la conexión para la evacuación de energía generada.

Tendrán la sección adecuada para asegurar caídas de tensión inferiores al 1,50 % calculando los cables para una tensión máxima admisible de 125 % de la nominal,

incluidas las posibles pérdidas por terminales intermedios, y los límites de calentamiento recomendados por el fabricante de los conductores, según se establece en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

2.5.1 Cálculos por criterio de Intensidad Máxima Admisible

La intensidad que circulara por cada tramo de conductor viene dada por la expresión:

$$I = \frac{P_c}{V \cdot \sqrt{3} \cdot \cos \varphi}$$

Siendo:

- Pc= potencia a transportar (W) = 125.000
- V = 600 V
- Cos φ = factor de potencia = 1

$$I = 120{,}28\ A$$

Se aumenta la intensidad circulante por estos conductores en un 25% tal y como establece la ITC-BT-40:

$$I = 1{,}25 \cdot 120{,}28 = 150{,}35\ A$$

La capacidad máxima de corriente del conductor es suministrada por el fabricante para unas condiciones estándar de instalación, las cuales son corregidas en base a las características de instalación de la planta fotovoltaica que será enterrada.

El factor de corrección se aplica en función de las condiciones de instalación, tal y como indica el REBT. Los factores de corrección utilizados son: por temperatura del aire, por temperatura del terreno, por profundidad de enterramiento, por resistividad térmica del suelo y por agrupación de circuitos.

Las condiciones de trabajo estimadas, quedando de lado de la seguridad son:

- Temperatura del terreno: 30 ºC
- Resistividad térmica: 1,2 k*m/W
- Cables en contacto

SECCIÓN NOMINAL mm^2	Terna de cables unipolares (1) (2)			1cable tripolar o tetrapolar (3)		
						
	TIPO DE AISLAMIENTO					
	XLPE	EPR	PVC	XLPE	EPR	PVC
16	97	94	86	90	86	76
25	125	120	110	115	110	98
35	150	145	130	140	135	120
50	180	175	155	165	160	140
70	220	215	190	205	220	170
95	260	255	225	240	235	210
120	295	290	260	275	270	235
150	330	325	290	310	305	265
185	375	365	325	350	345	300
240	430	420	380	405	395	350
300	485	475	430	460	445	395
400	550	540	480	520	500	445
500	615	605	525	-	-	-
630	690	680	600	-	-	-

Tipo de aislamiento
XLPE - Polietileno reticulado - Temperatura máxima en el conductor 90ºC (servicio permanente).
EPR - Etileno propileno - Temperatura máxima en el conductor 90ºC (servicio permanente).
PVC - Policloruro de vinilo - Temperatura máxima en el conductor 70ºC (servicio permanente).

Tabla 6. Factor de corrección F, para temperatura del terreno distinto de 25ºC

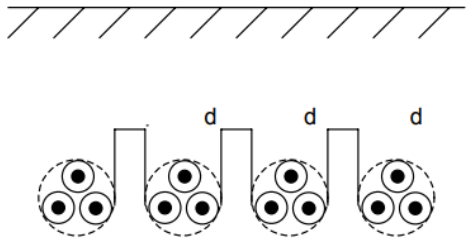
Temperatura de servicio Θ_s (ºC)	Temperatura del terreno, Θ_t ,en ºC								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	**1.11**	**1.07**	**1.04**	**1**	**0.96**	**0.92**	**0.88**	**0.83**	**0.78**
70	**1.15**	**1.11**	**1.05**	**1**	**0.94**	**0.88**	**0.82**	**0.75**	**0.67**

Tabla 7. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1 K. m/W.

Tipo de cable	Resistividad térmica del terreno, en K.m/W										
	0.80	0.85	0.90	1	1.10	1.20	1.40	1.65	2.00	2.50	2.80
Unipolar	**1.09**	**1.06**	**1.04**	**1**	**0.96**	**0.93**	**0.87**	**0.81**	**0.75**	**0.68**	**0.66**
Tripolar	**1.07**	**1.05**	**1.03**	**1**	**0.97**	**0.94**	**0.89**	**0.84**	**0.78**	**0.71**	**0.69**

Tabla 8. Factor de corrección para agrupaciones de cables trifásicos o ternas de cables unipolares

Factor de corrección								
Separación entre los cables o ternas	Número de cables o ternas de la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
D=0 (en contacto)	**0,80**	**0,70**	**0,64**	**0,60**	**0,56**	**0,53**	**0,50**	**0,47**
d= 0,07 m	**0,85**	**0,75**	**0,68**	**0,64**	**0,6**	**0,56**	**0,53**	**0,50**
d= 0,10 m	**0,85**	**0,76**	**0,69**	**0,65**	**0,62**	**0,58**	**0,55**	**0,53**
d= 0,15 m	**0,87**	**0,77**	**0,72**	**0,68**	**0,66**	**0,62**	**0,59**	**0,57**
d= 0,20 m	**0,88**	**0,79**	**0,74**	**0,70**	**0,68**	**0,64**	**0,62**	**0,60**
d= 0,25 m	**0,89**	**0,80**	**0,76**	**0,72**	**0,70**	**0,66**	**0,64**	**0,62**



Se realizará el cálculo para los conductores de aluminio de 240 mm2 y 300 mm2 y aislamiento de polietileno reticulado.

Así tenemos:

$$I_{soportada} = 430 \cdot 0{,}6 \cdot 0{,}93 \cdot 0{,}96 = 230{,}34\ A$$

En base a lo anterior, el conductor seleccionado será de AL con una sección de 240 mm2 y aislamiento de Polietileno Reticulado (3x240 mm^2 AL RZ1 (AS) 0,66/1 kV), el cual soporta una intensidad admisible de 230,34 A, valor superior al calculado de 150,35 A.

2.5.2 Cálculos por criterio de Máxima caída de tensión

La caída de tensión acumulada en el punto más alejado no sobrepasará el 1,50 %.

Dicha caída de tensión la calcularemos mediante la siguiente ecuación:

$$\Delta U\ (\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_{INV}}{V \cdot \rho \cdot S} \cdot 100$$

Siendo:

- $\Delta U\ (\%)$: Caída de tensión en %
- L: Longitud de tramo en metros
- V: Tensión de salida del inversor en V (600V)
- I_{INV}: Corriente nominal del inversor en A (120,28 A)
- S: Sección del conductor en mm^2 (240mm2)
- ρ: Conductividad del material utilizado para cable 90º XLPE $\left(\frac{m}{\Omega \cdot mm^2}\right)$=27,8

En la siguiente tabla se muestran los cálculos resumen de cada línea desde los inversores al centro de transformación, así como la caída de tensión acumulada para el conjunto de conductores que van desde la generación en el módulo hasta el centro de transformación.

Lineas	Longitud string (m)	Material	Tipo de aislamiento	Resistividad (m/mm2*Ω)	Temp. Max ºC	Imax (A)	Vac (V)	Pnominal (W)	Sección real (mm2)	Caida de tension (%)
Inversor 1	37,08	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,19296853
Inversor 2	17,81	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,09268526
Inversor 3	58,33	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,30355594
Inversor 4	9,6	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,04995949
Inversor 5	78,55	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,40878311
Inversor 6	48,1	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,25031786
Inversor 7	105,73	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,55023092
Inversor 8	66,49	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,34602151
Inversor 9	85,82	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,44661702
Inversor 10	268,88	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	1,39928203
Inversor 11	323,06	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	1,6812409
Inversor 12	245,7	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	1,27865068
Inversor 13	307,69	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	1,60125368
Inversor 14	226,26	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	1,17748272
Inversor 15	287,6	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	1,49670304
Inversor 16	206,78	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	1,07610659
Inversor 17	178,31	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,92794548
Inversor 18	128,73	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,66992553
Inversor 19	160,89	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,83728982
Inversor 20	140,33	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,73029325
Inversor 21	178,42	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,92851793
Inversor 22	122,12	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,63552634
Inversor 23	157,44	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,81933563
Inversor 24	102,64	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,53415021
Inversor 25	138,42	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,72035339
Inversor 26	83,8	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,43610471
Inversor 27	68,8	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,35804301
Inversor 28	41,23	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,2145656
Inversor 29	21,17	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,11017108
Inversor 30	2,1	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,01092864
Inversor 31	31,94	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,16621938
Inversor 32	53,75	Al	AL RZ1 (AS)	27,8	90	150,35	600	125000	240	0,2797211

3. PROTECCIONES DE LA INSTALACIÓN

3.1 Cálculo fusibles corrientes continua

Una sobrecarga es el exceso de intensidad en un circuito, debido a un defecto deaislamiento, una avería o una demanda excesiva de carga.

El efecto principal de una sobrecarga es el calentamiento de los conductores a temperaturas no admisibles, provocando el deterioro de estos y de sus aislantes, y reduciendo su vida útil. Una sobrecarga no despejada a lo largo del tiempo puede degenerar en cortocircuito.

La protección deberá despejar en un tiempo inversamente proporcional a la intensidad de sobrecarga.

Las características del equipo de protección contra sobrecarga deberán cumplir con las siguientes dos condiciones según ITC-22 del RBT:

Condición 1:

$$I_B \leq I_N \leq I_z$$

Donde:

- I_B: Corriente de diseño del circuito correspondiente
- I_N: Corriente nominal del fusible
- I_Z: Corriente máxima admisible del conductor protegido

Condición 2:

$$I_F \leq 1{,}45 \cdot I_Z$$

Donde:

- I_F: Corriente que garantiza el funcionamiento efectivo de la protección, donde ($I_F = 1{,}6 \cdot I_N$).
- I_Z: Corriente máxima admisible del conductor protegido. Esta segunda condición solo se calculará para la protección mediante fusibles, ya que para protección mediante magnetotérmicos siempre se cumple puesto que $I_F \leq 1{,}45 \cdot I_Z$
- El circuito de corriente continua del generador fotovoltaico trabaja normalmente cerca de la intensidad de cortocircuito, ya que las placas actúan como fuentes de corriente. Como la intensidad utilizada para el cálculo del cableado ha sido la del cortocircuito incrementado en 125%, los conductores soportan perfectamente esta intensidad.

No obstante, se protegerán cada inversor con la utilización de fusibles en cada polo. El calibre de los fusibles a instalar deberá cumplir:

Condición 1º

$$20{,}425\ A \leq I_F \leq 53{,}59\ A\ \rightarrow I_N = 25\ A \rightarrow Cumple$$

Condición 2º

$$I_F \leq 1{,}45 \cdot I_Z = 1{,}45 \cdot 53{,}59 = 77{,}7\ A$$

$$I_F \leq 1{,}6 \cdot I_N = 1{,}6 \cdot 15 = 24\ A$$

$$24\ A \leq 77{,}7\ A\ \rightarrow Cumple$$

Se instalarán fusibles de 25 A de intensidad nominal para proteger cada polo del string en la caja de agrupaciones.

3.2 Cálculo fusibles corrientes alterna

A continuación, se describen las protecciones a emplear en la parte de alterna. Tanto el inversor como el Transformador, de forma independiente, actúan como generadores, por lo que un cortocircuito junto al transformador afectará al inversor y viceversa.

El inversor ya dispone de protecciones contra cortocircuitos y sobretensiones de Clase II, y, además, se dispondrá de protección magnetotérmica y diferencial en el Cuadro General de Baja Tensión situado en la Caseta del Centro de Transformación.

La protección que emplear deberá ser apta para la tensión de trabajo, que en este caso es de 600 V entre fases.

En el caso de la corriente nominal, la protección deberá soportar la corriente nominal de salida del inversor que tiene un valor de 120,28 A, por lo que se instalarán protecciones magnetotérmicas de 250 A (por debajo de la corriente máxima admisible del conductor del tramo), curva C y poder de corte adecuado a la intensidad de cortocircuito del tramo.

4. CÁLCULOS TRANSFORMADOR

La planta de generación de energía solar fotovoltaica IFV "ASPARRENA" está diseñada para una capacidad instalada de 4 MW, dividida en dos transformadores de capacidad 1,125 MW y 2,875 MW respectivamente.

El factor de potencia considerado es de 0,95, y los valores eléctricos conocidos son los siguientes:

- Tensión nominal: 30 kV
- Frecuencia: 50 Hz

La potencia aparente de la instalación viene determinada por la siguientes formula:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = 1{,}18\ MVA$$

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = 3{,}02\ MVA$$

4.1 Intensidad en media tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario I_p viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Siendo:

- S: Potencia del transformador en kVA.
- U_p: Tension compuesta primaria en kV.
- I_p: Intensidad primaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Up (kV)	Ip (A)
Trafo	1184	30	22,79
Trafo	3026	30	58,24

4.2 Intensidad baja tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario Is viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_S}$$

Siendo:

- S: Potencia del transformador en kVA.
- U_s: Tensión compuesta secundaria en kV.
- I_p: Intensidad secundaria en A.

Sustituyendo valores:

Transformador	Potencia (kVA)	Us (kV)	Is (A)
Trafo	1184,21	0,6	1139,3
Trafo	3026,32	0,6	2912,08

4.3 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

4.3.1 Observaciones

Para el cálculo de la intensidad primaria de cortocircuito se tendrá en cuenta una potencia de cortocircuito máxima de diseño de 285 MVA en la red de distribución, dato proporcionado por la compañía distribuidora IBERDROLA.

4.3.2 Cálculo de corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Siendo:

- S_{cc}: Potencia del transformador en kVA.
- U_p: Tension compuesta secundaria en kV.
- I_{ccp}: Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

Potencia (MVA)	Up (kV)	Iccp (kA)
285	30	5,48

Todos los elementos de Alta Tensión como interruptores, etc. Estarán capacitados para soportar una intensidad de cortocircuito de 16 kA, por lo que su empleo en este trafo es correcto.

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U_{cc}(\%) \cdot U_S}$$

Siendo:

- S: Potencia del transformador en kVA.
- $U_{cc}(\%)$: Tension compuesta secundaria en kV.
- U_S: Tensión compuesta en carga en el secundario en kV.
- I_{ccs}: Intensidad de cortocircuito de secundaria en kA.

Para calcular la corriente de cortocircuito del secundario consideraremos que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica del transformador.

Sustituyendo valores:

Potencia (kVA)	Us (kV)	Ucc (%)	Iccs (kA)
1184,21	0,6	6	18,99
3026,32	0,6	6	48,53

4.4 DIMENSIONADO Y COMPROBACIÓN

4.4.1 Dimensionado del Embarrado

Las celdas fabricadas por el fabricante han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

4.4.2 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima posible para el material conductor.

Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 ó similar conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

4.4.3 Comprobación por solicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 3.2. de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc}(din) \approx 2{,}5 \cdot 5{,}48 = 13{,}7\ kA$$

Las celdas empleadas presentarán la certificación correspondiente que cubre este valor necesitado.

4.4.4 Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{th} = 13{,}7\ kA$$

Puesto que se utilizarán celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 o similar conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} \geq 16\ kA\ durante\ 1\ s.$$

4.5 SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN

Los transformadores están protegidos tanto en AT como en BT. En Alta tensión la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores mientras que en baja tensión la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

4.5.1 Protección Transformador

La protección en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, siendo estos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que son limitadores de corriente cuya su fusión se produce antes de que la corriente de cortocircuito haya alcanzado su valor máximo.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal requerida.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

La intensidad nominal de estos fusibles se escogerá por tanto en función de la potencia total:

Potencia (kVA)	In fusibles (A)
1184	160
3026	160

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

Para la protección contra sobrecargas se instalará un relé electrónico con captadores de intensidad por fase cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor.

4.5.2 Protección en Baja Tensión

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 3.2.

La descarga del trafo al cuadro de Baja Tensión se realizará con conductores XLPE 0,6/1kV 240 mm2 Al unipolares instalados al aire cuya intensidad admisible a 40ºC de temperatura ambiente es de 390 A.

Para el trafo, cuya potencia es de 1184 kVA y 3026 kVA respectivamente y cuyas intensidades en Baja Tensión se han calculado en el apartado 2, se emplearán 3 conductores por fase y 2 para el neutro.

4.6 DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

La ventilación se producirá por circulación natural de aire a través de las dos rejillas del centro de transformación, situadas en la parte inferior de la puerta de acceso y en la parte superior tras el transformador.

La ventilación natural tiene por objeto disipar por convección la energía calorífica producida por el transformador cuando se encuentra trabajando en condiciones nominales.

La convección natural se produce por una variación de la densidad del aire que rodea al transformador que a su vez es debida a la variación de temperatura.

Para el cálculo de la superficie mínima de las rejillas de entrada de aire en el edificio del centro de transformación, se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{CU} + W_{fe}}{0{,}24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

Siendo:

- WCU = Pérdidas en el cobre del transformador, en kW.
- Wfe = Pérdidas en el hierro del transformador, en kW.
- k = Coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada de aire, 0,5.
- h = Distancia vertical entre centros de las rejillas de entrada y salida, en m.
- ΔT = Diferencia de temperatura entre el aire de salida y el de entrada, 15ºC.
- Sr = Superficie mínima de la rejilla de entrada de ventilación del transformador, en m2.

No obstante, y aunque es aplicable esta expresión a todos los Edificios prefabricados de ORMAZABAL, se considera de más interés la realización de ensayos de homologación de los Centros hasta las potencias indicadas, dejando la expresión para valores superiores a los homologados.

En nuestro caso, se utilizan edificios prefabricados de Orma-mn, los cuales han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.

4.7 DIMENSIONADO DEL POZO APAGAFUEGOS

El pozo de recogida de aceite será capaz de alojar la totalidad del volumen que contiene el transformador, y así es dimensionado por el fabricante al tratarse de un edificio prefabricado.

4.8 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

4.8.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA, no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

No obstante, se determina una resistividad media superficial de 250 Ω x m.

4.8.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro:

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o unido a esta a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones en el origen de la línea:

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Adicionalmente pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Según los datos de la red proporcionados por la compañía suministradora, se tiene:

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial), Idmáx (A): 300.
- Duración de la falta.
- Desconexión inicial:
- Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 0,7.

4.8.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

Tierra de Protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores

Tierra de Servicio:

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

En este tipo de centros, el electrodo de Puesta a Tierra estará formado por disposiciones lineales, realizándose la salida al exterior en cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos, y aprovechando, para la colocación del electrodo, las zanjas de los cables de alimentación del centro.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m, enterradas verticalmente una profundidad mínima de 0,50 m y unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm2 de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm2, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

4.8.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, U = 30.000 V.
- Puesta a tierra del neutro: desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, Ubt = 10000 V.

Y las características del terreno:

- Resistividad de tierra, ρT (Ω x m): 250.
- Resistividad del hormigón, ρH (Ω x m): 3000

Tierra de Protección:

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (Rt), la intensidad y tensión de defecto (Id, UE), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t:

$$R_t = K_r \cdot \rho(\Omega)$$

Siendo:

- R_t= resistencia total de puesta a tierra en Ω.
- K_r= coeficiente del electrodo.

Intensidad de defecto, I_d:

$$I_d = I_{dmax} \ (A)$$

Siendo:

- I_{dmax}= limitación de la intensidad de falta a tierra en A.
- Aumento del potencial de tierra, U_E:

$$U_E = R_t \cdot I_d \ (V)$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70-25/5/42.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 7 x 2,5.
- Profundidad del electrodo (m): 0,5.
- Número de picas: 4.
- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, Kr (Ω/Ω x m) = 0,108.
- De la tensión de paso, Kp (V/((Ω x m)A)) = 0,0214.
- De la tensión de contacto exterior, Kc (V/((Ω x m)A)) = 0,0645.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

$$Rt = Kr \times \rho = 0{,}108 \times 250 = 27\ \Omega.$$

$$Id = Idmáx = 300\ A.$$

$$UE = Rt \times Id = 27 \times 300 = 8100\ V.$$

Tierra de Servicio:

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0,5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, Kr (Ω/Ω x m) = 0,135.

Sustituyendo valores:

$$R_{tNeutro} = Kr \cdot \rho = 0{,}135 \cdot 250 = 33{,}75\ \Omega$$

4.8.5 Cálculo de las tensiones en el exterior de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'_P = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0{,}0214 \cdot 250 \cdot 300 = 1605\ V$$

4.8.6 Cálculo de las tensiones de contacto y paso

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra, hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'_P(acc) = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0{,}0645 \cdot 250 \cdot 300 = 4.837{,}5\ V$$

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$U_P = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_S \cdot C_S}{1000}\right) [V]$$

$$U_P(acc) = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_S \cdot C_S + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H}{1000}\right) [V]$$

$$C_S = 1 - 0{,}106 \left[\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_S}}{2 \cdot h_S + 0{,}106}\right]$$

$$C_S = 1 - 0{,}106 \left[\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_H}}{2 \cdot h_H + 0{,}106}\right]$$

$$t = t' + t'' [s]$$

Siendo:

- Up = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.
- Up (acc) = Tensión en el acceso admisible, en voltios.
- Uca = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.
- Rac = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en □.
- Cs = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.
- CH = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.
- hs = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.
- hH = Espesor de la capa de hormigón, en m.
- ρ = Resistividad natural del terreno, en Ωxm.
- ρs = Resistividad superficial del suelo, en Ωxm.
- ρH = Resistividad del hormigón, 3000 Ωxm.
- t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.

- t´ = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.
- t´´ = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

t' = 0,7 s.

t = t' = 0,7 s.

Sustituyendo valores:

$$U_P = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_S \cdot C_S}{1000}\right) = 10 \cdot 165{,}2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 250 \cdot 1}{1000}\right) = 10.738{,}8$$

$$U_P(acc) = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_S \cdot C_S + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H}{1000}\right)$$

$$= 10 \cdot 165{,}2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 250 \cdot 1 + 3 \cdot 3000 \cdot 0{,}67}{1000}\right) = 19.460{,}56\ V$$

$$C_S = 1 - 0{,}106\left[\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_S}}{2 \cdot h_S + 0{,}106}\right] = 1 - 0{,}106\left[\frac{1 - \frac{250}{250}}{2 \cdot 0{,}1 + 0{,}106}\right] = 1$$

$$C_H = 1 - 0{,}106\left[\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_H}}{2 \cdot h_H + 0{,}106}\right] = 1 - 0{,}106\left[\frac{1 - \frac{250}{3000}}{2 \cdot 0{,}1 + 0{,}106}\right] = 0{,}68$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	U'p=1605 V	≤	Up=10.738,8 V
Tensión de paso en el acceso	U'p(acc)=4837,5 V	≤	Up(acc)=19.460,56 V

Tensión e intensidad de defecto

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 8100\ V$	≤	Ubt = 10000 V
Intensidad de defecto	Id=300 A	>	

4.8.7 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (Dn-p), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$D_{n-p} \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} = \frac{250 \cdot 300}{2000 \cdot \pi} = 11{,}93\ m.$$

Siendo:

- ρ = Resistividad del terreno en Ω x m.
- I_d = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm^2, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

5. CÁLCULO CENTRO DE SECCIONAMIENTO (CS)

5.1 CÁLCULO DE INTENSIDADES

5.1.1 Intensidad en alta tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito primario I_p viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Siendo:

- S=Potencia del transformador en kVA.
- U_p=Tension compuesta primeria en kV.
- I_p=Intensidad primaria en A.

Para el caso de la instalación objeto el valor de la tensión es de 30 kV, según la empresa distribuidora I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES, S.A.U.

Transformador	Potencia (kVA)	Up (kV)	Ip (A)
Trafo SSAA	50	30	0,96

5.1.2 Intensidad baja tensión

En un transformador trifásico la intensidad del circuito secundario Is viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_S}$$

Siendo:

- S=Potencia del transformador en kVA.
- U_p=Tension compuesta secundaria en kV.
- I_s=Intensidad secundaria en A.

Transformador	Potencia (kVA)	Up (kV)	Ip (A)
Trafo	50	0,400	72,17

5.2 CÁLCULO DE LAS CORRIENTES DE CORTOCIRCUITO

5.2.1 Observaciones

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de M.T. Este valor se puede calcular a partir de la información suministrada por la compañía eléctrica I-DE REDES ELECTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. en el punto de enganche. En este caso, al igual que en las líneas subterráneas se tomarán los valores proporcionados por la compañía eléctrica. La corriente de diseño de cortocircuito será de 20 kA trifásicos y 16 kA monofásicos.

5.2.2 Cálculo de corrientes de cortocircuito

Para el cálculo de las corrientes de cortocircuito utilizaremos las siguientes Expresiones:

- Intensidad primaria para cortocircuito en el lado de Alta Tensión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p}$$

Siendo:

- S_{cc}=Potencia del transformador en kVA.
- U_p=Tension compuesta secundaria en kV.
- I_{ccp}=Intensidad de cortocircuito primaria en kA.

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores de MT-BT, siendo por ello más conservadores que en las consideraciones reales.

Potencia (MVA)	Up (kV)	Iccp (kA)
285	30	5,484

- Intensidad secundaria para cortocircuito en el lado de Baja Tensión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot S}{\sqrt{3} \cdot U_{cc}(\%) \cdot U_S}$$

Siendo:

- S=Potencia del transformador en kVA.
- $U_{cc}(\%)$=Tension compuesta secundaria en kV.
- U_S=Tensión compuesta en carga en el secundario en kV.
- I_{ccs}=Intensidad de cortocircuito de secundaria en kA.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 50 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

Potencia (kVA)	Up (V)	Ucc (%)	Iccs (kA)
50	400	4	1,8

5.3 DIMENSIONADO Y COMPROBACIOÓN

5.3.1 Dimensionado del Embarrado

Las celdas fabricadas por el fabricante han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

5.3.2 Comprobación por densidad de corriente

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima posible para el material conductor.

Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal que, con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

5.3.3 Comprobación por solicitación electrodinámica

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 3.2. de este capítulo, por lo que:

$$I_{cc}(din) \approx 2{,}5 \cdot 5{,}484 = 13{,}71\ kA$$

Las celdas empleadas presentarán la certificación correspondiente que cubre este valor necesitado.

5.3.4 Comprobación por solicitación térmica a cortocircuito

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

$$I_{th} = 5{,}484\ kA$$

Puesto que se utilizarán celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Orma-SF6 o similar conforme a la normativa vigente, se garantiza que:

$$I_{th} \geq 16\ kA\ durante\ 1\ s.$$

5.1 PROTECCION CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectuan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo estos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrapida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.
Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicacion.
- No producir disparos durante el arranque en vacio de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duracion intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando asi que los fenomenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador. La intensidad nominal de estos fusibles es de 6A.

Protección en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 5.2.2

5.2 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

5.2.1 Investigación de las características del suelo

El Reglamento de Alta Tensión indica que, para instalaciones de tercera categoría y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA, no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

No obstante, se determina una resistividad media superficial de 250 Ω x m.

5.2.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

En instalaciones de Alta Tensión de tercera categoría los parámetros de la red que intervienen en los cálculos de faltas a tierras son:

Tipo de neutro:

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o unido a esta a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.

Tipo de protecciones en el origen de la línea:

Cuando se produce un defecto, éste es eliminado mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un relé de intensidad, el cual puede actuar en un tiempo fijo (relé a tiempo independiente), o según una curva de tipo inverso (relé a tiempo dependiente).

Adicionalmente pueden existir reenganches posteriores al primer disparo que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a 0,5 s.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d\,\max cal.} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}}$$

Donde:

U_n= Tensión de servicio en kV

R_n= Resistencia de puesta a tierra del neutro en Ω

5.2.3 Diseño preliminar de la instalación de tierra

Para los cálculos a realizar se emplearán los procedimientos del "Método de cálculo y proyecto de instalaciones de puesta a tierra para centros de transformación de tercera categoría", editado por UNESA.

Tierra de Protección

Se conectarán a este sistema las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero pueden estarlo por defectos de aislamiento, averías o causas fortuitas, tales como chasis y bastidores de los aparatos de maniobra, envolventes metálicas de las cabinas prefabricadas y carcasas de los transformadores

Tierra de Servicio:

Se conectarán a este sistema el neutro del transformador y la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

En este tipo de centros, el electrodo de Puesta a Tierra estará formado por disposiciones lineales, realizándose la salida al exterior en cable de cobre aislado de 0,6/1 kV protegido contra daños mecánicos, y aprovechando, para la colocación del electrodo, las zanjas de los cables de alimentación del centro.

Para la puesta a tierra de servicio se utilizarán picas en hilera de diámetro 14 mm. y longitud 2 m, enterradas verticalmente una profundidad mínima de 0,50 m y unidas mediante conductor desnudo de Cu de 50 mm2 de sección. El valor de la resistencia de puesta a tierra de este electrodo deberá ser inferior a 37 Ω.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo se realizará con cable de Cu de 50 mm2, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

5.2.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio, U= 30.000 V.
- Puesta a tierra del neutro: desconocida.
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de Baja Tensión, Ubt = 10000 V.

Y las características del terreno:

- Resistividad de tierra, ρT (Ω x m): 250.
- Resistividad del hormigón, ρH (Ω x m): 3000

Tierra de Protección:

Para el cálculo de la resistencia de la puesta a tierra de las masas (Rt), la intensidad y tensión de defecto (Id, UE), se utilizarán las siguientes fórmulas:

- Resistencia del sistema de puesta a tierra, R_t:

$$R_t = K_r \cdot \rho(\Omega)$$

Siendo:

- R_t= resistencia total de puesta a tierra en Ω.
- K_r= coeficiente del electrodo.

Intensidad de defecto, I_d:

$$I_d = I_{dmax} \ (A)$$

Siendo:

- I_{dmax}= limitación de la intensidad de falta a tierra en A.
- Aumento del potencial de tierra, U_E:

$$U_E = R_t \cdot I_d \ (V)$$

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70-25/5/42.
- Geometría: Anillo.
- Dimensiones (m): 7 x 2,5.
- Profundidad del electrodo (m): 0,5.
- Número de picas: 4.
- Longitud de las picas (m): 2.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, Kr (Ω/Ω x m) = 0,128.
- De la tensión de paso, Kp (V/((Ω x m)A)) = 0,0309.
- De la tensión de contacto exterior, Kc (V/((Ω x m)A)) = 0,0924.

Sustituyendo valores en las expresiones anteriores, se tiene:

Rt = Kr x ρ = 0,128 x 250 = 32 Ω.

Id = Idmáx = 300 A.

UE = Rt x Id = 32 x 300 = 9600 V.

Tierra de Servicio:

El electrodo adecuado para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 5/32.
- Geometría: Picas en hilera.
- Profundidad del electrodo (m): 0,5.
- Número de picas: 3.
- Longitud de las picas (m): 2.
- Separación entre picas (m): 3.

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, Kr (Ω/Ω x m) = 0,135.

Sustituyendo valores:

$$R_{tNeutro} = Kr \cdot \rho = 0{,}135 \cdot 250 = 33{,}75\ \Omega$$

5.2.5 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

Con el fin de evitar la aparición de tensiones de contacto elevadas en el exterior de la instalación, las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico alguno con masas conductoras que, a causa de defectos o averías, sean susceptibles de quedar sometidas a tensión.

Con estas medidas de seguridad, no será necesario calcular las tensiones de contacto en el exterior, ya que estas serán prácticamente nulas. Por otra parte, la tensión de paso en el exterior vendrá dada por las características del electrodo y la resistividad del terreno según la expresión:

$$U'_P = K_p \cdot \rho \cdot I_d = 0{,}0309 \cdot 250 \cdot 300 = 2317{,}5\ V$$

5.2.6 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro.

Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo.

Con esta medida se consigue que la persona que deba acceder a una parte que pueda quedar en tensión, de forma eventual, estará sobre una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo de la tensión de contacto y de paso interior.

De esta forma no será necesario el cálculo de las tensiones de contacto y de paso en el interior, ya que su valor será prácticamente cero.

Asimismo, la existencia de una superficie equipotencial conectada al electrodo de tierra hace que la tensión de paso en el acceso sea equivalente al valor de la tensión de contacto exterior.

$$U'_P(acc) = K_c \cdot \rho \cdot I_d = 0{,}0924 \cdot 250 \cdot 300 = 6930\ V$$

5.2.7 Cálculo de las tensiones en el interior de la instalación

Para la obtención de los valores máximos admisibles de la tensión de paso exterior y en el acceso, se utilizan las siguientes expresiones:

$$U_P = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_S \cdot C_S}{1000}\right) [V]$$

$$U_P(acc) = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_S \cdot C_S + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H}{1000}\right) [V]$$

$$C_S = 1 - 0{,}106 \left[\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_S}}{2 \cdot h_S + 0{,}106}\right]$$

$$C_S = 1 - 0{,}106 \left[\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_H}}{2 \cdot h_H + 0{,}106}\right]$$

$$t = t' + t'' [s]$$

Siendo:

- Up = Tensión de paso admisible en el exterior, en voltios.
- Up (acc) = Tensión en el acceso admisible, en voltios.
- Uca = Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (Tabla 1), en voltios.
- Rac = Resistencias adicionales, como calzado, aislamiento de la torre, etc, en Ω.
- Cs = Coeficiente reductor de la resistencia superficial del suelo.
- CH = Coeficiente reductor de la resistencia del hormigón.
- hs = Espesor de la capa superficial del terreno, en m.
- hH = Espesor de la capa de hormigón, en m.

- ρ = Resistividad natural del terreno, en Ωxm.
- ρs = Resistividad superficial del suelo, en Ωxm.
- ρH = Resistividad del hormigón, 3000 Ωxm.
- t = Tiempo de duración de la falta, en segundos.
- t´ = Tiempo de desconexión inicial, en segundos.
- t´´ = Tiempo de la segunda desconexión, en segundos.

Según el punto 8.2. el tiempo de duración de la falta es:

t'= 0,7 s.

t = t' = 0,7 s.

Sustituyendo valores:

$$U_P = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 6 \cdot \rho_S \cdot C_S}{1000}\right) = 10 \cdot 165{,}2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 2000 + 6 \cdot 250 \cdot 1}{1000}\right) = 10738$$

$$U_P(acc) = 10 \cdot U_{ca} \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot R_{ac} + 3 \cdot \rho_S \cdot C_S + 3 \cdot \rho_H \cdot C_H}{1000}\right)$$
$$= 10 \cdot 165{,}2 \cdot \left(1 + \frac{2 \cdot 2000 + 3 \cdot 250 \cdot 1 + 3 \cdot 3000 \cdot 0{,}67}{1000}\right) = 19.460\ V$$

$$C_S = 1 - 0{,}106\left[\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_S}}{2 \cdot h_S + 0{,}106}\right] = 1 - 0{,}106\left[\frac{1 - \frac{250}{250}}{2 \cdot 0{,}1 + 0{,}106}\right] = 1$$

$$C_H = 1 - 0{,}106\left[\frac{1 - \frac{\rho}{\rho_H}}{2 \cdot h_H + 0{,}106}\right] = 1 - 0{,}106\left[\frac{1 - \frac{250}{3000}}{2 \cdot 0{,}1 + 0{,}106}\right] = 0{,}68$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	U'p = 2317 V	≤	Up = 10738 V
Tensión de paso en el acceso	U'p(acc) = 6930 V	≤	Up(acc) = 19460 V

Tensión e intensidad de defecto

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 9600\ V$	≤	Ubt = 10000 V
Intensidad de defecto	Id = 300 A	>	

5.2.8 Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Al no existir medios de transferencia de tensiones al exterior no se considera necesario un estudio para su reducción o eliminación.

No obstante, para garantizar que el sistema de puesta a tierra de servicio no alcance tensiones elevadas cuando se produce un defecto, existirá una distancia de separación mínima (Dn-p), entre los electrodos de los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio.

$$D_{n-p} \geq \frac{\rho \cdot I_d}{2000 \cdot \pi} = \frac{250 \cdot 300}{2000 \cdot \pi} = 11{,}93\ m.$$

Siendo:

- ρ = Resistividad del terreno en Ω x m.
- I_d = Intensidad de defecto en A.

La conexión desde el centro hasta la primera pica del electrodo de servicio se realizará con cable de Cu de 50 mm^2, aislado de 0,6/1 kV bajo tubo plástico con grado de protección al impacto mecánico de 7 como mínimo.

6. CÁLCULO LÍNEA SUBTERRÁNEA

6.1 Características técnicas de los conductores

Los tipos de cables considerados estándar y sus características técnicas principales para el caso de evaluación se indican en la siguiente tabla:

Cables unipolares material de Al, tipo RHZ1-20L, 18/30 kV

TIPO DE CABLE	SECCION (mm2)	RESISTENCIA T max (120 °C)(Ohm/km)	REACTANCIA INDUCTIVA (Ohm/km)	CAPACIDAD (uF/km)	INOR (A)
1	95	0,410	0,135	0,160	205
2	150	0,264	0,126	0,183	260
3	240	0,161	0,116	0,217	345
4	400	0,100	0,107	0,262	445
5	630	0,060	0,097	0,333	575

6.2 Datos técnicos básicos

La planta de generación de energía solar fotovoltaica IFV "ASPARRENA se encuentra dividida en 2 islas, donde cada una de estarás contara con una potencia de 1,125 MW y 2,875 MW.

El factor de potencia considerado es de 0,95, y los valores eléctricos conocidos son los siguientes:

- Tensión nominal: 30 kV
- Frecuencia: 50 Hz

La potencia aparente de una de las instalaciones viene determinada por la siguientes formula:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = 1{,}18\ MVA$$

Donde:

- S: Potencia aparente en MVA
- P: Potencia nominal en MW
- $\cos \varphi$: Factor de potencia (adimensional)

La intensidad nominal se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = 27{,}06\ A$$

Donde:

- I_L: Intensidad nominal en A
- P: Potencia nominal en W
- $\cos \varphi$: Factor de potencia (adimensional)
- U: Tensión nominal en V

La potencia aparente de una de las instalaciones viene determinada por la siguientes formula:

$$S = \frac{P}{\cos \varphi} = 3{,}02\ MVA$$

Donde:

- S: Potencia aparente en MVA
- P: Potencia nominal en MW
- $\cos \varphi$: Factor de potencia (adimensional)

La intensidad nominal se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$I_L = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = 58{,}24\ A$$

Donde:

- I_L: Intensidad nominal en A
- P: Potencia nominal en W
- $\cos \varphi$: Factor de potencia (adimensional)
- U: Tensión nominal en V

El diseño correspondiente al dimensionado de los cables se realiza tomando en cuenta las instrucciones técnicas complementarias ITCLAT-06 y el efecto de las pérdidas de capacidad de las redes de distribución de energía, así como al contenido de armónicos que podrían aportar los dispositivos de electrónica de potencia como lo es el convertidor DC/AC; dichas pérdidas de capacidad se estiman en 6 % aproximadamente.

6.3 Sección transversal de conductores

Definida la intensidad nominal a suministrar por cada centro inversor-transformador (PSB), se debe entonces establecer la sección mínima requerida para el cable de potencia de media tensión para cada tramo de interconexión que conforman los circuitos.

6.3.1 Premisa de cálculo

Se debe asegurar el cumplimiento de las siguientes condiciones:

- El cable seleccionado tendrá capacidad para soportar una intensidad nominal permanente de al menos la calculada en el punto anterior de este documento y para la longitud del circuito. considerando un factor de sobrecarga de 1,25
- Al evaluar la caída de tensión, se debe obtener un rango de regulación con una caída no mayor al 2,5%.
- Los cables deben soportar la Intensidad de cortocircuito máxima esperada sin que se dañen. Adicionalmente se evaluarán las pérdidas por efecto Joule las cuales deben ser menores al 3%.

6.3.2 Intensidad máxima admisible

A los efectos de determinar la intensidad máxima admisible, se considerará una instalación formada por cables unipolares material de Al, tipo RHZ1-20L, 18/30 kV debidamente enterrado en tubo en toda su longitud mínima de 1 metro de profundidad (medido hasta la parte superior del cable), en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 km/W, con una temperatura ambiente del terreno a dicha profundidad de 25 °C y con una temperatura del aire ambiente de 40 °C, dichas condiciones son las fijadas por el RLAT como estándares para tendidos subterráneos de media tensión.

Cualquier desviación de las condiciones estándares, debe ser considerada por medio de los coeficientes de corrección. En el caso de que se deba instalar más de una terna de cables unipolares, a lo largo del recorrido, es preciso tener en cuenta el calentamiento mutuo y reducir la intensidad admisible de los cables mediante la aplicación de los coeficientes de reducción que figuran en las tablas correspondientes en el Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/2008).

$$I_{MA} = I_{NOR} \cdot KT \cdot KR \cdot KA \cdot KP \geq I_L$$

$$345 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}73 \cdot 1 = 251{,}85 \geq 27{,}06$$

$$345 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}73 \cdot 1 = 251{,}85 \geq 58{,}24$$

Donde

- I_{MA}: Intensidad máxima admisible en condición del circuito en A
- I_{NOR}: Intensidad máxima admisible condiciones estándar en A
- I_L: Intensidad Nominal en A
- KT: Corrección por temperatura suelo
- KR: Corrección por resistividad térmica suelo
- KA: Corrección por agrupamiento de terna o circuitos
- KP: Corrección por profundidad de desplazamiento

6.3.3 Cálculo de la caída de tensión

La fórmula aplicada para la caída de tensión será:

$$\Delta U(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I_L \cdot (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \cdot 100}{U}$$

$$\Delta U(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot 1{,}182 \cdot 27{,}06 \cdot (0{,}161 \cdot 0{,}8 + 0{,}116 \cdot 0{,}6) \cdot 100}{3 \cdot 10^4} = 0{,}03\%$$

$$\Delta U(\%) = \frac{\sqrt{3} \cdot 1{,}179 \cdot 58{,}24 \cdot (0{,}161 \cdot 0{,}8 + 0{,}116 \cdot 0{,}6) \cdot 100}{3 \cdot 10^4} = 0{,}078\%$$

Donde:

- $\Delta U(\%)$: Caída de tensión en %
- I_L: Intensidad Nominal en A
- L: Longitud en km
- R: Resistencia del conductor en Ω/km
- X: Reactancia del conductor en Ω/km
- U: Tensión nominal en V
- $\cos\varphi$: 0,8

6.3.4 Cálculo de las perdidas Joule

El porcentaje de las perdidas por efecto Joule (%) se determinan por la formula:

$$P_J = \frac{3 \cdot I^2 \cdot R \cdot L \cdot 100}{P}$$

$$P_J = \frac{3 \cdot 27{,}06^2 \cdot 0{,}161 \cdot 1{,}182 \cdot 100}{1{,}125 \cdot 10^6} = 0{,}037\%$$

$$P_J = \frac{3 \cdot 58{,}24^2 \cdot 0{,}161 \cdot 1{,}179 \cdot 100}{2{,}875 \cdot 10^6} = 0{,}067\%$$

Donde:

- P_J: Pérdidas Joule del circuito en %
- I: Intensidad del circuito en A
- R: Resistencia del conducto en Ω/km
- L: Longitud en km
- P: Potencia Nominal del circuito en W

6.3.5 Cálculo de las Intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de las intensidades que originaría un cortocircuito se debe tener en cuenta la potencia de cortocircuito de la red eléctrica en el punto de interconexión, valor que deberá ser especificado por la compañía distribuidora en la fase de proyecto para verificar el cumplimiento de la soportabilidad de la aparamenta.

Para esta fase de cálculo, se puede asumir la red de suministro a 30 kV, como fuente ideal y calcular la corriente de cortocircuito del secundario del transformador trifásico (lado 30 kV), con la siguiente expresión

$$I_{CCS} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot U_{cc}/100}$$

$$I_{CCS} = \frac{1{,}18 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot 11/100} = 0{,}206$$

$$I_{CCS} = \frac{3{,}02 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 30 \cdot 10^3 \cdot 11/100} = 0{,}52$$

Donde:

- S: potencia del transformador en KVA
- U_{cc}: Tensión de cortocircuito del transformador en %
- U_s: Tensión en el secundario
- I_{CCS}: Corriente de cortocircuito en KA

La corriente de cortocircuito calculada (Iccs) debe ser inferior a la máxima corriente de cortocircuito del cable especificada para el tiempo de duración de la falta.

La máxima corriente de cortocircuito admisible para cada tipo de sección de conductor y tiempo de actuación de las protecciones se muestran en la siguiente tabla:

	Sección (mm2)				
Tiempo (s)	95	150	240	400	630
0,10	28,24	44,59	71,34	118,90	187,27
0,25	17,86	28,20	45,12	75,20	118,44
0,50	12,63	19,94	31,90	53,17	83,75
0,75	10,31	16,28	26,05	43,42	68,38
1,00	8,93	14,10	22,56	37,60	59,22
1,50	7,29	11,51	18,42	30,70	48,35
2,00	6,31	9,97	15,95	26,59	41,87

NOTA: Intensidades dadas en kA

Comparando la máxima corriente de cortocircuito calculada con la soportada por cada tipo de cable, se puede concluir que la sección de conductor de Al, que cumple con el criterio de intensidad de cortocircuito a 1 segundo, es 240 mm2. Se señalan en verde las opciones válidas alternativas, cara a usar secciones inferiores para soluciones de disparo de protecciones menores.

7. CÁLCULOS LÍNEA AÉREA

7.1 Cálculo eléctrico línea aérea

7.1.1 Conductor

- Denominación: LA-110 (94-AL1/22-ST1A).
- Sección: 116,2 mm2.
- Sección equivalente en cobre: 60mm2
- Diámetro total: 14 mm
- Composición (Nº de alambres Al/Ac): 30+7
- Peso del conductor: 432,5 kg/km
- Carga de Rotura: 43,17 kN
- Coeficiente de dilatación lineal: $\lambda = 17{,}9 \cdot 10^{-6}\ 1/K$
- Módulo de elasticidad: E=80.000 N/mm2
- Resistencia eléctrica a 20ºC: 0,3067 Ω/km
- Reactancia kilométrica: 0,423 Ω/km
- Intensidad admisible: 318,04 A
- Densidad máxima de corriente: $\delta = 2{,}737\ A/mm^2$
- Peso propio: 0.425 daN/m.
- Peso propio más sobrecarga de viento: 0,941 daN/m.
- Peso propio más sobrecarga con la mitad del viento: 0,598 daN/m.
- Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona B): 1,098 daN/m.
- Peso propio más sobrecarga de hielo (Zona C): 1,772 daN/m.

7.1.2 Densidad de corriente máxima admisible

La densidad de corriente máxima admisible en régimen permanente para corriente alterna a frecuencia de 50 Hz se obtiene del apartado 4.2.1 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLEAT).

Sección nominal mm²	Densidad de corriente A/mm²		
	Cobre	Aluminio	Aleación de aluminio
10	8,75		
15	7,60	6,00	5,60
25	6,35	5,00	4,65
35	5,75	4,55	4,25
50	5,10	4,00	3,70
70	4,50	3,55	3,30
95	4,05	3,20	3,00
125	3,70	2,90	2,70
160	3,40	2,70	2,50
200	3,20	2,50	2,30
250	2,90	2,30	2,15
300	2,75	2,15	2,00
400	2,50	1,95	1,80
500	2,30	1,80	1,70
600	2,10	1,65	1,55

La sección del conductor a emplear no se encuentra indicada en la tabla. Por ello, se interpola entre los valores 125 y 95 mm2, obteniendo la densidad máxima de corriente en régimen permanente para un conductor de aluminio de sección 116,2 mm2 de:

$$\frac{125-95}{2{,}9-3{,}2}=\frac{116{,}2-95}{\delta-3{,}2}\rightarrow \delta=2{,}988\ A/mm^2$$

A este valor se le debe aplicar el coeficiente de reducción 0,916 al tratarse de una composición (30+7), 30 hilos de aluminio y 7 de acero, quedando una densidad de corriente de:

$$\delta'=\delta\cdot 0{,}916=2{,}988\cdot 0{,}916=2{,}737\ A/mm^2$$

7.1.3 Intensidad máxima admisible

La intensidad máxima admisible se calculará mediante la sección del conductor y la densidad máxima de corriente admisible de éste:

$$I_{\max\ _admisible} = \delta' \cdot S = 2{,}737 \cdot 116{,}2 = 318{,}04\ A$$

7.1.4 Resistencia kilométrica por fase

La resistencia kilométrica por fase se obtiene del catálogo del fabricante, a temperatura ambiente de 20 ºC.

$$R_{20} = 0{,}3067\ \Omega/\text{km}$$

Según lo indicado por la compañía distribuidora, a efectos de cálculo se debe utilizar un valor correspondiente a 75ºC, considerado como la resultante de la temperatura ambiente más la que adquiere el conductor por el paso de la carga:

$$R_{75} = R_{20} \cdot [1 + \alpha(t - 20)]$$

$$R_{75} = 0{,}3067 \cdot [1 + 4 \cdot 10^{-3}(75 - 20)] = 0{,}3742\ \Omega/\text{km}$$

7.1.5 Reactancia kilométrica por fase

La reactancia quilométrica por fase, para un circuito simple y una frecuencia de 50 Hz, se calcula a partir de la expresión:

$$X_{fase} = \frac{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L}{nº\ circ}$$

Siendo:

- X_{fase}: Reactancia en ohmios por kilometro
- L: Inductancia en Henrios por kilometro
- f: Frecuencia de la red en hertzios
- nº circ: Numero de circuitos por fase

La inductancia kilométrica se calcula a partir de la expresión:

$$L = \left[\frac{\mu_0}{8\pi} + \frac{\mu_0}{2\pi} ln\left(\frac{DMG}{RMG}\right)\right] \cdot 10^3 \; H/km$$

Siendo:

- DMG: Separación media geométrica entre conductores, en metros
- RMG: Radio del conductor, en metros

El cálculo de DMG cambia según la disposición de los conductores y el número de circuitos. De este modo, para una línea con circuito simple y una disposición que obedece a una semicruceta atirantada con armado tipo Montseny largo, se emplea la siguiente expresión:

$$DMG = \sqrt[3]{D_{ab} \cdot D_{bc} \cdot D_{ca}}$$

Siendo D_{xy}: Distancia en metros

	Distancia horizontal	Distancia vertical	**Distancia TOTAL**
d_{ab} (m)	4	1,32	**4,21**
d_{bc} (m)	4,5	1,32	**4,69**
d_{ca} (m)	0,5	2,64	**2,69**

Se determinan los siguientes valores:

$$DMG = \sqrt[3]{4{,}21 \cdot 4{,}69 \cdot 2{,}69} = 3{,}758 \, m$$

El cálculo de RMG se realiza a partir del radio del conductor y la aplicación de un coeficiente de corrección que depende de la configuración del conductor. En este caso, al ser una configuración (30+7) para LA-110 de 30 hilos de aluminio y 7 de acero, el coeficiente que se debe aplicar es de 0,826.

$$RMG = 0{,}826 \cdot r_{cond}$$

Siendo:

- r_{cond}: Radio del conductor en metros

Se determina el siguiente valor:

$$RMG = 0{,}826 \cdot 7 \cdot 10^{-3} = 5{,}782 \cdot 10^{-3} \, m$$

Sustituyendo los valores en la ecuación de la inductancia kilométrica obtenemos:

$$L = \left[\frac{\mu_0}{8\pi} + \frac{\mu_0}{2\pi} ln\left(\frac{3{,}758}{5{,}782 \cdot 10^{-3}}\right)\right] \cdot 10^3 = 1{,}345 \cdot 10^{-3} \; H/km$$

Finalmente, se obtiene el valor de la reactancia kilométrica equivalente por fase:

$$X_{fase} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 1{,}345 \cdot 10^{-3}}{1} = 0{,}423\ \Omega/km$$

7.1.6 Caída de tensión

La caída de tensión porcentual, teniendo en cuenta la resistencia y la reactancia por fase de la línea, se determina mediante la siguiente expresión:

$$\Delta U\% = \frac{P \cdot L}{10 \cdot U^2} \cdot (R_f + X_f \cdot tg\varphi)$$

Siendo:

- ΔU: Caída de tensión en tanto por ciento
- P: Potencia eléctrica en kilovatios
- U: Tensión compuesta en kilovotios
- L: Longitud de la línea en kilómetros
- R_f: Resistencia en ohmios por kilometro
- X_f: Reactancia en ohmios por kilometro

El factor de potencia que determina la compañía es de 0,8.
En condiciones normales de suministro, la caída de tensión es del 2,16%, inferior al 7% estipulado por la empresa distribuidora:

$$\Delta U\% = \frac{4.000 \cdot 0{,}025}{10 \cdot 30^2} \cdot (374{,}2 \cdot 10^{-3} + 0{,}423 \cdot 0{,}75) = 0{,}0076\%$$

7.1.7 Capacidad de transporte

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima admisible del conductor (calculada en el apartado 1.1.3.) y por la caída de tensión, que debe ser inferior al 7 %.

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{max} \cdot \cos \varphi$$

Siendo:

- P_{max}: Potencia máxima que se puede transportar en vatios
- U: Tensión compuesta en voltios
- I_{max}: Intensidad máxima admisible en amperios

La potencia máxima que puede transportar la línea es de 13,2 MW, inferior a la que se requiere que es de 4 MW.

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot 30.000 \cdot 318{,}04 \cdot 0{,}8 = 13.220.674\, W \approx 13{,}2\, MW$$

Se verifica que la potencia requerida es inferior a la que la línea puede transportar.

$$P_{req} < P_{max}$$

7.1.8 Perdida de potencia

La pérdida de potencia por efecto Joule, expresada en tanto por ciento, se obtiene mediante la expresión:

$$\Delta p\% = \left(\frac{100 \cdot R_f \cdot P}{U^2 \cdot cos^2\varphi}\right) \cdot L$$

Siendo:

- Δp: Perdida de potencia en porcentaje
- P: Potencia de la línea en megavatios
- U: Tensión compuesta en kilovoltios
- L: Longitud de la línea en kilómetros
- R_f: Resistencia eléctrica en ohmios por kilometro

Se obtienen unas pérdidas porcentuales de la línea eléctrica de 0,088%:

$$\Delta p\% = \left(\frac{100 \cdot 374{,}2 \cdot 10^{-3} \cdot 4}{30^2 \cdot 0{,}8^2}\right) \cdot 0{,}025 = 0{,}006\%$$

Para obtener el valor absoluto, se emplea la siguiente expresión:

$$P_p = \Delta p\% \cdot \frac{P}{100}$$

Siendo:

- P_p: Potencia perdida en kilovatios
- Δp: Perdida de potencia en porcentaje
- P: Potencia de la línea en kilovatios

Resultan unas pérdidas de

$$P_p = 0{,}006 \cdot \frac{4.000}{100} = 0{,}24kW$$

7.2 Cálculo Mecánico del conductor

A continuación, se realizará el cálculo mecánico del conductor para la determinación del tensado de cada vano, según lo establecido en la normativa del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLEAT), así como de las Normas Técnicas Particulares sobre Líneas Aéreas de Media Tensión de la compañía distribuidora (NTP-LAMT).

7.2.1 Peso propio del conductor

Se considerará un peso por metro lineal del conductor de:

$$P_c = 0{,}424\ daN/m$$

7.2.2 Fuerza del viento sobre el conductor

La sobrecarga de la fuerza producida por la acción del viento se calcula mediante la siguiente expresión y se considera, a efectos de cálculo, una acción transversal a la dirección de la línea.

$$P_v = q \cdot d$$

Siendo:

- P_v: Sobrecarga del viento sobre el conductor en daN/m
- Q: Presión del viento sobre el conductor en daN/m2
- d: Diámetro del conductor en metros

El artículo 3.1.2 de la ITC-LAT 07 del RELAT considera un viento mínimo a tener en cuenta de 120 km/h de velocidad, siendo la fuerza del viento para el conductor del haz, la calculada mediante la expresión (1.18). Según las NTP-LAMT de la compañía distribuidora se establece una velocidad del viento de 160 km/h (106,7 daN/m2). A efectos de cálculo, se considerará la premisa más restrictiva, siendo en este caso la de la compañía distribuidora.

$$q = 60\left(\frac{V_v}{120}\right)^2 = \left(\frac{160}{120}\right)^2 = 106{,}67\ daN/m^2$$

Siendo:

- q: Presión del viento para conductores de d≤16 mm en daN/m2
- V_v: La velocidad previsible del viento de 160 km/h

La sobrecarga por metro lineal producida por el viento a una velocidad de 160 km/h sobre un conducto de diámetro de 14 mm es de:

$$P_v = 106{,}67 \cdot 0{,}014 = 1{,}493\ daN/m$$

7.2.3 Sobrecarga motivada por el hielo

El trazado de la línea aérea está situado entre los 500 y 1.000 metros de altitud sobre el nivel del mar, por lo tanto, según el artículo 3.1.3 de la ITC-LAT 07 del RELAT, pertenece a zona B. En dicha zona se considerarán sometidos los conductores a la sobrecarga de un manguito de hielo de valor:

$$P_H = 0{,}18 \cdot \sqrt{d}$$

Siendo:

- P_H: Sobrecarga del hielo sobre el conductor en daN/m
- d: Diametro del conductor en milímetros

La sobrecarga por metro lineal producida por el hielo entre los 500 y 1.000 metros de altitud sobre el nivel del mar a un conductor de diámetro de 14 mm es de:

$$P_H = 0{,}18 \cdot \sqrt{14} = 0{,}674\ daN/m$$

7.2.4 Peso total del conductor de hipótesis con viento

El peso total del conductor con hipótesis de viento es la suma vectorial de la fuerza por metro lineal del conductor hacia el suelo, más la fuerza transversal de la sobrecarga del viento por metro lineal.

$$P_t = \sqrt{P_c^2 + P_V^2}$$

Siendo:

- P_t: Peso total unitario del conductor en daN/m
- P_c: Peso propio unitario del conductor en daN/m
- P_v: Sobrecarga del viento sobre el conductor en daN/m

Se obtiene el peso total del conductor por metro lineal:

$$P_t = \sqrt{0{,}424^2 + 1{,}493^2} = 1{,}552\ daN/m$$

7.2.5 Peso total del conductor de hipótesis con hielo

El peso total del conductor con hipótesis de hielo es la suma de la fuerza del conductor más la fuerza de la sobrecarga del hielo ambas hacia el suelo y por metro lineal.

$$P_t = \sqrt{P_c^2 + P_H^2}$$

Siendo:

- P_t: Peso total unitario del conductor en daN/m
- P_c: Peso propio unitario del conductor en daN/m
- P_H: Sobrecarga del hielo sobre el conductor en daN/m

Se obtiene el peso total del conductor por metro lineal:

$$P_t = \sqrt{0{,}424^2 + 0{,}674^2} = 1{,}098\ daN/m$$

7.2.6 Tracción máxima admisible

Según el apartado 3.2.1 "Tracción máxima admisible" de la ITC-LAT 07 del RELAT, establece que la tracción máxima de los conductores no resultará superior a su carga de rotura dividida por 2,5 al tratarse de conductores cableados. Sin embargo, las NTP-LAMT de la compañía distribuidora se establece que los conductores serán capaces de soportar la tensión mecánica que se produzca en las condiciones más desfavorables a las que pueda estar sometida la línea, con un coeficiente de seguridad igual o superior a 3. A efectos de cálculo, se considerará la premisa más restrictiva, siendo en este caso la de la compañía distribuidora. Además, deberá cumplir que la tensión mecánica de trabajo de los conductores a 15ºC sin ninguna sobrecarga (Tensión de cada día, límite estático dinámico, EDS) no será mayor del15 % de la carga de rotura del conductor.

$$T_{max} \leq \frac{Q}{n}$$

Siendo:

- T_{max}: Tracción máxima admisible en daN
- Q: Carga de rotura del conductor en daN
- N: Coeficiente de seguridad, en este caso 3

Operando:

$$T_{max} = \frac{4317}{3} = 1439\ daN$$

Para determinar la tracción máxima admisible del conductor se considera sometida a la hipótesis más desfavorable entre: sobrecarga del viento a una velocidad de 160 km/h y temperatura de -10°C, más peso propio del conductor o sobrecarga del hielo con un manguito de peso por metro lineal y peso propio del conductor a una temperatura de -15°C. Según lo establecido en el documento NTP-LAMT, aptdo 7.1.1, y el RELAT en su ITC-LAT 07, apartado 3.2.1 "Tracción máxima admisible"

Las hipótesis que se formulan para el cálculo de la tracción máxima admisible son para la zona B:

Hipótesis	Temperatura	Sobrecarga viento	Sobrecarga Hielo
Tracción máxima viento	-10°C	160 Km/h	No se aplica
Tracción máxima hielo	-15°C	No se aplica	$0{,}18 \cdot \sqrt{d}$

7.2.7 Flechas máximas de los conductores

Según el apartado 3.2.3, "Flechas máximas de los conductores y cables de tierra" de la ITC-LAT 07 del RLEAT, se determinará la flecha máxima de los conductores y cables de tierra en las hipótesis siguientes, considerando una velocidad del viento de 160 km/h, definido por la compañía eléctrica:

Hipótesis	Temperatura	Sobrecarga viento	Sobrecarga Hielo
Flecha máxima viento	15°C	160 Km/h	No se aplica
Flecha máxima temperatura	50°C	No se aplica	No se aplica
Flecha máxima hielo	0°C	No se aplica	$0{,}18 \cdot \sqrt{d}$

7.2.8 Tense y flechas de tendido

Para la obtención de los tenses en los diferentes estados de temperatura y sobrecargas se utilizará la ecuación de cambio de condiciones.

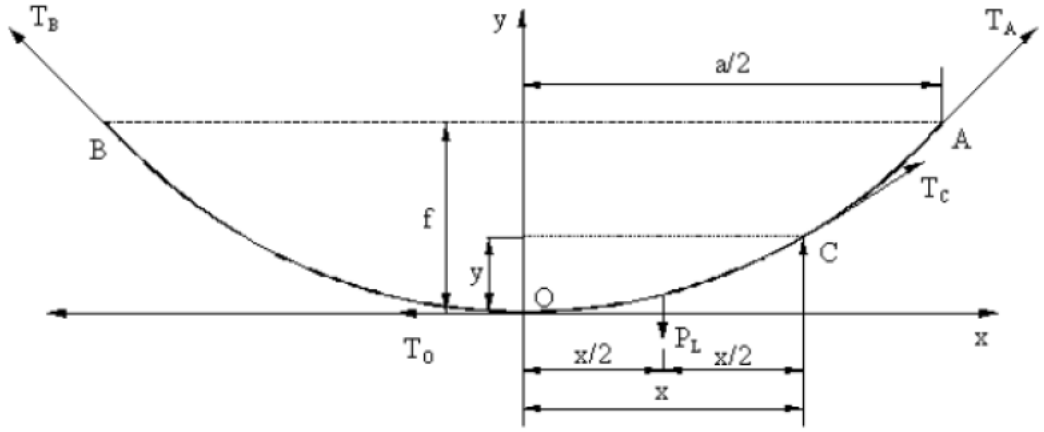
La ecuación es:

$$\frac{a^2}{24}\cdot\left(\frac{P_1^2}{T_1^2}-\frac{P_2^2}{T_2^2}\right)=\delta\cdot(\theta_1-\theta_2)+(T_1-T_2)\cdot\frac{1}{E\cdot s}$$

Siendo:

- a: Vano, en metros
- T_1: Tensión inicial del conductor en daN
- T_2: Tensión final del conductor en daN
- P_1: Peso unitario inicial del conductor en daN
- P_2: Peso unitario final del conductor en daN
- δ: Coeficiente de dilatación lineal del conductor
- θ_1: Temperatura inicial del conductor en ºC
- θ_2: Temperatura final del conductor en ºC
- E: Modulo de elasticidad del conductor en daN/mm2
- s: Sección del conductor en mm2

Tanto T_1 como T_2 deben ser los valores de las tensiones horizontales del conductor, los cuales son constantes a lo largo de todo el vano. Por tanto, esta ecuación sería solo válida para vanos nivelados. No obstante, también proporciona resultados suficientemente aproximados para el cálculo de vanos no excesivamente desnivelados, al igual que la ecuación siguiente para el cálculo de flechas.
Se muestra el esquema de los parámetros del vano:



Las flechas se determinarán mediante la expresión siguiente:

$$f = \frac{a^2 \cdot P}{8 \cdot T}$$

Siendo:

- f: Flecha para el vano correspondiente en metros
- a: Longitud del vano en metros
- P: Peso del conductor, con o sin sobrecarga en daN/m
- T: Tensión total del conductor en daN

7.2.9 Tensiones y flechas en las hipótesis reglamentarias

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos para las distintas hipótesis reglamentarias, así como la tabla de tendido para el conductor seleccionado al aplicar lo anteriormente expuesto:

VANO 1-2	Longitud(m)	25,27
	Desnivel(m)	2,19
Hipotesis Traccion Maxima Viento		
Temperatura -10ºC	T(daN)	1209,12
P conductor + P viento	F(m)	0,10245728
Hipotesis Traccion Maxima Hielo		
Temperatura -15ºC	T(daN)	1377,52
P conductor + P hielo	F(m)	0,06362458
Hipotesis Flecha Maxima Viento		
Temperatura +15ºC	T(daN)	1111,14
P conductor + P viento	F(m)	0,11149193
Hipotesis Traccion Flecha Maxima Hielo		
Temperatura 0ºC	T(daN)	1312,41
P conductor + P hielo	F(m)	0,06678106
Hipotesis Flecha Maxima Temperatura		
Temperatura +50ºC	T(daN)	504,79
P conductor	F(m)	0,06704642

7.2.10 Distancias de Seguridad

La normativa vigente del RLEAT determina, en su apartado 5 de la ITC-LAT 07, que en las líneas aéreas es necesario distinguir entre distancias internas y externas. Las distancias internas son dadas únicamente para diseñar una línea con una aceptable capacidad de resistir las sobretensiones. Las distancias externas son utilizadas para determinar las distancias de seguridad entre los conductores en tensión y los objetos debajo o en las proximidades de la línea.

Las distancias dadas en los siguientes apartados no son aplicables cuando se realicen trabajos de mantenimiento de la línea aérea.

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. Del puede ser tanto interna, cuando se consideran distancias del conductor a la estructura de la torre, como externas, cuando se considera una distancia del conductor a un obstáculo.
- 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. Dpp es una distancia interna.
- a_{som}: Valor mínimo de la distancia de descarga de la cadena de aisladores, definida como la distancia más corta en línea recta entre las partes en tensión y las partes puestas a tierra.

Adicionalmente se debe considerar una cuarta distancia:

- D_{add}: Distancia de aislamiento adicional para que, en las distancias mínimas de seguridad al suelo, a líneas eléctricas, a zonas de arbolado, etc. se asegure que las personas u objetos no se acerquen a una distancia menor que Del de la línea eléctrica.

Se tendrá en cuenta que las distancias externas mínimas de seguridad (Dadd + Del) deben ser siempre superiores a 1,1 veces asom debido a que el riesgo de descarga debe ser mayor sobre la distancia interna a_{som} que a objetos externos o personas.

Los valores de Del y Dpp, en función de la tensión más elevada de la línea, aparecen representados en la siguiente tabla:

Tensión más elevada de la red U_s (kV)	D_{el} (m)	D_{pp} (m)
3,6	0,08	0,10
7,2	0,09	0,10
12	0,12	0,15
17,5	0,16	0,20
24	0,22	0,25
30	0,27	0,33
36	0,35	0,40
52	0,60	0,70
72,5	0,70	0,80
123	1,00	1,15
145	1,20	1,40
170	1,30	1,50
245	1,70	2,00
420	2,80	3,20

Para una línea de tensión nominal Un de 30 kV y de tensión más elevada Us de 36 kV, obtenemos los siguientes valores:

$$D_{el} = 0{,}35\ m$$

$$D_{pp} = 0{,}4\ m$$

7.2.11 Distancias entre conductores

La distancia entre los conductores de fase del mismo circuito o circuitos distintos debe ser la suficiente para que no haya riesgo alguno de cortocircuito entre fases, teniendo presente los efectos de las oscilaciones de los conductores debidas al viento y al desprendimiento de la nieve acumulada sobre ellos. Se define con la siguiente expresión:

$$D_{cc} = K\sqrt{(F + L)} + K' \cdot D_{pp}$$

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, se tomará 0,5 en vez de un coeficiente 0,7 puesto que los conductores están en tresbolillo y se adoptarán medidas preventivas contra fenómeno de galope. El ángulo de oscilación provocado por el viento es 74,2º.

$$\emptyset = tg^{-1}\left(\frac{P_v}{P_c}\right) = tg^{-1}\left(\frac{1{,}493}{0{,}424}\right) = 74{,}2º$$

- K': Coeficiente que depende de la tensión nominal de la línea, se tomara 0,75
- F: Flecha máxima en metros
- L: Longitud de la cadena de suspensión en metros. En el caso de conductores fijados al apoyo por cadenas de amarre o aisladores rígidos L=0
- D_{pp}: Distancia mínima aérea de aislamiento especificada en metros

7.2.12 Distancias entre conductores y a partes puestas a tierra

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:

$$D_{el} = 0{,}6\ m$$

7.2.13 Distancias al terreno, caminos, sendas, cursos de agua no navegables y a carreteras

En el apartado 5.5 de la ITC-LAT 07, se establece que la altura de los apoyos será la necesaria para que los conductores, con su flecha máxima, queden situados por encima de cualquier punto del terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables, a una altura mínima marcada por la expresión, con un mínimo de 6 metros. Debido a que el trazado transcurre por terrenos agrícolas, se determinará una altura mínima de 7 metros respecto al suelo.

$$D_{add} + D_{el} = 5{,}3 + 0{,}6 = 5{,}9\ m < 7\ m$$

Se obtiene una altura mínima de 7 metros a cualquier terreno, senda, vereda o superficies de agua no navegables, aplicable a todo el trazado de la línea aérea ya que en la mayoría de éste se afecta a explotaciones ganaderas cercadas o explotaciones agrícolas.

De igual manera, en el apartado 5.7 de la ITC-LAT 07, viene estipulado la distancia mínima de conductores sobre la rasante de la carretera será:

$$D_{add} + D_{el}$$

Para este caso el cálculo seria de la siguiente manera, con una distancia mínima de 7 metros.

$$D_{add} + D_{el} = 6{,}4 + 0{,}6 = 6{,}9 < 7\ m$$

Se obtiene nuevamente una altura mínima de 7 metros para cruzamiento de carreteras

7.2.14 Distancias a bosques, árboles y masas de arbolado

Para evitar las interrupciones del servicio y los posibles incendios producidos por el contacto de ramas o troncos de árboles con los conductores de una línea eléctrica aérea, deberá establecerse una zona de protección de la línea definida por la siguiente expresión.
Según el apartado 5.12.1 de la ITC-LAT 07, define con un mínimo de 2 metros la distancia de seguridad a ambos lados de la proyección de la línea sobre la zona de servidumbre:

$$D_{add} + D_{el} = 1{,}5 + 0{,}6 = 2{,}1\ m$$

Se establece por tanto una distancia a bosques, árboles y masas de arbolado de 2,1 metros.

7.3 Cálculo mecánico de apoyos

Para la elección de los apoyos y su justificación, mediante el cálculo de los requisitos establecidos, se seguirá la normativa establecida en el Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión (RLEAT), así como de las Normas Técnicas Particulares sobre Líneas Aéreas de Media Tensión de la compañía distribuidora (NTP-LAMT).

7.3.1 Cargas y sobrecargas que considerar

El cálculo mecánico de los elementos constituyentes de la línea se efectuará bajo la acción de las cargas y sobrecargas que se indican a continuación:

1. **Cargas permanentes**: Se considerarán las cargas verticales que soportan los apoyos y los distintos elementos: conductores, herrajes, aisladores, apoyos y cimentaciones, añadiendo el peso de un operario subido en la semicruceta.

2. **Fuerzas del viento sobre los componentes de las líneas aéreas**: Se considerará un viento mínimo de referencia de 160 km/h (44,4 m/s). Se supondrá el viento horizontal, actuando perpendicularmente a las superficies sobre las que incide.

3. **Desequilibrio de tracciones**: Los desequilibrios de tracciones a considerar, según el tipo de apoyo son:

    - Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de amarre: Se considerará un esfuerzo equivalente al 15% de las tracciones unilaterales de todos los conductores.

- Apoyos de anclaje: Se considerará, un esfuerzo equivalente al 50% de las tracciones unilaterales de los conductores.

- Apoyos de fin de línea: Se considerará un esfuerzo igual al 100% de las tracciones unilaterales de todos los conductores.

4. **Esfuerzos longitudinales por rotura de conductores:** Se considerará la rotura del conductor de una sola fase por apoyo.

    - Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de suspensión: Se considerará el 50 % de la tensión del cable roto en las líneas con un conductor por fase.

    - Apoyos de alineación y de ángulo con cadenas de aislamiento de amarre: No es necesario considerarlo ya que se colocarán apoyos de anclaje cada 3 km como máximo, los tenses máximos que se les darán a los conductores tendrán un coeficiente de seguridad superior a 3 y el de los apoyos y cimentaciones en la hipótesis 3a será el correspondiente a las hipótesis normales.

    - Apoyos de anclaje: Se considerará un esfuerzo correspondiente a la rotura total un conductor, sin reducción alguna de su tensión. En los apoyos de anclaje con ángulo, también se valorará el esfuerzo de ángulo creado.

    - Apoyos de fin de línea: Se considerarán los criterios expuestos para apoyos de anclaje.

5. **Esfuerzos resultantes de ángulo**: En los apoyos situados, en el que el trazado de la línea se observe un cambio de dirección, se tendrá en cuenta además el esfuerzo de ángulo resultante de las tracciones de los conductores.

7.3.2 Hipótesis de cálculo

Las hipótesis de cálculo, para cada tipo de apoyo, son las que se muestran en las siguientes tablas:

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS (Hielo)	2ª HIPÓTESIS (Hielo+Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª 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 ó 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 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: 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: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: 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 ó 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 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: 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: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: 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.)

TIPO DE APOYO	TIPO DE ESFUERZO	1ª HIPÓTESIS (Viento)	2ª HIPÓTESIS (Hielo)	2ª HIPÓTESIS (Hielo+Viento)	3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)	4ª 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 ó 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 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: 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: - Conductores y cables de tierra. - Apoyo. SÓLO ÁNGULO: Resultante de ángulo (apdo. 3.1.6.)	ALINEACIÓN: No se aplica. ÁNGULO: 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.)
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 ó 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)	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 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 ó 140 km/h según la categoría de la línea, sobre: - Conductores y cables de tierra. - 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: - Conductores y cables de tierra. - 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.)

En cada apoyo, se tendrán en cuenta las cuatro hipótesis para determinas los diferentes esfuerzos mediante las expresiones de las tablas siguientes:

Amarre de alineación y Suspensión de alineación		
TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (viento)**	**2ª HIPÓTESIS (hielo)**
V	$F_V = n \cdot P_c \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{(-10+V)}}{P_t}\left(\pm\frac{h_1}{a_1} \pm \frac{h_2}{a_2}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$	$F_V = n \cdot \left[P_t \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{(-15+H)}\left(\pm\frac{h_1}{a_1} \pm \frac{h_2}{a_2}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$
T	$F_T = n \cdot P_v \cdot \frac{a_1 + a_2}{2}$	No aplica
L	No aplica	

Suspensión de Alineación		
TIPO DE ESFUERZO	**3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)**	**4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)**
V	$\boldsymbol{F_V = n \cdot \left[P_t \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{(-15+H)}\left(\pm\frac{h_1}{a_1} \pm \frac{h_2}{a_2}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}}$	No aplica: - Anclaje cada 3Km máx. - Coef. Seg. rotura conduct. >3 - Coef. Seg. Hipot. 3ª de 1,5
T	No aplica	
L	$\boldsymbol{F = 0,08 \cdot n \cdot T_{(-15+H)}}$	

Amarre de Ángulo		
TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (viento)**	**2ª HIPÓTESIS (hielo)**
V	$F_V = n \cdot P_c \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{(-10+V)}}{P_t}\left(\pm\frac{h_1}{a_1} \pm \frac{h_2}{a_2}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$	$F_V = n \cdot \left[P_t \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{(-15+H)}\left(\pm\frac{h_1}{a_1} \pm \frac{h_2}{a_2}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$
T	$F_T = n \cdot \left[P_v \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 2 \cdot T_{(-10+V)} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]$	$F_T = n \cdot 2 \cdot T_{(-15+H)} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
L	No aplica	

Amarre de Ángulo		
TIPO DE ESFUERZO	**3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)**	**4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)**
V	$\boldsymbol{F_V = n \cdot \left[P_t \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{(-15+H)} \cdot \left(\pm\frac{h_1}{a_1} \pm \frac{h_2}{a_2}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}}$	No aplica: - Anclaje cada 3Km máx. - Coef. Seg. rotura conduct. >3 Coef. Seg. Hipot. 3ª de 1,5
T	No aplica	
L	$\boldsymbol{F_T = 0,08 \cdot n \cdot T_{(-15+H)} \cdot \left(cos\frac{\alpha}{2} + sin\frac{\alpha}{2}\right)}$	

Anclaje de Ángulo		
TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (viento)**	**2ª HIPÓTESIS (hielo)**
V	$F_V = n \cdot P_c \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{(-10+V)}}{P_t}\left(\pm\frac{h_1}{a_1} \pm \frac{h_2}{a_2}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$	$F_V = n \cdot \left[P_t \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{(-15+H)}\left(\pm\frac{h_1}{a_1} \pm \frac{h_2}{a_2}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$
T	$F_T = n \cdot \left[P_v \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} \cdot \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) + 2 \cdot T_{(-10+V)} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right]$	$F_T = n \cdot 2 \cdot T_{(-15+H)} \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)$
L	No aplica	

Anclaje de Angulo		
TIPO DE ESFUERZO	**3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)**	**4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)**
V	$F_V = n \cdot \left[P_t \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{(-15+H)}\left(\pm\frac{h_1}{a_1} \pm \frac{h_2}{a_2}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$	
T	No aplica	
L	$\boldsymbol{F_L = 0.5 \cdot n \cdot T_{(-15+H)}}$	$\boldsymbol{F = T_{(-15+H)}}$ $M_{torsor} = F \cdot l$

Anclaje de Alineación		
TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (viento)**	**2ª HIPÓTESIS (hielo)**
V	$F_V = n \cdot P_c \cdot \left[\frac{a_1 + a_2}{2} + \frac{T_{(-10+V)}}{P_t}\left(\pm\frac{h_1}{a_1} \pm \frac{h_2}{a_2}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$	$F_V = n \cdot \left[P_t \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{(-15+H)}\left(\pm\frac{h_1}{a_1} \pm \frac{h_2}{a_2}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$
T	$F_T = n \cdot P_v \frac{a_1 + a_2}{2}$	No aplica
L	No aplica	

Anclaje de Alineación		
TIPO DE ESFUERZO	**3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)**	**4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)**
V	$F_V = n \cdot \left[P_t \cdot \frac{a_1 + a_2}{2} + T_{(-15+H)}\left(\pm\frac{h_1}{a_1} \pm \frac{h_2}{a_2}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$	
T	No aplica	
L	$\boldsymbol{F_L = 0.5 \cdot n \cdot T_{(-15+H)}}$	$\boldsymbol{F = T_{(-15+H)}}$ $M_{torsor} = F \cdot l$

Fin de Línea		
TIPO DE ESFUERZO	**1ª HIPÓTESIS (viento)**	**2ª HIPÓTESIS (hielo)**
V	$F_V = n \cdot P_c \cdot \left[\frac{a_1}{2} + \frac{T_{(-10+V)}}{P_t}\left(\pm\frac{h_1}{a_1}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$	$F_V = n \cdot \left[P_t \cdot \frac{a_1}{2} + T_{(-15+H)}\left(\pm\frac{h_1}{a_1}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$
T	$F_T = n \cdot P_v \frac{a_1}{2}$	No aplica
L	$F_L = F \cdot (\cos\beta + \sin\beta)$ $F = \sqrt{\left(n \cdot P_V \cdot (a_1/2)\right)^2 + \left(n \cdot T_{(-10+V)}\right)^2}$ $\beta = \tan^{-1}\left(\frac{(n \cdot P_V \cdot (a_1/2))}{(n \cdot T_{(-10+V)})}\right)$	$F_L = n \cdot T_{(-15+H)}$

Fin de Línea		
TIPO DE ESFUERZO	**3ª HIPÓTESIS (Desequilibrio de tracciones)**	**4ª HIPÓTESIS (Rotura de conductores)**
V	No aplica	$F_V = n \cdot \left[P_t \cdot \frac{a_1}{2} + T_{(-15+H)}\left(\pm\frac{h_1}{a_1}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$
T		No aplica
L		$M_{torsor} = T_{(-15+H)} \cdot l$

Nomenclatura utilizada:

- n: numero de conductores
- P_c: Peso propio del conductor en daN/m
- P_v: Sobrecarga del viento en daN/m
- P_t: Peso total en daN/m
- a_1: Longitud del vano anterior en metros
- a_2: Longitud del vano posterior en metros
- h_1: Desnivel entre el punto de sujeción del cable en el apoyo considerado y el punto de sujeción del mismo cable en el apoyo anterior en metros
- h_2: Desnivel entre el punto de sujeción del cable en el apoyo considerado y el punto de sujeción del mismo cable en el apoyo posterior en metros
- $T_{-10ºC+V}$: Tense a -10ºC en V en daN
- $T_{-15ºC+H}$: Tense a -15ºC en H en daN

- α: Angulo de desviación de la linea en grados
- l: Distancia entre el punto de sujecion del conductor más alejado del apoyo y el eje del apoyo en metros
- F_v: Fuerza vertical en daN
- F_T: Fuerza trnasversal en daN
- F_L: Fuerza longitudinal en daN
- M: Momento torsor en daNm

7.3.3 Altura del apoyo

La altura de los poyos deberá ser tal que la distancia mínima del cable al terreno no sea en ningún caso inferior a 7 metros bajo las condiciones de hipótesis más desfavorable de flecha máxima. La altura total del apoyo es la suma de altura libre, armado, cadena de aisladores (en caso de apoyo de suspensión) y cimentación.
La altura total será:

$$H = a_r + h_t + e = a_r + (d + g + \Delta h) + (h_c - 0{,}2)$$

Siendo:

- H: Altura total de cada apoyo en metros
- a_r: Perdida de altura por armado en metros
- h_t: Altura útil del apoyo tipo en metros
- e: Empotramiento del apoyo en metros. Se toma la altura de la cimentación menos el margen de distancia (0,2 m) entre la altura de la cimentación y la colocación del apoyo
- d: Distancia de seguridad ITC-LAT 07 aptdo.5 (≥7 metros) en metros
- g: Distancia al apoyo tipo en metros. Se obtiene a partir de restar de la altura útil del apoyo la distancia de seguridad y el incremento de altura por inexactitudes
- Δh: Incremento de altura por inexactitudes en metros
- h_c: Altura de la cimentación en metros

Se regula la altura de cada apoyo atendiendo a las inexactitudes del terreno

En las siguientes tablas, se muestran las alturas útiles de cada apoyo, es decir, la altura existente entre el punto de engrape del conductor inferior al terreno, teniendo en cuenta la cimentación para cada apoyo.

La altura para los armados tipo B1 y H es de 0 metros.

	Altura Útil (m)						
FAMMSA	**10**	**12**	**14**	**15**	**16**	**20**	**22**
C-500	8,7	10,65	12,6	14,6	16,6	18,5	20,5
C-1000	8,5	10,5	12,45	14,45	16,45	18,45	20,45
C-2000	8,2	10,2	12,15	14,1	16,1	18,1	20,1
C-3000	7,9	9,9	11,85	13,8	15,75	17,75	19,75

El incremento de altura por inexactitudes viene fijado por la empresa distribuidora. Vienen expresados en la siguiente tabla.

Incremento de altura en metros								
Vano (m)	50	100	150	200	250	300	350	400
Incremento (m)	0,25	0,50	0,60	0,80	0,90	1,00	1,05	1,10

7.3.4 Apoyos adoptados

Para la realización de los cálculos de los apoyos se debe tener presente los siguientes datos calculados anteriormente:

Peso conductor: $P_c = 0{,}424\ daN/m$

Sobrecarga del viento: $P_v = 1{,}493\ daN/m$

Peso conductor más sobrecarga hielo ($P_c + P_H$): $P_t = 1{,}552\ daN/m$

7.3.5 Apoyo nº 1

Función: Inicio de Linea

Tensión máxima: $T_{(-10º+V)} = 1209{,}12\ daN$

Tensión Máxima: $T_{(-15º+H)} = 1377{,}52\ daN$

Vano: a_1=25,27 m

Desnivel: h_{12}= 2,19 m

CÁLCULO DEL APOYO

- 1ª Hipótesis: Viento (160 km/h)
  - Esfuerzo vertical

$$F_V = n \cdot P_c \cdot \left[\frac{a_1}{2} + \frac{T_{(-10+V)}}{P_t}\left(\pm\frac{h_1}{a_1}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$$

$$F_V = 197{,}95\ daN$$

  - Esfuerzo transversal

$$F_T = n \cdot P_v \cdot \frac{a_1}{2}$$

$$F_T = 56{,}59\ daN$$

  - Esfuerzo longitudinal

$$F_L = F \cdot (\cos\beta + \sin\beta) = 3.683{,}95$$

$$F = \sqrt{(n \cdot P_V \cdot (a_1/2))^2 + (n \cdot T_{(-10+V)})^2}$$

$$F = 3.627{,}8$$

$$\beta = tan^{-1}\left(\frac{(n \cdot P_V \cdot (a_1/2))}{(n \cdot T_{(-10+V)})}\right)$$

$$\beta = 0{,}015$$

- 2ª Hipótesis: Hielo
  - Esfuerzo vertical

$$F_V = n \cdot \left[P_t \cdot \frac{a_1}{2} + T_{(-15+H)}\left(\pm\frac{h_1}{a_1}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$$

$$F_V = 495{,}72\ daN$$

  - Esfuerzo transversal

No aplica

  - Esfuerzo longitudinal

$$F_L = n \cdot T_{(-15+H)}$$

$$F_L = 4132{,}56\ daN$$

- 3ª Hipótesis: Desequilibrio de tracciones
  - Esfuerzo vertical

No aplica

  - Esfuerzo transversal

No aplica

  - Esfuerzo longitudinal

No aplica

- 4ª Hipótesis: Rotura de conductors
  - Esfuerzo vertical

$$F_V = n \cdot \left[P_t \cdot \frac{a_1}{2} + T_{(-15+H)}\left(\pm\frac{h_1}{a_1}\right)\right] + P_{operario} + P_{herraje}$$

$$F_V = 495{,}72\ daN$$

  - Esfuerzo transversal

No aplica

- Esfuerzo longitudinal

$$F = T_{(-15+H)}$$

$$F = 1377{,}52\ daN$$

CÁLCULO ALTURA APOYO

La altura total será:

$$H = a_r + h_t + e = a_r + (d + g + \Delta h) + (h_c - 0{,}2)$$

Siendo:

- H: Altura total de cada apoyo en metros
- a_r: Pérdida de altura por armado en metros
- h_t: Altura útil del apoyo tipo en metros
- E: Empotramiento del apoyo en metros. Se toma la altura de la cimentación menos el margen de distancia (0,2 m) entre la altura de la cimentación y la colocación del apoyo
- d: Distancia de seguridad ITC-LAT07 aptdo.5 (≥7 metros) en metros
- g: Distancia al apoyo tipo en metros. Se obtiene a partir de restar de la altura útil del apoyo la distancia de seguridad y el incremento de altura por inexactitudes
- Δh: Incremento de altura por inexactitudes en metros
- h_c: Altura de la cimentación en metros.

$$\boldsymbol{H = 0 + (8 + 2{,}35 + 0{,}5) + (1{,}4 - 0{,}2) = 12\ m}$$

Atendiendo a las especificaciones del fabricante, se tienen las diferentes características de los apoyos, respecto a los esfuerzos.

	Esfuerzos *(Efforts) [Stresses]* (daN)		
Mod.	Longitudinal o Transversal *(Longitudinal or Transverse) [Longitudinale ou transversale]* (L o T)	Vertical *(Vertical) [Vertical]* (V)	Torsión *(Torsion) [Torsion]* (L_t)
C-500	500	600	500
C-1000	1.000	600	700
C-2000	2.000	600	1.400
C-3000	3.000	800	1.400
C-4500	4.500	800	1.400
C-7000	7.000	1.200	2.500
C-9000	9.000	1.200	2.500

Se han adoptado los siguientes apoyos según los cálculos realizados anteriormente:

Nº APOYO	FUNCION	APOYO ADOPTADO
1	Inicio de Línea	C-4500-12

7.4 Cálculo de armado

Para el cálculo de los armados se tendrá en cuenta:

Distancia entre conductores

$$D_{CC} = K\sqrt{(F+L)} + K' \cdot D_{pp}$$

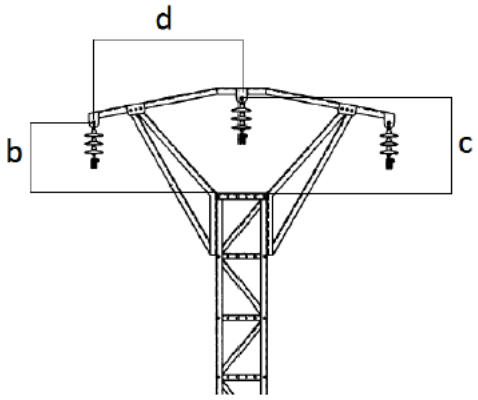
Siendo:

- Dcc: 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, se tomará 0,5 en vez de un coeficiente 0,7 puesto que los conductores están en tresbolillo y se adoptarán medidas preventivas contra fenómeno de galope.

El armado mínimo a considerar para el diseño será el B1. Para este armado la separación mínima entre conductores de fase del mismo circuito responde a la siguiente fórmula:

$$D = \sqrt{d^2 + (c-b)^2}$$

Como se puede comprobar en la siguiente figura.



Los valores de: "d", "b" y "c", para cada uno de los armados utilizados en el presento proyecto, con el valor de la distancia mínima, son los siguientes:

Armado	d (m)	b (m)	c(m)	D(m)
B1	1,5	0,7	1,15	1,57
B2	2	1	1,6	2,09
B3	2,5	1	1,6	2,57

Con este valor de separación mínima entre conductores, en función del armado empleado, se debe calcular el vano máximo por separación entre conductores. Para el cálculo de dicho vano, se deben seguir los siguientes pasos:

1) Obtener el valor de la flecha considerando que todos son amarres (L=0):

$$F = \left(\frac{D - K' * D_{pp}}{K}\right)^2 - L$$

Para un armado B1:

$$F_1 = \left(\frac{D - K' * D_{pp}}{K}\right)^2 - L = \left(\frac{1.57 - 0.75 * 0.4}{0.55}\right)^2 = 5{,}3\ m$$

Para un armado B2:

$$F_1 = \left(\frac{D - K' * D_{pp}}{K}\right)^2 - L = \left(\frac{2.09 - 0.75 * 0.4}{0.55}\right)^2 = 10{,}57\ m$$

Para un armado B3:

$$F_1 = \left(\frac{D - K' * D_{pp}}{K}\right)^2 - L = \left(\frac{2.57 - 0.75 * 0.4}{0.55}\right)^2 = 17{,}05\ m$$

2) Acudir a la ecuación de la parábola con este valor de F y despejar el valor del vano máximo por separación de conductores:

$$y = F = \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^2}{2C} \rightarrow x = \sqrt{2C \cdot 4 \cdot F}$$

Una vez se ha determinado la separación máxima entre los apoyos (x), se debe analizar si alguno de los vanos presentes en el regulador posee una separación mayor a esta. En caso de que algún vano tenga una longitud mayor se debe proceder a una armado inmediatamente superior y que cumpla las restricciones.
Pata no tener que colocar un armado superior en ambos apoyos del vano, se puede comprobar si con cambiar el armado en uno sólo es suficiente, para ello:

1) Se calcula una separación entre conductores media entre los armados:

$$D_{m12} = \frac{D_{B1} + D_{B2}}{2} = 1.83\ m \qquad D_{m23} = \frac{D_{B2} + D_{B3}}{2} = 2.33\ m$$

2) Con esta separación media de conductores obtenemos la flecha:

$$F_{m12} = \left(\frac{D_{m12} - K' * D_{pp}}{K}\right)^2 = 7.71\ m \qquad F_{m23} = \left(\frac{D_{m23} - K' * D_{pp}}{K}\right)^2 = 13.62\ m$$

3) Se obtiene un nuevo valor de separación máxima entre apoyos:

$$x_m = \sqrt{2C \cdot 4 \cdot F_m}$$

Si la longitud del vano analizado, no supera el valor xm, se puede modificar el armado de uno sólo de los apoyos. Se colocará el mayor armado en el apoyo cuyo vano precedente o posterior (según corresponda) posea mayor longitud.

A continuación, se realiza el análisis para los distintos vanos que conforman la línea eléctrica del presente proyecto:

$$x_{B1} = \sqrt{2C \cdot 4 \cdot F_m} = 173.55\ m$$

- Separación entre apoyos 1-2=34 m < x_{B1} : Es válido el armado B1

- Separación entre apoyos 2-3=79 m < x_{B1} : Es válido el armado B1

7.5 Cálculo de cimentaciones

El cálculo de la cimentación de los apoyos se realizará aplicando la fórmula de SULZBERGER, de acuerdo con los siguientes criterios:

- Se adoptará un coeficiente de seguridad al vuelco mayor o igual a 1,5.

$$\frac{M_R}{M_V} \geq 1{,}5$$

- La tangente del ángulo de giro de la cimentación no será superior a 0,01.
- El coeficiente de compresibilidad del terreno, (kg/cm3).

El fabricante, siguiendo el método Sulzberger, presenta unas tablas de cálculo con las cimentaciones a adoptar, según la altura de cada apoyo y el coeficiente de compresibilidad del terreno. Las cimentaciones serán monobloque.

Los valores de las cimentaciones indicadas correspondes a las mínimas recomendadas por FAMMSA para cada esfuerzo. Se ha aplicado un coeficiente de compresibilidad medio del terreno de 12 kg/cm^3 a 2 m bajo la superficie.

	Altura (Hauteur) [Height] (m.)	Hc (m.)	a (m.)	d (m.)
C-3000	10,00	2,30	0,90	0,20
	12,00	2,35	1,00	0,20
	14,00	2,40	1,10	0,20
	16,00	2,40	1,20	0,20
	18,00	2,45	1,30	0,20
	20,00	2,50	1,35	0,20
	22,00	2,50	1,45	0,20
	24,00	2,60	1,55	0,20
	26,00	2,60	1,65	0,20
	28,00	2,65	1,75	0,20
	30,00	2,65	1,8	0,20
C-4500	10,00	2,65	0,95	0,20
	12,00	2,75	1,05	0,20
	14,00	2,85	1,15	0,20
	16,00	2,90	1,25	0,20
	18,00	2,95	1,35	0,20
	20,00	3,00	1,45	0,20
	22,00	3,05	1,55	0,20
	24,00	3,10	1,65	0,20
	26,00	3,15	1,75	0,20
	28,00	3,15	1,85	0,20
	30,00	3,20	1,95	0,20

Nº Apoyo	APOYO ADOPTADO	CIMENTACION (Hc-a-d)
1	C-4500-12-B1	2,75-1,05-0,20

Se tienen en cuenta estas medidas a fin de los movimientos de tierra a realizar.

7.5.1 Movimiento de tierras

Para poder realizar la cimentación para los apoyos será necesario retirar cierto volumen de suelo.

Teniendo en cuenta la cimentación a utilizar en las bases de los apoyos se prevé que será necesario retirar un total de 2,777 m³ de tierra para colocar las cimentaciones planteadas según se calcula por las medidas de dicha cimentación:

$$Vol.apoyo\ 1 = (2{,}75\ x\ 1{,}05\ x\ 0{,}2) = 0{,}57\ m^3$$

$$Vol.total = 0{,}57\ m^3$$

7.6 Cadenas de aisladores

En este capítulo se indican los niveles de aislamiento mínimo correspondientes a la tensión más elevada para el material de la línea, 17,5 kV, así como los elementos que integran las cadenas de aisladores de la línea de evacuación.

Se establecen dos niveles (Nivel I - Ligero y Nivel II - Medio) en lo que afecta al entorno en que han de instalarse los aisladores.

Con los aisladores seleccionados en el presente proyecto, se cumplen en ambos casos con los niveles de aislamientos exigidos en la tabla 12 de la ITC-LAT 07. De 70 kV y 170 kV, correspondientes a la tensión soportada de corta duración a frecuencia industrial y tensión soportada a impulsos tipo rayo, respectivamente.
Según lo indicado por la compañía distribuidora, se harán uso de aisladores compuestos, cuyas características cumplen la norma UNE-EN 62217, la selección de su línea de fuga se realizará según las especificaciones establecidas en la norma NI 48.08.01.

Nivel de contaminación	Ejemplos de entornos típicos	Línea de fuga específica nominal mínima mm/kV(1)
I Ligero	- Zonas sin industrias y con baja densidad de viviendas equipadas con calefacción. - Zonas con baja densidad de industrias o viviendas, pero sometidas a viento o lluvias frecuentes. - Zonas agrícolas(2) - Zonas montañosas - Todas estas zonas están situadas al menos de 10 km a 20 km del mar y no están expuestas a vientos directos desde el mar(3)	16,0
II Medio	- Zona con industrias que no producen humo especialmente contaminante y/o con densidad media de viviendas equipadas con calefacción. - Zonas con elevada densidad de viviendas y/o industrias pero sujetas a vientos frecuentes y/o lluvia. - Zonas expuestas a vientos desde el mar, pero no muy próximas a la costa (al menos distantes bastantes kilómetros(3).	20,0

7.6.1 Niveles de aislamiento, para zonas de nivel de polución ligero (I)

Se emplearán aisladores compuestos según norma NI 48.08.01, cuyas características son:

Aislador compuesto U70 AB 30

Material	Compuesto
Carga de rotura	7.000 daN
Longitud total	480 mm
Masa aproximada	2,0 kg
Línea de fuga	720 mm
Tensión de contorneo bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto	95 kV eficaces
Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta	215 kV

7.6.2 Niveles de aislamiento, para zonas de nivel de polución medio (II)

Se emplearán aisladores compuestos según norma NI 48.08.01, cuyas características son:

Aislador compuesto U70 AB 30 P

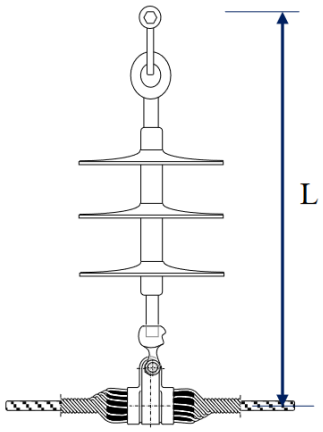
Material	Compuesto
Carga de rotura	7.000 daN
Longitud total	480 mm
Masa aproximada	2,5 kg
Línea de fuga	1120 mm
Tensión de contorneo bajo lluvia a 50 Hz durante un minuto	95 kV eficaces
Tensión a impulso tipo rayo, valor cresta	215 kV

7.6.3 Formación de cadenas

En las siguientes figuras se indican la formación de cadenas.

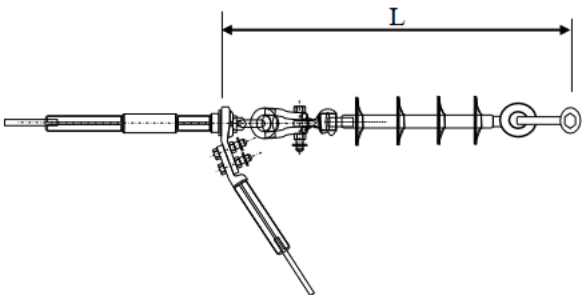
NIVEL DE POLUCION LIGERO (I)		NIVEL DE POLUCION MEDIO (II)	
Suspensión normal y reforzada			
Und	Denominación	Und	Denominación
1	Grillete recto GN 16	1	Grillete recto GN 16
1	Aislador compuesto U70 AB 30	1	Aislador compuesto U70 AB 30 P
1	Alojamiento de rotula R16/17	1	Alojamiento de rotula R16/17
1	Grapa de suspensión armada GSA 180	1	Grapa de suspensión armada GSA 180
L≈680 mm			

A continuación, se muestra la cadena de suspensión normal y reforzada, para niveles de polución I y II



NIVEL DE POLUCION LIGERO (I)		NIVEL DE POLUCION MEDIO (II)	
Amarre			
Und	Denominación	Und	Denominación
1	Grillete recto GN 16	1	Grillete recto GN 16
1	Aislador compuesto U70 AB 30	1	Aislador compuesto U70 AB 30 P
1	Alojamiento de rotula R16/17	1	Alojamiento de rotula R16/17
1	Grapa de amarre a compresión GAC-LA 180	1	Grapa de suspensión armada GAC-LA-180
L≈800 mm			

A continuación, se muestra las cadenas de amarre para niveles de polución I y II.



7.7 Cálculo puesta a tierra apoyos

Para el diseño de la puesta a tierra de los apoyos para la línea de evacuación de la IFV "ASPARRENA" se tomó como referencia el manual técnico MT 2.22.05 de la compañía eléctrica distribuidora I.-DE Redes Eléctricas Inteligentes.

Datos de la red de distribución

- Tensión nominal: $U_n = 30\ kV$
- Intensidad máxima de falta a tierra: $I_{1F} = 9000\ A$
- Resistividad del terreno: ρ =250Ω
- Características de actuación de las protecciones: $I'_{1F} \cdot t = 2200\ A$

A continuación, se plantea las dos posibles soluciones para el planteamiento de la puesta a tierra de los apoyos, dependiendo si es clasificado como frecuentado o no.

Solución:

a) **Apoyo frecuentado**

Se elige un electrodo CPT-LA-1-5+8P2

$$K_r = 0{,}0708\ \frac{\Omega}{\Omega \cdot \mathrm{m}}$$

- Resistencia de tierra

$$R_t = K_r \cdot \rho = 0{,}0708 \cdot 250 = 17{,}7\ \Omega$$

- Reactancia equivalente de la subestación es:

$$X_{LTH} = 2{,}117$$

- Cálculo de la intensidad de la corriente de puesta a tierra en el apoyo:

$$I'_{1F} = \frac{1{,}1U_n}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{X_{LTH}^2 + R_t^2}} = \frac{1{,}1\cdot 30000}{\sqrt{3}\cdot\sqrt{2{,}117^2 + 17{,}7^2}} = 1068{,}79\ A$$

- Cumplimiento con la tensión de contacto (empleo de medidas adicionales).

Con objeto de que la tensión de contacto sea cero, se emplaza una acera perimetral de hormigón de serie HM-20B20, equivalente a una resistencia característica mínima de 200 daN/cm2, a 1,2 m de la cimentación del apoyo. Embebido en el interior de dicho hormigón se instalará un mallado electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior a 0,3 x 0,3 m, a una profundidad de al menos 0,1 m. Este mallado se conectará a un punto a la puesta a tierra del apoyo.

- Determinación de la tensión de paso máxima que aparece en la instalación, en caso de adoptar la medida adicional.
  - Apoyo frecuentado, con dos pies en el terreno:

$$K_{p1} = 0{,}0091\ \frac{V}{\mathrm{A}\cdot(\Omega\cdot\mathrm{m})}$$

$$U'_{p1} = K_{p1}\cdot\ \rho\cdot I'_{1F} = 0{,}0091\cdot 250\cdot 1068{,}79 = 2431{,}49\ V$$

  - Apoyo frecuentado, con dos pies en el terreno:

$$K_{p2} = 0{,}0209\ \frac{V}{\mathrm{A}\cdot(\Omega\cdot\mathrm{m})}$$

$$U'_{p2} = K_{p2}\cdot\ \rho\cdot I'_{1F} = 0{,}0209\cdot 250\cdot 1068{,}79 = 5584{,}42\ V$$

- Determinación de la duración de la corriente de falta (tiempo de actuación de las protecciones que garantiza el cumplimiento de la tensión de paso)
  - Apoyo frecuentado, con dos pies en el terreno:

$$U'_{pa1} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 6\rho_S}{Z_b}} = \frac{2431{,}49}{1 + \frac{2\cdot 2000 + 6\cdot 250}{1000}} = 374{,}07\ V$$

  - Apoyo frecuentado, con un pie en la acera y otro en el terreno:

$$U'_{pa2} = \frac{U'_{p1}}{1 + \frac{2R_{a1} + 3\rho_S + 3^*_{\rho s}}{Z_b}} = \frac{2431{,}49}{1 + \frac{2\cdot 2000 + 3\cdot 250 + 3\cdot 3000}{1000}} = 164{,}84\ V$$

El tiempo de actuación de la protección es:

$$t = \frac{2200}{I'_{1F}} = 2{,}058\ s$$

Según el RCE, el valor de la tensión de paso aplicada máxima admisible no será superior a:

$$U_{pa.adm} = \ 10\cdot\frac{K}{t^n}$$

Siendo K=78,5 y n=0,18 para tiempos superiores a 0,9 segundos e inferiores a 3 segundos.

En este caso:

$$U_{pa.adm} = 10 \cdot \frac{78,5}{2,058^{0,18}} = 689,36\ V$$

Como $U'_{pa1} = 374,07\ V < 689,36\ V$ y $U'_{pa2} = 164,84 < 689,36\ V$ el electrodo considerado, CPT-LA-1-5+8P2, cumple con el requisito reglamentario. Además, el electrodo seleccionado presenta una resistencia de valor, $R_t = 17,27\ \Omega$.

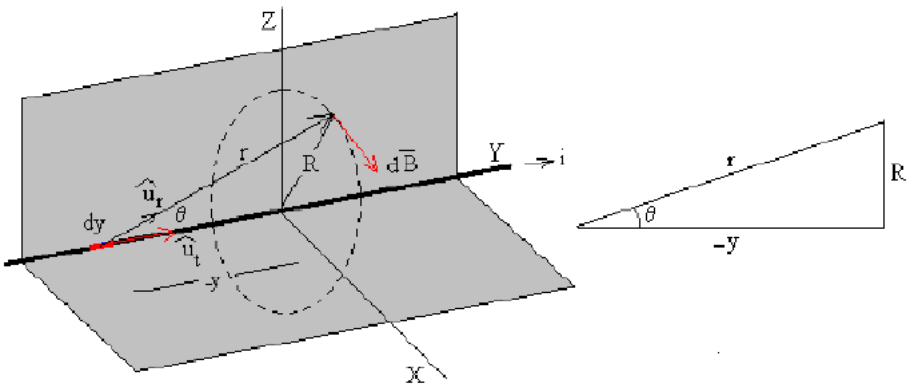
8. ESTUDIO DE CAMPOS MAGNÉTICOS

Los campos electromagnéticos, son aquellos campos generados por el paso de una corriente eléctrica a través de un material conductor. Las ecuaciones de Biot y Savart, permiten analizar el campo que produce una corriente eléctrica:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{4\pi} \oint \frac{u_t \cdot u_r}{r^2} dl$$

- B: Es el vector de campo magnético en un punto P del espacio
- u_t: Es un vector unitario cuya dirección es tangente al circuito que nos indica el sentido de la corriente en la posición donde se encuentra el elemento dl.
- u_r: Es un vector unitario que señala la posición del punto P respecto del elemento de corriente $\frac{\mu_0}{4\pi} = 10^{-7}$ en el sistema internacional de unidades

Para el cálculo del campo electromagnético generado por un conductor rectilíneo indefinido por el que circula una corriente i, se puede establecer de la siguiente manera:



El campo magnético B, producido en el punto P, tiene una dirección que es perpendicular al plano formado por la corriente rectilínea y el propio punto.

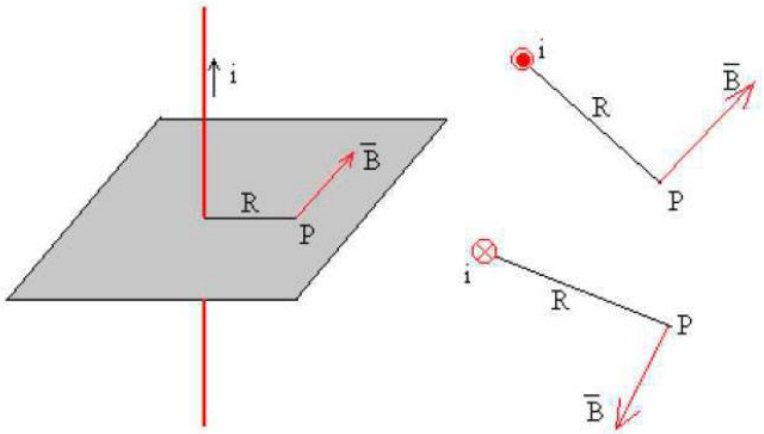
Integrado la ecuación de Biot y Savart:

$$B = \frac{\mu_0 \cdot i}{4\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \frac{sen\ \theta}{r^2} dy = \frac{\mu_0 \cdot i}{4\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} sen\ \theta\ d\theta = \frac{\mu_o \cdot i}{2 \cdot \pi \cdot R}$$

Se integra sobre la variable θ, expresando las variables x e y en fusión del ángulo θ.

$$R = r \cdot \cos\theta$$

$$R = -y \cdot \tan\theta$$



En la figura, se muestra la dirección y sentido del campo magnético producido por una corriente rectilínea indefinida en el punto P. Cuando se dibuja en un papel, las corrientes perpendiculares al plano del papel y hacia el lector se simbolizan con un punto i en el interior de una pequeña circunferencia, y las corrientes en sentido contrario con una cruz x en el interior de una circunferencia tal como se muestra en la parte derecha de la figura.

La dirección del campo magnético se dibuja perpendicular al plano determinado por la corriente rectilínea y el punto, y el sentido se determina por la regla del sacacorchos o la denominada de la mano derecha.

8.1 Cálculo del campo magnético generado por líneas

El campo magnético generado por las diferentes corrientes eléctricas dependerá de la intensidad que discurre por los diferentes tipos de cableado.

En el Centro de transformación, se encuentra principalmente las siguientes tipologías de cableado susceptible de generar un campo electromagnético relevante:

- Transformador de potencia
- Cableado de Media Tensión entre las celdas y el transformador.
- Cableado de Baja Tensión entre el transformador y el cuadro de baja tensión.

Para evitar que se generen campos magnéticos en el entorno del cableado situado en las zanjas y en su transición hasta el transformador, todo el cableado, a excepción del cableado de entrada y salida del transformador, discurrirá trenzado de manera que los campos eléctricos generados por cada una de las líneas se anulen entre sí. En el siguiente apartado se justifica el campo magnético generado por el cableado trenzado.

Por lo que respecta a los niveles de campo magnéticos permitidos, según el RD 1066/2001, por el que se establece el Reglamento sobre condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas, Anexo II, apartado 3.1 (cuadro 2), se establece el límite de campo magnético admitido que se calculara como 5/f, siendo f la frecuencia en kHz. De esta manera, el límite de campo es 100µT.

CUADRO 2

Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0 Hz-300 GHz, valores rms imperturbados)

Gama de frecuencia	Intensidad de campo E — (V/m)	Intensidad de campo H — (A/m)	Campo B — (µT)	Densidad de potencia equivalente de onda plana — (W/m^2)
0-1 Hz	—	$3,2 \times 10^4$	4×10^4	
1-8 Hz	10.000	$3,2 \times 10^4/f^2$	$4 \times 10^4/f^2$	
8-25 Hz	10.000	4.000/f	5.000/f	
0,025-0,8 kHz	250/f	4/f	5/f	—
0,8-3 kHz	250/f	5	6,25	—
3-150 kHz	87	5	6,25	—
0,15-1 MHz	87	0,73/f	0,92/f	—
1-10 MHz	$87/f^{1/2}$	0,73/f	0,92/f	—
10-400 MHz	28	0,73/f	0,092	2
400-2.000 MHz	$1,375\ f^{1/2}$	$0,0037\ f^{1/2}$	$0,0046\ f^{1/2}$	f/200
2-300 GHz	61	0,16	0,20	10

Ilustración 31: Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos (0hz-300Ghz)

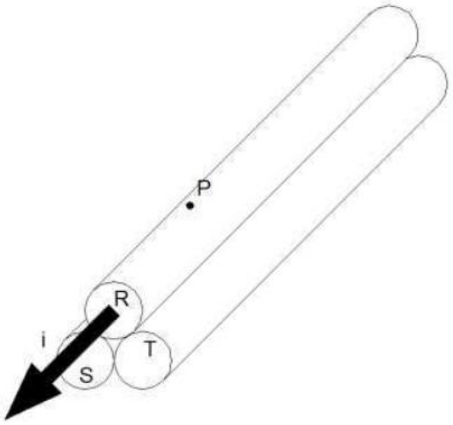
8.1.1 Campo magnético generado por el cableado de BT

En este apartado, se justifica el campo magnético creado por un conjunto de conductores en BT que parten del inversor y acometen el transformador.

Para simplificar el cálculo, se considerará el caso desfavorable de conductores rectilíneos indefinidos en el cableado de Baja Tensión discurriendo a la corriente máxima de salida del inversor del centro.

En el caso que nos ocupa, la corriente máxima de salida en BT a 600V de cada conjunto de inversores SG125HV es de 960A. La intensidad máxima admisible de los conductores de BT de salida del inversor de 240m2 de sección es 346A (tubo y enterrado). Por lo tanto, se necesitarán 3 conductores por fase resultando una corriente máxima por conductor de: 960/3=320A.

Se considera que la envolvente del cable unipolar de 240mm2 tiene un diámetro exterior de 24,2 mm.



El campo magnético generado en el Punto P será consecuencia del sumatoria de campos magnéticos generados por cada una de las fases del cableado:

$$B_p = \sum B_{P,i} = B_{P,R} + B_{P,S} + B_{P,T}$$

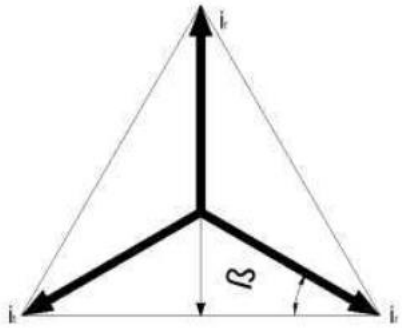
Suponiendo que las corrientes están concentradas en el centro del cableado, para cada fase se tiene:

$$B_{P,R} = \mu \frac{i_R}{2\pi d}$$

$$B_{P,S} = \mu \frac{i_S}{2\pi d}$$

$$B_{P,T} = \mu \frac{i_T}{2\pi d}$$

Teniendo en cuenta que las intensidades se encuentran desfasadas y pertenecen a un circuito trifásico equilibrado, se tiene que:



Por lo que teniendo en cuenta que $\beta = 30º$

$$i_s = i_t = -i \cdot sen\ 30 = \frac{-i_r}{2}$$

Si formulamos entonces la expresión del campo magnético generado por cada fase, y aplicando las relaciones obtenidas entre las corrientes de las fases, logramos establecer las relaciones:

$$B_T = \frac{2 \cdot 10^2 \cdot i_R}{D_{PR}} [\mu T]$$

$$B_T = \frac{2 \cdot 10^2 \cdot i_S}{D_{PS}} [\mu T] = -\frac{10^2 \cdot i_S}{D_{PS}} [\mu T]$$

$$B_T = \frac{2 \cdot 10^2 \cdot i_T}{D_{PT}} [\mu T] = -\frac{10^2 \cdot i_T}{D_{PT}} [\mu T]$$

Fruto de estas expresiones, observamos la relación que existe entre los campos magnéticos generados por las tres fases, que puede consumarse en la expresión del campo magnético total generado en un punto "P" a una distancia "D" distinta para cada fase debido a la existencia de separaciones físicas entre ellas.

$$B_{TOTAL} = B_R + B_S + B_T = \frac{2 \cdot 10^2 \cdot i_R}{D_{PR}} - \frac{10^2 \cdot i_S}{D_{PR}} - \frac{10^2 \cdot i_T}{D_{PT}}$$

Por otro lado, hay que tener en cuenta que las ternas de conductores se encuentran albergadas en el interior de una canalización en el tramo que circula desde el inversor hasta el transformador.

Si consideramos que el alojamiento de los cables tiene una profundidad de 10 cm, y la altura de la terna es de 4,2 cm, existe una distancia "d" entre el centro de cada fase de cada terna al punto de medición "P". En el caso que nos ocupa,

para la ubicación dada, el punto P está considerado a 35,8cm de la parte alta de las ternas o a 40cm de la parte inferior de las mismas.

Con todo ello, se obtiene los siguientes resultados:

Nº TERNA	FASE	DISTANCIA "D" AL PUNTO "P" (Amm)	B (μT)
T1	R	370,17	285,97
	S	399,13	-132,61
	T	392,29	-134,92
Campo magnético total			18,44

Por lo que se obtiene que el campo magnético total es menor de los 100 μT, límite fijado por el Real Decreto 1066/2001 de 28 de septiembre, por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.

En general, las instalaciones eléctricas funcionan a baja frecuencia (50 Hz), situándose la emisión de campos electromagnéticos dentro de los límites establecidos.

8.1.2 Campo magnético generado por línea aérea de MT

Según lo indicado en el MT 2.21.66, el campo magnético producido por los conductores de la línea, para las distintas configuraciones empleadas viene indicado en el informe "Campos eléctricos y magnéticos provocados por LLAA de distribución eléctrica", donde se puede comprobar su valor que es muy inferior al límite especificado de 100 µ T, según RD 1066/2001 de 28 de septiembre.

8.2 Campo magnético generado por transformadores

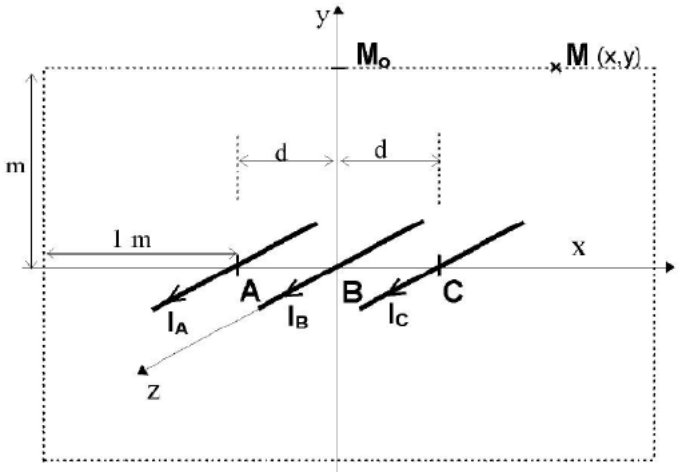
Los transformadores de potencia son otros de los elementos presentes en la instalación del parque solar cuya función es la de convertir la tensión de un nivel a otro empleando sus arrollamientos para cada nivel de tensión y un núcleo ferromagnético para reconducir el flujo magnético al destino deseado.

El presente apartado describe el procedimiento de cálculo que se ha tenido en cuenta para los transformadores de potencia, en relación con las conexiones a las bornas de alta y baja tensión del transformador.

8.2.1 Cálculo del campo magnético generado en bornas AT y BT

A la hora de situar un punto de medida encima de la superficie ocupada por un transformador, se ha se ha establecido que el plano que recoge a los puntos de medida está localizado a una altura de un metro de separación de las bornas de conexión más altas.

Para comenzar con el cálculo hemos de establecer tres barras separadas entre sí una distancia "d", perpendiculares a un plano, en este caso el "xy", creando un rectángulo de un metro alrededor de las tres barras de tal manera que cualquier punto de medida está contenido en él.



$$\frac{B_{Tot}}{2\cdot 10^{-7}\cdot I}=\left[\left(\frac{y\cdot sen(wt-2\pi/3)}{(x+d)^2+y^2}+\frac{y\cdot sen(wt)}{x^2+y^2}+\frac{y\cdot sen(wt+2\pi/3)}{(x-d)^2+y^2}\right)^2+\left(\frac{(x+d)\cdot sen(wt-2\pi/3)}{(x+d)^2+y^2}+\frac{x\cdot sen(wt)}{x^2+y^2}+\frac{(x-d)\cdot sen(wt+2\pi/3)}{(x-d)^2+y^2}\right)^2\right]^{1/2}\ [T]$$

Donde:

- x,y = Valor de las coordenadas del punto M [m]
- w = Frecuencia de la red [rad/s]
- t = Tiempo [s]
- I= Valor eficaz de la corriente que circula por cada barra [A]
- d= Distancia entre barras [m]

Sin embargo, considerando todo el conjunto de puntos perteneciente al rectángulo y barras con longitud infinita, obtiene una expresión en el punto M0 de la anterior imagen mucho más manejable:

$$B_{Tot-Maz} = 2 \cdot 10^{-7} \cdot I \cdot \left(\frac{\sqrt{3} \cdot d}{1 + d^2} \right) [T]$$

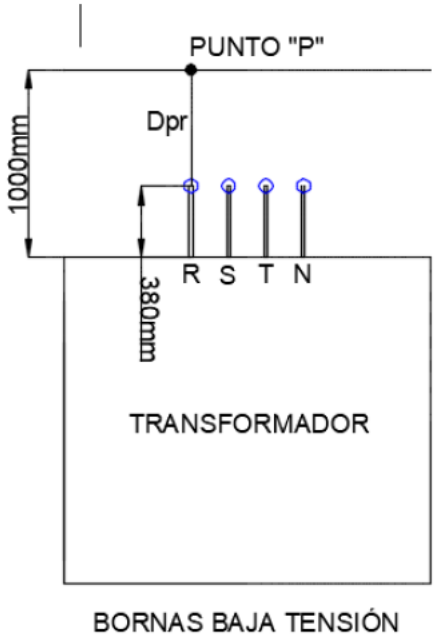
Aunque la metodología descrita es perfectamente válida para esta situación, con objeto de aplicar un método compacto para los cálculos, se ha empleado la función descrita con anterioridad para el cálculo del campo magnético creado por el cableado (BT y MT)

A continuación, se muestran los cálculos relativos a las bornas de conexión de alta tensión y a las de baja tensión, siendo estas últimas las que acarrean una corriente mayor, que generarán un mayor campo magnético.

Campo Magnético creado las bornas de BT

La acometida de los conductores de BT a las bornas del transformador se ha realizado por medio de 4 conductores de 300mm2 por fase, para simplificar el cálculo, se ha considerado un solo conductor que transporta toda la corriente, en este caso, 960 A.

El punto de medición "P", tal y como se ha descrito en apartados anteriores, se ha fijado en un plano superior al transformador situado a 1 metro de altura por encima del mismo tal y como se muestra en la siguiente imagen.



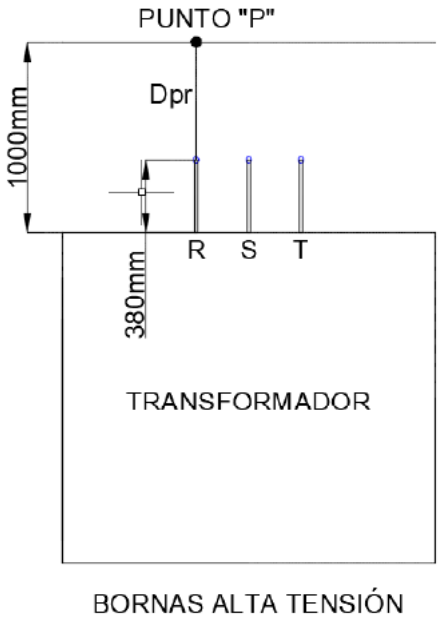
Sustituyendo los valores en la expresión utilizada para el cálculo del campo magnético creado por las bornas (conductores) de BT, se obtiene los siguientes resultados:

BORNAS	FASE	DISTANCIA "D" AL PUNTO "P" (mm)	B (μT)
BT	R	620	682,96
	S	651,4	-325,02
	T	737,8	-286,96
	N	862,9	0
Campo magnético total			70,98

Campo Magnético creado las bornas de MT

La salida de los conductores de MT de las bornas del transformador se ha realizado por medio de 1 conductor de 150mm2 por fase, por el cual circulan un total de 67,55 A.

El punto de medición "P", tal y como se ha descrito en apartados anteriores, se ha fijado en un plano superior al transformador situado a 1 metro de altura por encima del mismo tal y como se muestra en la siguiente imagen.



Sustituyendo los valores en la expresión utilizada para el cálculo del campo magnético creado por las bornas (conductores) de BT, se obtienen los siguientes resultados:

BORNAS	FASE	DISTANCIA "D" AL PUNTO "P" (mm)	B (μT)
BT	R	620	682,96
	S	678,2	-325,02
	T	737,8	-286,96
	N	862,9	0
Campo magnético total			70,98

8.2.2 Campos Magnéticos en la proximidad de instalaciones de alta tensión

De acuerdo con el apartado 4.7 de la ITC-RAT 14 del RD 337/2014, se debe comprobar que no se supera el valor establecido en el Real Decreto 1066/2001, de 28 de septiembre.

Mediante ensayo tipo se comprueba que los centros de transformación de Ormazabal, especificados en este proyecto, no superan los siguientes valores del campo magnético a 200 mm del exterior del centro de transformación, según el Real Decreto 1066/2001:

- Inferior a 100 μT para el publico en general
- Inferior a 500 μT para los trabajadores (medido a 200 m de la zona de operación)

Dicho ensayo tipo se realiza de acuerdo con el Technical Report IEC/TR 62271-208, indicado en la norma de obligado cumplimiento UNE-EN 62271-202 como método válido de ensayo para la evaluación de campos electromagnéticos en centros de transformación prefabricados de alta/baja tensión.

Al objeto de limitar en el exterior de las instalaciones de alta tensión los campos magnéticos creados en el exterior por la circulación de corrientes de 50 Hz en los diferentes elementos de las instalaciones, se tomarán las siguientes medidas:

- Los conductores trifásicos se dispondrán lo más cerca posible uno del otro, preferentemente juntos y al tresbolillo.
- En el caso en el que las interconexiones de baja tensión del transformador se ejecuten con varios cables por fase, se agruparán las diferentes fases en grupos RSTN. No se llevarán por tanto conductores de la misma fase en paralelo.

Cuando los centros de transformación se encuentren ubicados en edificios habitables, o anexos a los mismos, se observarán las siguientes condiciones de diseño:

a) Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta tensión se efectúan por el suelo y adoptan la disposición en triángulo y formando ternas.
b) La red de baja tensión se diseña igualmente con el criterio anterior.
c) Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posibles y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
d) No se ubicarán cuadros de baja tensión sobre paredes medianeras con locales habitables y se procurará que el lado de conexión de baja tensión del transformador quede lo más alejado lo más posible de estos locales.

9. CÁLCULOS ENERGÉTICOS

Para la realización de los cálculos energéticos, denominaremos ASPARRENA I a la parte de abajo de nuestra implantación y ASPARRENA II a la parte de arriba de la misma, de tal forma que se presenten dos PV System por separado:



Version 7.2.0

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: ASPARRENA I

Variant: Nueva variante de simulación

Sheds on ground

System power: 1292 kWp

Ametzaga Asparrena - Spain

Author

Project: ASPARRENA I

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.0
VC0, Simulation date:
20/11/23 11:01
with v7.2.0

Project summary

Geographical Site		Situation		Project settings	
Ametzaga Asparrena		Latitude	42.88 °N	Albedo	0.20
Spain		Longitude	-2.32 °W		
		Altitude	587 m		
		Time zone	UTC+1		

Meteo data
Ametzaga Asparrena
PVGIS api TMY

System summary

Grid-Connected System — **Sheds on ground**

PV Field Orientation		Near Shadings	User's needs
Fixed plane		Linear shadings	Unlimited load (grid)
Tilt/Azimuth	30 / 0 °		

System information

PV Array		Inverters	
Nb. of modules	1846 units	Nb. of units	9 units
Pnom total	1294 kWp	Pnom total	1125 kWac
		Pnom ratio	1.150

Results summary

Produced Energy	1700 MWh/year	Specific production	1314 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	82.26 %

Table of contents

Project and results summary 2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses 3
Near shading definition - Iso-shadings diagram 5
Main results 6
Loss diagram 7
Special graphs 8



Project: ASPARRENA I

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.0
VC0, Simulation date:
20/11/23 11:01
with v7.2.0

General parameters

Grid-Connected System

Sheds on ground

PV Field Orientation

Orientation		**Sheds configuration**		**Models used**	
Fixed plane		Nb. of sheds	60 units	Transposition	Perez
Tilt/Azimuth	30 / 0 °	**Sizes**		Diffuse	Imported
		Sheds spacing	9.60 m	Circumsolar	separate
		Collector width	4.79 m		
		Ground Cov. Ratio (GCR)	49.9 %		
		Shading limit angle			
		Limit profile angle	23.7 °		

Horizon	**Near Shadings**	**User's needs**
Free Horizon	Linear shadings	Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module		**Inverter**	
Manufacturer	CSI Solar Co., Ltd.	Manufacturer	Sungrow
Model	CS7N-700TB-AG 1500V	Model	SG125-HV
(Custom parameters definition)		(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	700 Wp	Unit Nom. Power	125 kWac
Number of PV modules	1846 units	Number of inverters	9 units
Nominal (STC)	1294 kWp	Total power	1125 kWac
Modules	66 Strings x 28 In series	Operating voltage	860-1450 V
At operating cond. (50°C)		Pnom ratio (DC:AC)	1.15
Pmpp	1201 kWp		
U mpp	1025 V		
I mpp	1171 A		

Total PV power		**Total inverter power**	
Nominal (STC)	1294 kWp	Total power	1125 kWac
Total	1848 modules	Nb. of inverters	9 units
Module area	5741 m²	Pnom ratio	1.15

Array losses

Array Soiling Losses		**Thermal Loss factor**		**DC wiring losses**	
Loss Fraction	3.0 %	Module temperature according to irradiance		Global array res.	14 mΩ
		Uc (const)	30.0 W/m²K	Loss Fraction	1.5 % at STC
		Uv (wind)	0.0 W/m²K/m/s		
LID - Light Induced Degradation		**Module Quality Loss**		**Module mismatch losses**	
Loss Fraction	1.0 %	Loss Fraction	-0.4 %	Loss Fraction	2.0 % at MPP
Strings Mismatch loss					
Loss Fraction	0.1 %				

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

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000

System losses

Unavailability of the system
Time fraction 3.0 %
10.9 days,
3 periods

Auxiliaries loss
Proportionnal to Power 8.0 W/kW
0.0 kW from Power thresh.

AC wiring losses

Inv. output line up to injection point
Inverter voltage 600 Vac tri
Loss Fraction 0.0 % at STC
Inverter: SG125-HV
Wire section (9 Inv.) Copper 9 x 3 x 50 mm²
Average wires length 0 m



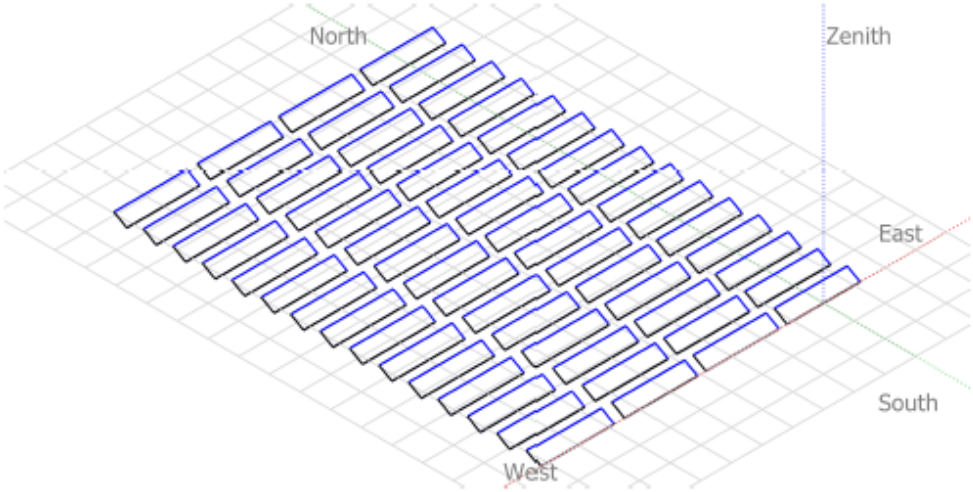
PVsyst V7.2.0
VC0, Simulation date:
20/11/23 11:01
with v7.2.0

Project: ASPARRENA I

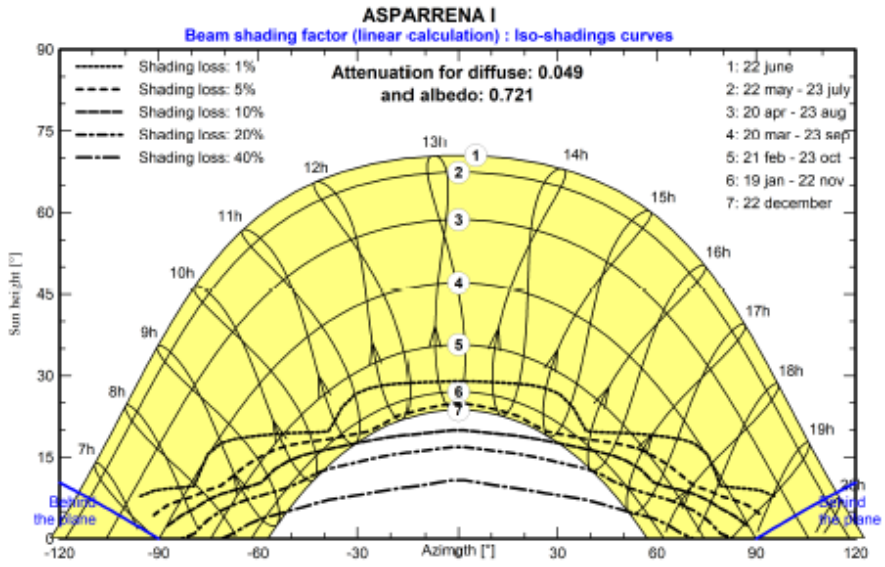
Variant: Nueva variante de simulación

Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



Project: ASPARRENA I

Variant: Nueva variante de simulación

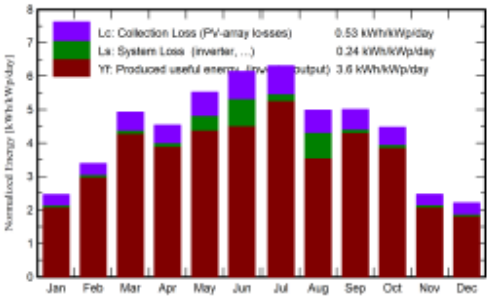
PVsyst V7.2.0
VC0, Simulation date:
20/11/23 11:01
with v7.2.0

Main results

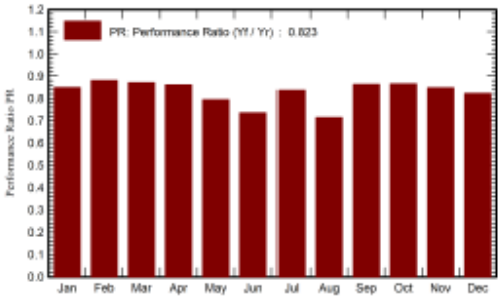
System Production

Produced Energy	1700 MWh/year	Specific production	1314 kWh/kWp/year
		Performance Ratio PR	82.26 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



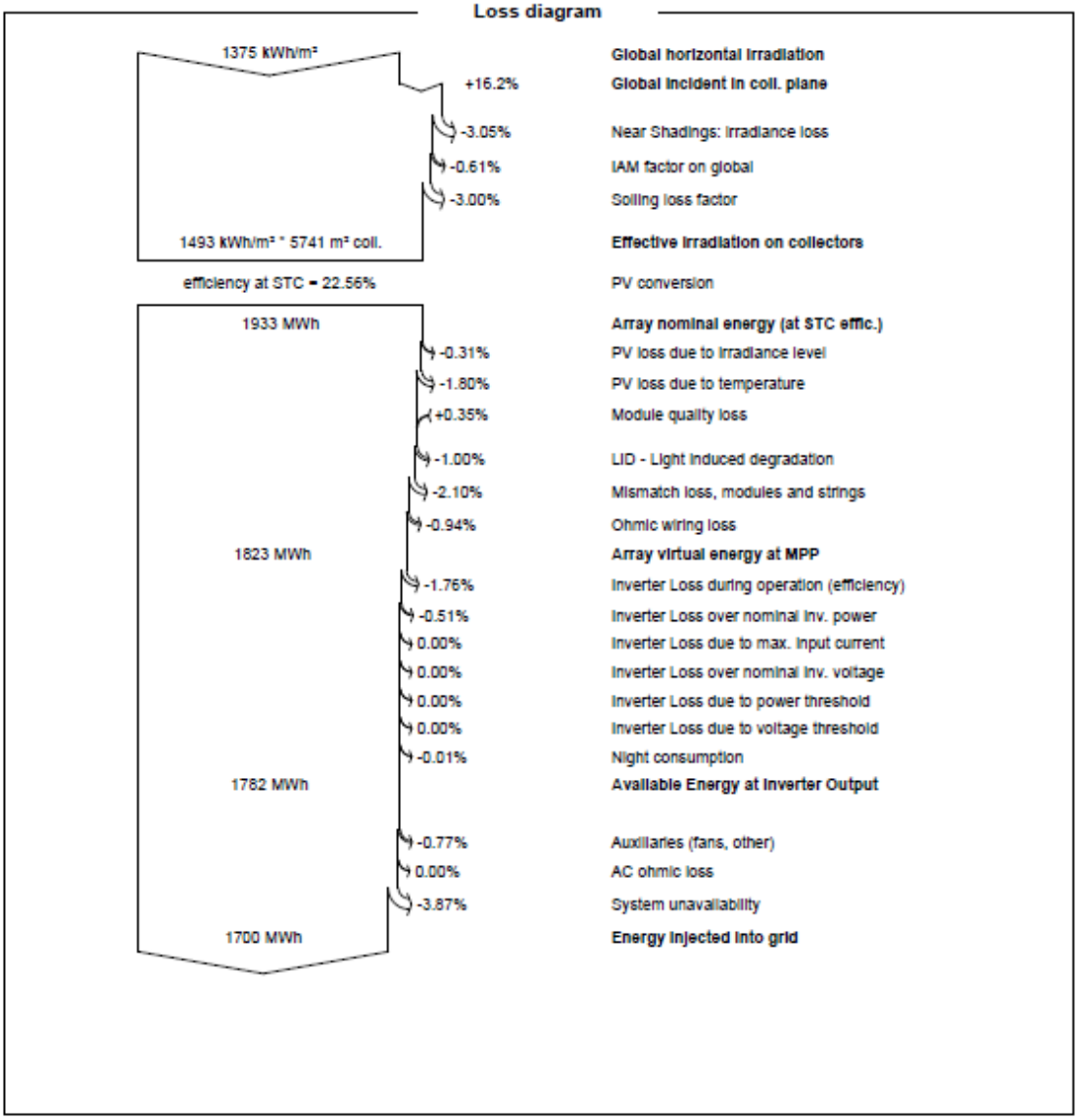
Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	48.0	26.46	4.00	76.2	67.9	86.4	83.8	0.850
February	65.6	31.77	6.25	95.0	88.9	111.1	108.2	0.881
March	119.8	42.62	6.63	152.6	144.7	176.3	172.2	0.872
April	125.9	64.73	10.63	136.1	127.9	155.8	151.7	0.861
May	169.2	70.57	14.08	171.3	161.3	193.9	176.2	0.795
June	190.2	78.63	17.58	184.5	173.6	207.0	175.7	0.736
July	197.5	74.81	17.68	195.6	184.4	219.6	211.8	0.837
August	146.3	64.26	17.03	154.5	145.5	173.7	142.9	0.715
September	125.1	56.44	14.68	150.1	141.8	171.8	167.7	0.864
October	98.6	42.69	15.16	138.7	130.7	159.0	155.2	0.866
November	47.9	26.43	9.58	74.0	66.8	83.8	81.2	0.848
December	40.9	22.41	5.20	68.7	59.5	75.7	73.2	0.823
Year	1374.8	601.83	11.57	1597.3	1492.9	1814.2	1699.7	0.823

Legends

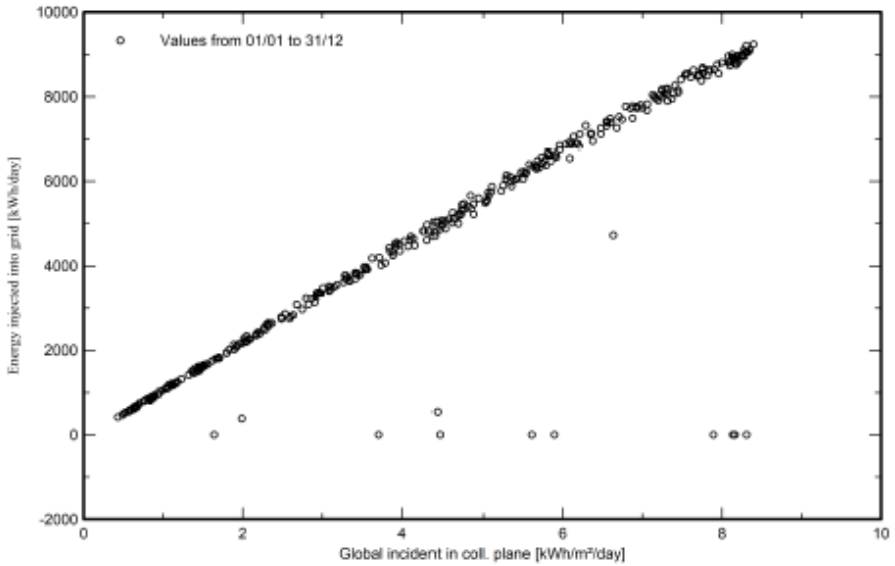
GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

Loss diagram

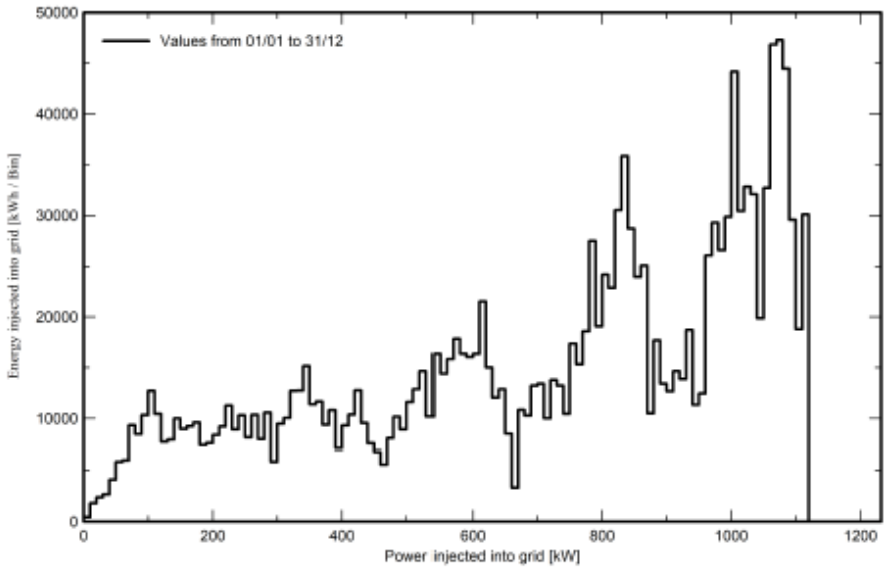


Special graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



IberSun

Version 7.2.0

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: ASPARRENA II

Variant: Nueva variante de simulación

Sheds on ground

System power: 3430 kWp

Albeiz / Albéniz - Spain

Author

Project: ASPARRENA II

Variant: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.2.0
VC0, Simulation date:
20/11/23 11:17
with v7.2.0

Project summary

Geographical Site		Situation		Project settings	
Albeiz / Albéniz		Latitude	42.88 °N	Albedo	0.20
Spain		Longitude	-2.31 °W		
		Altitude	605 m		
		Time zone	UTC+1		

Meteo data
Albeiz / Albéniz
PVGIS api TMY

System summary

Grid-Connected System — **Sheds on ground**

PV Field Orientation		Near Shadings	User's needs
Fixed plane		Linear shadings	Unlimited load (grid)
Tilt/Azimuth	30 / 0 °		

System information

PV Array		Inverters	
Nb. of modules	4900 units	Nb. of units	23 units
Pnom total	3430 kWp	Pnom total	2875 kWac
		Pnom ratio	1.193

Results summary

Produced Energy	4498 MWh/year	Specific production	1311 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	82.09 %

Table of contents

Project and results summary 2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses 3
Near shading definition - Iso-shadings diagram 5
Main results 6
Loss diagram 7
Special graphs 8

General parameters

Grid-Connected System — **Sheds on ground**

PV Field Orientation

Orientation		Sheds configuration		Models used	
Fixed plane		Nb. of sheds	140 units	Transposition	Perez
Tilt/Azimuth	30 / 0 °	Sizes		Diffuse	Imported
		Sheds spacing	9.60 m	Circumsolar	separate
		Collector width	4.79 m		
		Ground Cov. Ratio (GCR)	49.9 %		
		Shading limit angle			
		Limit profile angle	23.7 °		

Horizon
Free Horizon

Near Shadings
Linear shadings

User's needs
Unlimited load (grid)

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer	CSI Solar Co., Ltd.
Model	CS7N-700TB-AG 1500V
(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	700 Wp
Number of PV modules	4900 units
Nominal (STC)	3430 kWp
Modules	175 Strings x 28 In series
At operating cond. (50°C)	
Pmpp	3184 kWp
U mpp	1025 V
I mpp	3105 A

Inverter

Manufacturer	Sungrow
Model	SG125-HV
(Custom parameters definition)	
Unit Nom. Power	125 kWac
Number of inverters	23 units
Total power	2875 kWac
Operating voltage	860-1450 V
Pnom ratio (DC:AC)	1.19

Total PV power

Nominal (STC)	3430 kWp
Total	4900 modules
Module area	15221 m²

Total inverter power

Total power	2875 kWac
Nb. of inverters	23 units
Pnom ratio	1.19

Array losses

Array Soiling Losses
Loss Fraction 3.0 %

Thermal Loss factor
Module temperature according to irradiance
Uc (const) 30.0 W/m²K
Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses
Global array res. 5.4 mΩ
Loss Fraction 1.5 % at STC

LID - Light Induced Degradation
Loss Fraction 1.0 %

Module Quality Loss
Loss Fraction -0.4 %

Module mismatch losses
Loss Fraction 2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss
Loss Fraction 0.1 %

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

20°	40°	60°	65°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	0.990	0.960	0.920	0.840	0.720	0.000

System losses

Unavailability of the system		Auxiliaries loss	
Time fraction	3.0 %	Proportionnal to Power	8.0 W/kW
	10.9 days,	0.0 kW from Power thresh.	
	3 periods		

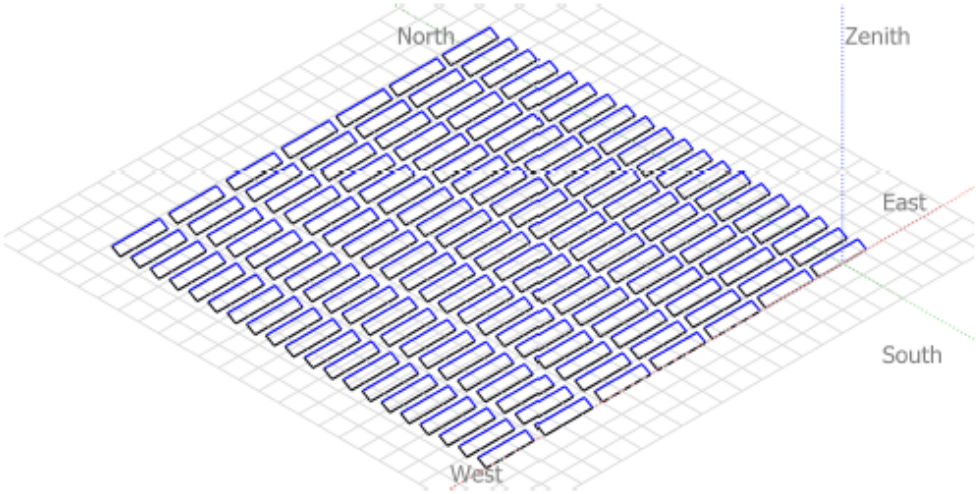
AC wiring losses

Inv. output line up to injection point

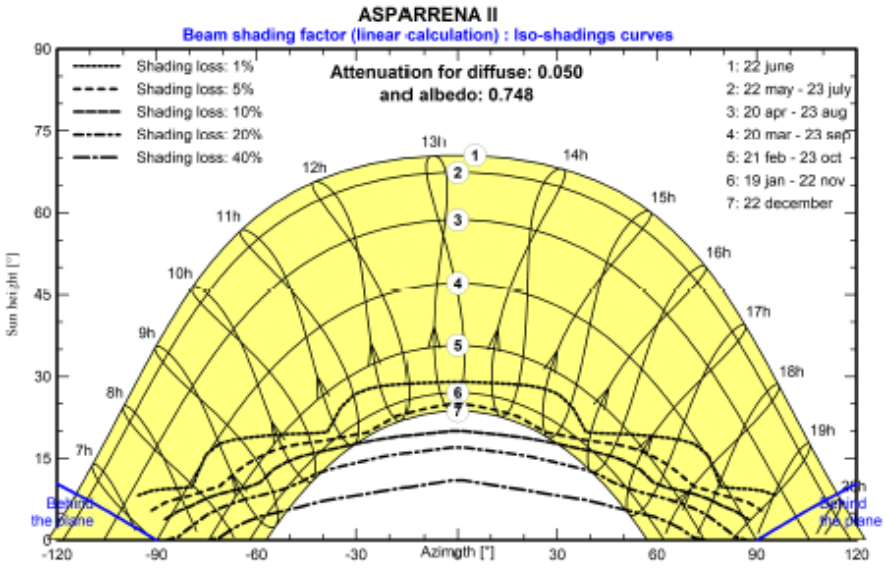
Inverter voltage	600 Vac tri
Loss Fraction	0.0 % at STC
Inverter: SG125-HV	
Wire section (23 Inv.)	Copper 23 x 3 x 50 mm²
Average wires length	0 m

Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene



Iso-shadings diagram



Project: ASPARRENA II

Variant: Nueva variante de simulación

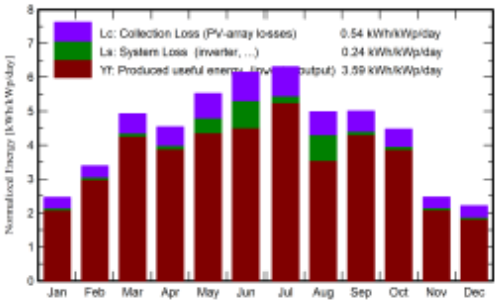
PVsyst V7.2.0
VC0, Simulation date:
20/11/23 11:17
with v7.2.0

Main results

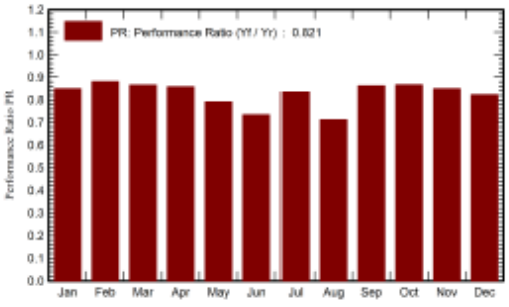
System Production

Produced Energy	4498 MWh/year	Specific production	1311 kWh/kWp/year
		Performance Ratio PR	82.09 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

	GlobHor kWh/m²	DiffHor kWh/m²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m²	GlobEff kWh/m²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR ratio
January	48.0	26.46	3.42	76.2	67.8	229.1	222.2	0.850
February	65.6	31.77	5.52	95.0	88.8	294.7	287.1	0.881
March	119.8	42.62	5.80	152.6	144.6	464.2	453.3	0.866
April	125.9	64.73	9.73	136.1	127.8	411.7	401.0	0.859
May	169.2	70.57	13.19	171.3	161.2	512.0	465.2	0.792
June	190.2	78.63	16.71	184.5	173.5	547.6	464.8	0.734
July	197.5	74.81	16.92	195.7	184.3	580.4	560.0	0.834
August	146.3	64.26	16.25	154.5	145.4	459.3	378.1	0.713
September	125.1	56.44	13.84	150.1	141.7	454.7	444.0	0.862
October	98.6	42.69	14.31	138.7	130.6	422.2	412.3	0.867
November	47.9	26.43	8.79	74.0	66.7	222.4	215.7	0.849
December	40.9	22.41	4.68	68.7	59.4	200.5	194.0	0.823
Year	1374.8	601.83	10.79	1597.5	1491.6	4798.8	4497.7	0.821

Legends

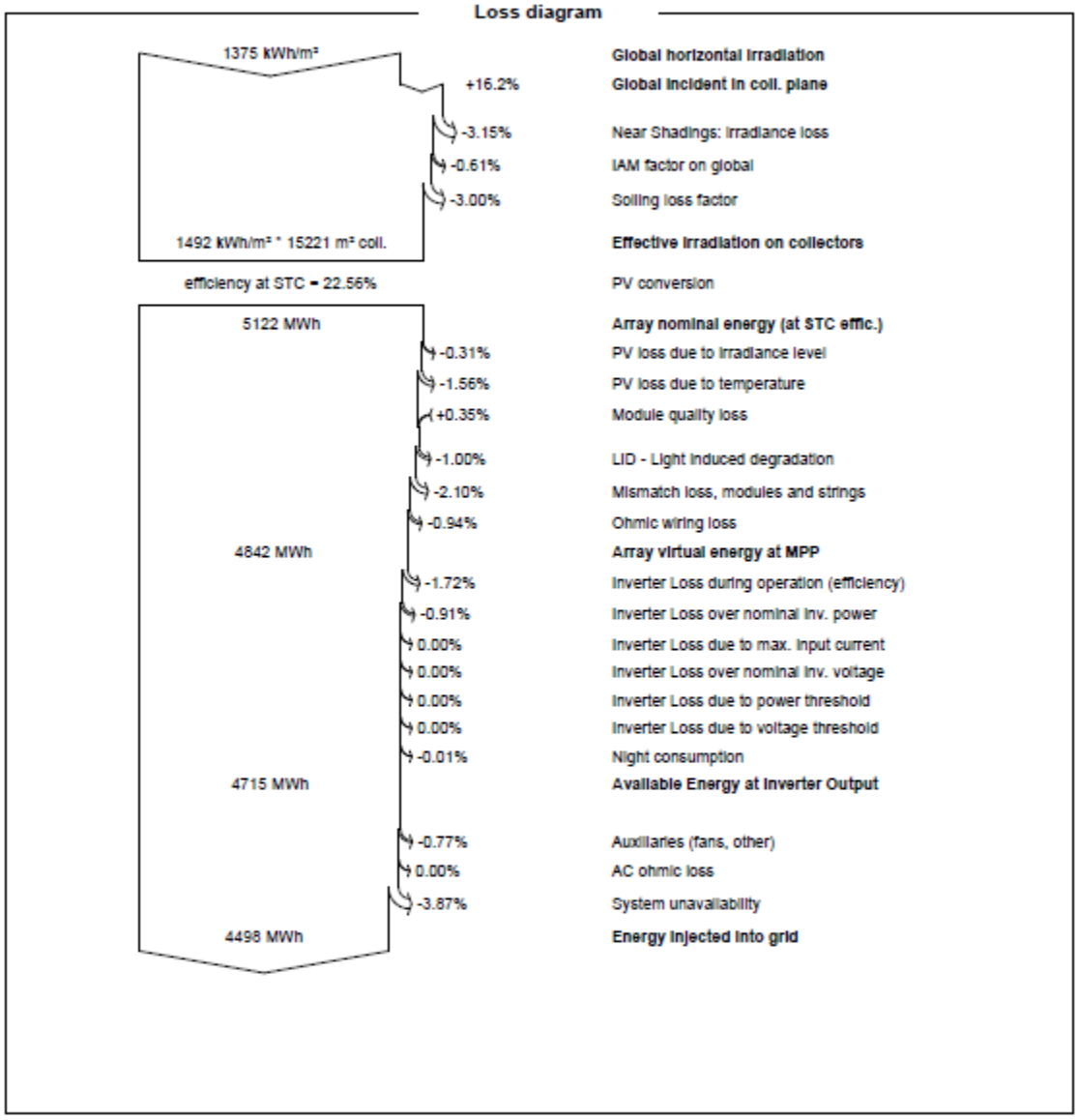
GlobHor	Global horizontal irradiation	EArray	Effective energy at the output of the array
DiffHor	Horizontal diffuse irradiation	E_Grid	Energy injected into grid
T_Amb	Ambient Temperature	PR	Performance Ratio
GlobInc	Global incident in coll. plane		
GlobEff	Effective Global, corr. for IAM and shadings		

Project: ASPARRENA II

Variant: Nueva variante de simulación

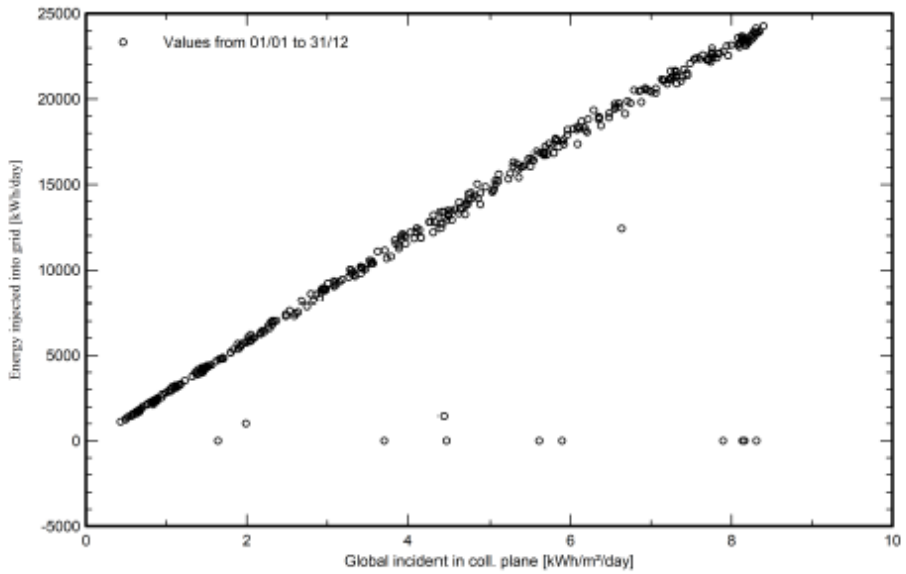
PVsyst V7.2.0
VC0, Simulation date:
20/11/23 11:17
with v7.2.0

Loss diagram

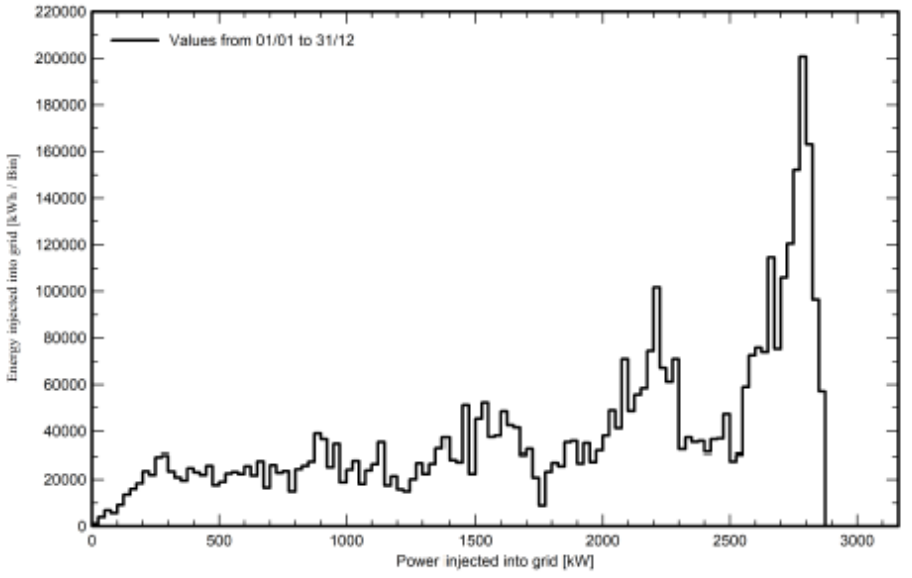


Special graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema



DOCUMENTO Nº3: PRESUPUESTO

IberSun

PRESUPUESTO

CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO TERRENO PLANTA

SUBCAPÍTULO 0101 LIMPIEZA DEL TERRENO

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
01T6690100	**LIMPIEZA Y DESBROCE DE TERRENO CON MEDIOS MECÁNICOS**								
	Limpieza y desbroce de terreno con medios mecánicos. Medida la superficie en verdadera magnitud.	1	54202,43			54202,43	54202,43	0,03 €	1.626,07 €
020301	**COMPACTACION SUPERFICIAL REALIZADA CON PISÓN MECÁNICO**								
	Compactación superficial realizada con pisón mecánico al 95% Proctor en 20 cm de profundidad, incluso p.p. de regado y refino de la superficie final. Medida la superficie en verdadera magnitud.	1 Trafo	22,00			22,00	22,00	0,50 €	11,00 €
	TOTAL, SUBCAPÍTULO 0101 LIMPIEZA DEL TERRENO								**1.637,07 €**

SUBCAPÍTULO 0102 VALLADO PERIMETRAL

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
15WCC0001	**CERRAMIENTO POSTES CADA 3m Y MALLA GALV.**								
	Cerramiento realizado con postes cada 3 m de perfiles tubulares galvanizados de 50 mm de diámetro interior y malla galvanizada de simple torsión con 2,40 m de altura, incluso tirantes, garras y p.p. de cimentación y ayudas de albañilería. Medida la superficie ejecutada.	1	1973,57			1973,57	1973,57	5,09 €	10.045,47 €
01203	**PUERTA DOS HOJAS ABATIBLES MALLA ST 6x2, 35 m**								
	Ud. Puerta de dos hojas abatibles de dimensión total 6x2,35 m. con malla de simple torsión y marco de tubos de acero galvanizado de diámetro 60 mm y 1,5 mm., inlcuidos los dos postes de sujección, tirantas, cerrojo para montaje de candado, y pp de material y piezas auxiliares para su completa instalación. Elaborada en taller, ajuste y montaje en obra.	3				1,00	3,00	601,21 €	1.803,63 €
	TOTAL, SUBCAPÍTULO 0102 VALLADO PERIMETRAL								**11.849,10 €**
	TOTAL, CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO TERRENO PLANTA								**13.486,17 €**

CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL

SUBCAPÍTULO 0201 VIALES INTERNOS

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02301	**COMPACTACION SUPERFICIAL REALIZADA CON PISÓN MECÁNICO**								
	Compactación superficial realizada con pisón mecánico al 95% proctor, en 20 cm de profundidad, incluso p.p. de regado y refino de la superficie final. Medida la superficie en verdadera magnitud. Camino perimetral.	1	1973,57	2,50		4933,93	4933,93	0,50 €	2.466,96 €
020302	**FIRME DE PIEDRA MACHACADA; COMPACRADO CON M. MECANICOS**								
	Firme de piedra machacada de 20 cm de espesor compactado con medios mecánicos, incluso p.p. de extendido. Medida la superficie ejecutada. Camino de acceso	1	45,00	2,50		112,50	112,50	2,60 €	292,50 €
	TOTAL, SUBCAPÍTULO 0201 VIALES INTERNOS								**2.759,46 €**

SUBCAPÍTULO 0202 CANALIZACIONES Y EXCAVACIONES									
CÓDIGO	**RESUMEN**	**UDS**	**LONGITUD**	**ANCHURA**	**ALTURA**	**PARCIALES**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
020201	**CANALIZACION ENTERRADA PARA BT EN CC**								
	ml. Canalización enterrada para Baja Tensión en corriente continua para cableado solar de dimensiones 350x750 mm (ancho x profundo). Excavación a realizar por medios mecánicos incluyendo relleno, capa de arena de limpieza de espesor 750 mm, suministro y colocación de tubo tipo PEAD de diámetro 63mm, cinta señalizadora, capa de arena final y compactación. Incluso retirada de tierra sobrante a vertedero, embocado en arquetas y edificios, pp de albañilería, pequeño material y todo incluido de acuerdo a pliego de condiciones y planos.	1	4655,72			4655,72	4655,72	7,23 €	33.660,86 €
020202	**CANALIZACION ENTERRADA PARA BT EN CA**								
	ml. Canalización enterrada para Baja Tensión en corriente alterna de dimensiones 510x950 mm (ancho x profundo). Excavación a realizar por medios mecánicos incluyendo relleno, capa de arena de limpieza de espesor 950mm, suministro y colocación de tubo tipo PEAD de diámetro 190 mm, cinta señalizadora, capa de arena final y compactación. Incluso retirada de tierra sobrante a vertedero, embocado en arquetas y edificios, pp de albañilería, pequeño material y todo incluido de acuerdo a pliego de condiciones y planos.	1	2655,71			2655,71	2655,71	10,56 €	28.044,30 €
020303	**ARQUETA REGISTRABLE PREF. HM 57x57X70 cm**								
	Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con paredes de 10 cm de espesor y con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 57x57x70 cm., medidas interiores, completa: con tapa y marco de hormigón, con junta de coma perimetral produciendo un cierre hermético, y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/B/32/I de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.	25,00				25,00	25,00	77,34 €	1.933,50 €
20204	**EXC. POZOS TIERRA C. MEDIA, M.MECÁNICOS, PROF. MAX 4m**								
	Excavación, en pozos, de tierras de consistencia media realizada con medios mecánicos hasta una profundidad máxima de 4 m, incluso extracción a los bordes y perfilado de fondos y laterales. Medido el volumen en perfil natural. Arquetas	25,00	0,67	0,67	0,80	0,36	8,98	1,41 €	12,66 €
	TOTAL, SUBCAPÍTULO 0202 CANALIZACIONES Y EXCAVACIONES								**63.651,31 €**

SUBCAPÍTULO 0203 CIMENTACIONES									
CÓDIGO	**RESUMEN**	**UDS**	**LONGITUD**	**ANCHURA**	**ALTURA**	**PARCIALES**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
02031	**CIMENTACION CT y CS**								
	Ud. Realización in situ de cimentación formada por losas de cimentación de hormigón armado HA-25/P/40/IIA, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 40 mm, suministrado y puesta en obra, vertido con grúa, armadura de acero B 400 S con una cuantía de 50 Kg/m3, incluso ferrallado, separadores, vibrado y curado; según instrucción EHE y CTE. Medido el volumén teórico ejecutado.Se incluye excavación, señalización, retirada de tierras sobrantes a vertedero autorizado.	2 CT	10,52	6,36		66,91	81,40 €	155,87 €	12.687,54 €
		1 CS	4,30	3,37		14,49			

20302	HINCADO POSTES SEGUIDOR								
	Ud. Hincado directo. Suministro e instalación de hincas con instalación directa en el terreno mediante hincapostes hasta la profundidad indicada en los ensayos.	1350,00				1350,00	1350,00	17,11 €	23.098,50 €
20303	HORMIGON EN MASA HM-20/P/40/I EN CIMIENTOS								
	Hormigón en masa HM-20/P/40/I, consistencia plástica y tamaño máximo del árido 40 mm, en cimientos, suministrado y puesto en obra, incluso p.p. de vibrado; según instrucción EHE y CTE. Medido el volumen teórico ejecutado.	25,00	0,67	0,67	0,10	0,04	1,12	58,60 €	65,76 €
	TOTAL, SUBCAPÍTULO 0203 CIMENTACIONES								35.851,80 €
	TOTAL, CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL								102.262,58 €

CAPÍTULO 03 INSTALACION FOTOVOLTAICA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
0300	SUMINISTRO Y MONTAJE ESTRUCTURA FIJA								
	Ud. Suministro, transporte, montaje e instalación de estructura de soporte de acero galvanizado tipo seguidor 2V para módulos fotovoltaicos modelo CS7N-665MS o similar. Incluso hincado de pilares soporte de la estructura hasta la profundidad indicada en los ensayos y conexiones atornilladas para componentes estructurales. Medida la cantidad ejecutada.	225,00				225,00	225,00	722,40 €	162.540,00 €
302	MÓDULO FOTOVOLTAICO DE POTENCIA 665 Wp								
	Ud. Suministro, transporte, montaje e instalación de módulo fotovoltaico de silicio monocristalino con marco de alumino de 665 Wp modelo CS7N-665MS o similar con dimensiones 2384x1303 mm, con una garantía por parte del fabricante de 25 años. Incluso colocación, montaje, conexionado y p.p. de pequeño material. Totalmente instalado y funcionando.	6737,00				6737,00	6737,00	98,52 €	663.729,24 €
303	STRING BOX HASTA 12 ENTRADAS								
	Ud. String box con capacidad hasta para 12 string, tipo Sunbox PVS-12MH-BD o similar, sin monitorización con protección de fusible de entrada para strings, seccionador de corte en carga manual con intensidad de 400A y protección mediante fusibles NH3 para la línea de conexión con el inversor además de protección contra sobretensiones tipo 2 para nivel de aislamiento 1500V. Totalmente instalado y funcionando.	32,00				32,00	32,00	579,47 €	18.543,04 €
304	INVERSOR FOTOVOLTAICO CENTRAL 125 kW								
	Ud. Suministro, transporte, montaje e instalación de inversor de conexión a red de 125 kW de potencia nominal modelo Sungrow SG125HV-20 o similar con protección galvánica equivalente, protección contra sobrecargas, cortocircuitos y sobretensiones, conforme a reglamentación vigente.	32,00				32,00	32,00	2.965,70 €	94.902,40 €
	TOTAL CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA								939.714,68 €

IberSun

CAPÍTULO 04 INSTALACION ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
0401	**CABLE SOLAR 1x6mm2 Cu TIPO H1Z2Z2-K**								
	ml. Cable Solar 1x6 mm2 tipo H1Z2Z2-K o similar, de cobre y 1,5 kV, para conexión de los strings y los inversores. Suministro, instalación y conexión incluido terminales, conectores MC4, y pequeño material. Medida la longitud ejecutada.	2	4655,72			4655,72	9311,44	1,27 €	11.825,53 €
0402	**CABLE SOLAR 1x95 mm2 Cu TIPO XZ1-AI**								
	ml. Cable Solar 1x95 mm2 tipo XZ1-AI o similar, de aluminio y 1,5 kV, para conexión de los strings y los inversores. Suministro, instalación y conexión incluido terminales, conectores, y pequeño material. Medida la longitud ejecutada.	2	32,00			32,00	64,00	2,51 €	160,64 €
0403	**CABLE BAJA TENSION 1x240 mm2 AI TIPO XZ1-AI**								
	ml. Cable baja tensión 1x240 mm2 tipo XZ1-AL o similar, de aluminio y 1,5 kV, para conexión de los inversores con los centros de transformación. Suministro, instalación y conexión, incluido terminales de conexión y pequeño material. Medida la longitud ejecutada.	3	2655,71			2655,71	7967,13	3,51 €	27.964,63 €
	TOTAL, CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN								**39.950,80 €**

CAPÍTULO 05 INSTALACION ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
0500	**RED MT ENTERRADA 3x240 mm2 AI 12/20 kV**								
	ml. Red eléctrica de media tensión enterrada, realizada con cables conductores de RHZ1-12/20 kV de 3(1x240) Al mm² de sección, con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular, pantalla sobre el conductor de mezcla semiconductora, aislamiento de polietileno reticulado, pantalla sobre el aislamiento de mezcla semiconductora pelable no metálica asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre y cubierta termoplástica a base de poliolefina, en instalación subterránea , en zanja de 60 cm. de ancho y 100 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 10 cm. de arena de río, montaje de cables conductores, relleno con una capa de 25 cm. de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación apisonada con medios manuales en tongadas de 10 cm., colocación de cinta de señalización, incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.	1	1739,10			1739,10	1739,10	53,33 €	92.746,20 €
0501	**CASETA PREFABRICADA CT (4,460 x 2,380 m)**								
	Caseta prefabricada para CT, de dimensiones exteriores (largoxanchoxalto) 4.460x2.380x3.045 mm., formado por: envolvente de hormigón armado vibrado, modelo PFU-5 de Ormazabal o simiar, compuesto por una parte que comprende el fondo y las paredes incorporando puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo, estando unidas las armaduras del hormigón entre sí y al colector de tierra. Las puertas y rejillas presentarán una resistencia de 10 kilo-ohmios respecto a la tierra de la envolvente. Pintado con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en techos, puertas y rejillas. Incluso alumbrado normal y de emergencia, elementos de protección y señalización como: banquillo aislante, guantes de protección y placas de peligro de muerte en los transformadores y accesos al local, así como acerado perimetral de 1.00 m de ancho de 10 cm de espesor con mallazo interior.	2				2	2,00	9.192,62 €	18.385,24 €
0502	**CASETA PREFABRICADA CS (2,305 x 1,370 x 2,330 m)**								
	Ud.Caseta prefabricada para CS, de dimensiones exteriores (largoxanchoxalto) 2305x1370x2330 mm., formado por: envolvente de hormigón armado vibrado, modelo PFU-5 de Ormazabal o simiar, compuesto por una parte que comprende el fondo y las paredes incorporando puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo, estando unidas las armaduras del hormigón entre sí y al colector de tierra. Las puertas y rejillas presentarán una resistencia de 10 kilo-ohmios respecto a la tierra de la envolvente. Pintado con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en techos, puertas y rejillas. Incluso alumbrado normal y de emergencia, elementos de protección y señalización como: banquillo aislante, guantes de protección y placas de peligro de muerte en los transformadores y accesos al local, así como acerado perimetral de 1.00 m de ancho de 10 cm de espesor con mallazo interior.	1				1,00	1,00	2.745,69 €	2.745,69 €

0503	**TRANSFORMADOR ACEITE MT/BT 1250 kVA**								
	Transformador de media a baja tensión de 1250 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 30 kV., tensión secundaria 600V., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.	1				1	1,00	10.619,15 €	10.619,15 €
05031	**TRANSFORMADOR ACEITE MT/BT 2875 kVA**								
	Transformador de media a baja tensión de 2875 KVA. de potencia, en baño de aceite, refrigeración natural, para interior, de las siguientes características: tensión primaria 30 kV., tensión secundaria 600V., regulación +- 2,5% +- 5%; conexión DYn11; tensión de cortocircuito 4%. Equipado con termómetro de esfera de dos contactos y termostato, puentes de conexión entre módulo de protección y transformador realizado con cables de A.T. 12/20 kV. unipolares de 1x50 mm2. Al., terminales enchufables en ambos extremos y rejilla de protección.	1				1,00	1,00	13.420,15 €	13.420,15 €
0504	**MONTAJE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN**								
	Ud. Montaje y ensamblaje de CTs. Incluye instalación de transformador, celdas de media tensión, protecciones y servicios auxiliares.	2				2,00	2,00	417,40 €	834,80 €
0505	**MODULO LINEA SF6 TELEMANDADA**								
	Módulo de línea telemandada s/normativa Iberdrola para corte y aislamiento íntegro, con aparellaje en dieléctrico de gas SF6, de 370 mm. de ancho, 1.800 mm. de alto y 850 mm. de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados, los siguientes aparatos y materiales: un interruptor III, con posiciones Conexión - Seccionamiento - Puesta a tierra, (conectado, desconectado, y puesta a tierra), de 24 kV de tensión nominal, 400 A. de intensidad nominal, capacidad de cierre sobre cortocircuito de 40 kA. cresta, y capacidad de corte de 400 A. y mando manual tipo B; tres captores capacitivos de presencia de tensión de 24 kV.; embarrado para 400 A.; pletina de cobre de 30x3 mm. para puesta a tierra de la instalación. Accesorios y pequeño material. Instalado.	3				3,00	3,00	3.801,77 €	11.405,31 €
0507	**MODULO SERVICIOS AUXILIARES**								
	Módulo de servicios auxiliares equipado con un transformador de tensión para suministro en BT a los equipos de telemando y comunicaciones del centro de seccionamiento, según normativa de la Cpía, totalmente instalado y conexionado.	1				1,00	1,00	2.068,06 €	2.068,06 €
0508	**MODULO DE PROTECCION I. AUTOMATICO, ARMARIO PROTECCION HOMOPOLARES**								
	Módulo de protección con interruptor automático, con aparellaje en dieléctrico de gas SF6, de 480 mm. de ancho, 1.950 mm. de alto y 850 mm. de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados, los siguientes aparatos y materiales: un interruptor automático III en SF6, de 24 kV. de tensión nominal, 400 A. de intensidad nominal, y 12,5 kA. de intensidad de cortocircuito, mando manual con bobina de disparo asociada al relé de protección, y contactos auxiliares; un seccionador III con posiciones Conexión - Seccionamiento - Puesta a tierra, (conectado, desconectado,y puesta a tierra), de 24 kV. de tensión nominal, 400 A. de intensidad nominal, capacidad de cierre sobre cortocircuito de 40 kA. cresta, y capacidad de corte de 400 A. de apertura y cierre rápido, y mando manual; un relé de protección de 3F+N autoalimentado; tres transformadores de intensidad toroidales para protección de fases y homopolar; tres captores capacitivos de presencia de tensión de 24 kV.; embarrado para 400 A.; pletina de cobre de 30x3 mm. para puesta a tierra de la instalación, incluyendo cuadro de protecciones homopolares según normativa Iberdrola, accesorios y pequeño material. Instalado.	1				1,00	1,00	12.147,27 €	12.147,27 €

0509	**MODULO MEDIDA 3 TRANSFORMADORES**								
	Módulo de medida para tres transformadores de tensión e intensidad, de 800 mm. de ancho, 1.865 mm. de alto y 850 mm. de fondo, conteniendo en su interior debidamente montados y conexionados los siguientes aparatos y materiales: tres transformadores de tensión relación x/110 V., de 50 VA., en clase 0,5.; tres transformadores de intensidad relación x/5A de 15 VA., en clase 0,5; interconexión de potencia con módulos contiguos; pletina de cobre de 30x3 mm. para puesta a tierra de la instalación. Accesorios y pequeño material. Instalado.	1				1,00	1,00	5.127,55 €	5.127,55 €
0510	**ARMARIO MEDIDA M.T.**								
	Armario para medida en media tensión, en instalación interior o intemperie, formada por los siguientes elementos: envolvente de poliéster reforzada con fibra de vidrio, con panel de poliéster troquelado para montaje de equipos de medida, dispositivo de comprobación según normas de Cía Suministradora, placa transparente precintable de policarbonato con mirilla practicable de acceso a maxímetro.	1				1,00	1,00	2.076,24 €	2.076,24 €
0511	**CABLE COMUNICACIONES**								
	m. Suministro y montaje de cable de comunicaciones FO	1	869,55			869,55	869,55	25,09 €	21.817,01 €
0512	**TERMINALES 1x240 mm²**								
	Ud. Conjunto de terminal enchufable para conexión de celda SF6 12/20 kV 1x240 Al	6	3,00			3,00	18,00	572,38 €	10.302,84 €
0513	**CUADRO GENERAL BAJA TENSION INVERSORES 600 V**								
	Cuadro General de Baja Tensión Inversores, constituido por armario metálico estanco con capacidad para alojar el siguiente equipamiento: 1 Embarrado de entrada con pletinas de cobre desnudo para 1.600 A 7 Interruptores automáticos de 4x160 1 Interruptor automático de 4x1600 A/25 kA 1 Interruptor automático de 4x50A/15 kA 1 Voltímetro 0-1000 V con conmutador R-S-T 1 Amperímetro 0-1600 A con transformadores de intensidad 1 Puesta a tierra con conductor de cobre desnudo de 50 mm² Totalmente instalado y funcionando	1				1,00	1,00	2.814,71 €	2.814,71 €
0514	**CUADRO GENERAL DE SERVICIOS AUXILIARES 400V**								
	Cuadro de Baja Tensión para Servicios Auxiliares, constituido por armario metálico estanco con capacidad para alojar el siguiente equipamiento: 1 Interruptor automático de 4x40A/10 kA 1 Limitador de sobretensiones transitorias y permanentes 3 Interruptor diferencial de 2x40 A/30 mA 1 Interruptor automático magnetotérmico de 2x10 A 2 Interruptor automático magnetotérmico de 2x16 A 1 Puesta a tierra con conductor de cobre aislado de 16 mm² y pica de 2 metros. Totalmente instalado y funcionando	1				1,00	1,00	603,64 €	603,64 €
0515	**PUENTE BAJA TENSIÓN**								
	Línea de interconexión entre cuadro general de inversores y bornas de BT del transformador constituida por conductores unipolares de aluminio XLPE-0,6/1 kV de 3[3(1x240)]+2(1x240)mm² de sección en instalación al aire, incluyendo p.p. de terminales y pequeñp material, totalmente instalado	1	3,00			3,00	3,00	122,46 €	367,38 €

0516	**SECCIONADOR TELEMANDADO**								
	Seccíondor telemandado,36 KV 400 A. según normas cia. suministradora.	1				1,00	1,00	5.731,39 €	5.731,39 €
0517	**SECCIONADOR UNIPOLAR "CUT-OUT", 24kV 400A**								
	Seccíondor unipolar tipo "cut-out" con fusibles de expulsión ,15 KV 400 A. según normas cia. Suministradora.	1				1,00	1,00	363,96 €	363,96 €
	TOTAL, CAPÍTULO 05 INSTALACIÓN ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN								**213.576,59 €**

CAPÍTULO 06 INSTALACION PUESTA A TIERRA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
0600	**SUMINISTRO E INSTALACION DE CIRCUITO DE RED A TIERRA**								
	ml. Suministro e instalación de circuito de red de tierra compuesto de conductor desnudo de cobre 1x35 mm2 en fondo de zanja normalizada, con empalmes y derivaciones mediante soldadura luminotécnica.	1	1739,10			1739,10	1739,10	2,34 €	4.069,49 €
	TOTAL, CAPÍTULO 06 INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA								**4.069,49 €**

CAPÍTULO 07 CONTROL Y COMUNICACIONES

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
0700	**SISTEMA DE MONITORIZACION, CONTROL Y COMUNICACIONES**								
	PA.Sistema de Control y comunicaciónes formado por: - Cable de fibra óptica monomodo de 12 fibras para transmisión de señales y datos para control, maniobra y automatismos para la comunicación entre el CT y el edificio de operación. - Rack de cimunicaciones, con router multifunciones tipo RB2011 o similar Ethernet switches y módulos de alta velocidad, server y otros pequeños equipos, para la conexión de los centros de transformación con el sistema de control y comunicación central de la planta fotovoltaica. - Sistema SCADA para monitorización y control de la planta i/RS485, incluyendo conexión de los equipos mediante cable RS485. - Estación Meteorológica para mediciones de rendimiento. Compuesto por: Báculo de 4 m para sensores, sensor velocidad y dirección de viento, piranómetro secondary standard para medición de GHI, piranómetro secondary standard para medición de radiación en el plano de los módulos FV, sensor de humedad y temperatura ambiente PT100, incluyendo protector de radiación solar, sensor de temperatura de módulos FV. - Sistema de control central de planta "Power Plant Controller". - SAI marca Endata, Salicru o similar.	1				1,00	1,00	6.097,97 €	6.097,97 €
	TOTAL, CAPÍTULO 07 CONTROL Y COMUNICACIONES								**6.097,97 €**

CAPÍTULO 08 SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
0800	**SISTEMA SEGURIDAD ANTI INTRUSIÓN**								
	PA. Suministro y montaje de sistema perimetral de seguridad y videovigilancia incluyendo postes de acero galvanizado para montaje de videocámaras, sistema de control de acceso, sistema de antiintrusión personal, CCTV incluso cámaras con visión infrarroja, focos infrarrojas con sus lámparas, red de datos de seguridad, centros de seguridad local, respuestos para montaje y puesta en servicio, almacenmaiento, embalaje y transporte, totalmente instalado. Incluso medios de elevación, accesorios, preparativos, trabajos y útiles necesarios para realizar una correcta instalación, calibrado y pruebas con CRA.	1				1,00	1,00	5.279,34 €	5.279,34 €
	TOTAL, CAPÍTULO 08 SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA								**5.279,34 €**

CAPÍTULO 09 GESTION DE RESIDUOS									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
17TTT00100	**RETIRADA DE TIERRAS INERTES N.P. A VERTEDERO AUTORIZADO 5 km**								
	Retirada de tierras inertes en obra de nueva planta a vertedero autorizado situado a una distancia máxima de 5 km, formada por: selección, carga, transporte, descarga y canon de vertido. Medido el volumen esponjado.	1 (Desbroce)	1739,10			1739,10	1739,10	0,84 €	1.460,84 €
		1 (Excavación pozos)	5,39			5,39	5,39	0,84 €	4,53 €
17RRR00430	**RETIRADA EN CONTENEDOR 3 m3 RESIDUOS MIXTOS DEMOL. 5 km**								
	Retirada en contenedor de 3 m3 de residuos mixtos en obra de demolición a planta de valorización situada a una distancia máxima de 5 km, formada por: carga, transporte a planta, descarga y canon de gestión. Medido el volumen esponjado.	1	121,50			121,50	121,50	4,44 €	539,46 €
	TOTAL, CAPÍTULO 09 GESTIÓN DE RESIDUOS								**2.004,83 €**

CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD									
SUBCAPÍTULO 1001 PROTECCIONES INDIVIDUALES									
CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
L01066	**CASCO DE SEGURIDAD ABS O PEAD CON ANAGRAMA, BLANCO**								
	Casco de seguridad fabricado en ABS o PE de alta densidad, con atalaje de 6 cintas, bandas antisudor, agujeros de aireación y el anagrama en 7 colores, incluido en el precio. Color blanco. Norma UNE-EN 397.	10				10,00	10,00	1,97 €	19,70 €
L01154	**BOTAS DE SEGURIDAD CATEGORIA S2**								
	Botas de seguridad en piel (Clase I); piel grabada, no de serraje; puntera 200 J (SB); antiestática (A); protección del talón contra choques (E); suela antideslizante con resaltes; resistente a la penetración y absorción del agua (WRU). Categoría: S2(SB+A+E+WRU).	10				10,00	10,00	13,54 €	135,40 €
L01187	**GUANTES CUERO PROTECCION MECANICA Y TERMICA**								
	Guantes de protección mecánica y térmica. Confeccionado en cuero serraje de color amarillo. Normas EN-420, EN-388, EN-407, niveles de protección mecánica: A3,B2,C4, D1 y niveles de protección térmica: A4, B1, C3, D1.	10				10,00	10,00	8,12 €	81,20 €
L01087	**GAFAS MONTURA UNIVERSAL, ADAPTABLE SOBRE GAFA CORRECTORA**								
	Gafas de montura universal. Campo de uso: líquidos; gotas; proyecciones; partículas mayores de 5 micras. Resistencia a impactos de baja energía (F); ocular de visión lateral ininterrumpida, con filtro de protección (3-1,2), Clase Óptica 1 (trabajos continuos); resistencia al deterioro superficial por partículas finas (K); tratamiento antiempañamiento; adaptable sobre gafas correctoras; posibilidad de anclaje para cordón de sujeción. Normas UNE-EN 166, UNE-EN 170.	10				10,00	10,00	3,82 €	38,20 €

L01081	MASCARILLA AUTOFILTRANTE PLEGADA, PARTICULAS, UN USO, CLASE FFP3								
	Mascarilla autofiltrante plegada, con válvula; de un solo uso; para protección contra partículas sólidas y líquidas. Clase FFP3 (SL) 50xTLV. Norma UNE-EN 149	10				10,00	10,00	2,48 €	24,80 €
L01075	PROTECTOR AUDITIVO OREJERAS								
	Protector auditivo de orejeras, compuesto por dos casquetes ajustables con elementos almohadillados; sujetos por arnés; recambiables; atenuación media mínima de 28 dBA. Normas UNE-EN 352-1, UNE-EN 458.	10				10,00	10,00	7,63 €	76,30 €
L01100	CHALECO ALTA VISIBILIDAD CLASE 2								
	Chaleco alta visibilidad de color amarillo fluorescente, de clase 2 como mínimo tanto en superficie mínima de materiales como el nivel de retrorreflexión de las bandas.	10				10,00	10,00	2,54 €	25,40 €
19SIT90002	ARNES ANTICAIDAS DE POLIESTER								
	Arnés anticaídas de poliéster, anillas de acero, cuerda de longitud y mosquetón de acero, con hombreras y perneras regulables según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	5				5,00	5,00	4,30 €	21,50 €
	TOTAL, SUBCAPÍTULO 1001 PROTECCIONES INDIVIDUALES								422,50 €

SUBCAPÍTULO 1002 PROTECCIONES COLECTIVAS

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
L01049	CORDON BALIZAMIENTO, COLOCADO								
	Cordón de balizamiento, incluidos soportes de 2,5 m, colocado	1	100,00			100,00	100,00	0,67 €	67,00 €
19SIW00001	DISPOSITIVO ANTICAIDA Y DESCENSOS								
	Dispositivo anticaída para ascensos y descensos verticales, compuesto por elemento metálico deslizante con bloqueo instantaneo en caso de caída y cuerda de amarre a cinturón de 10 mm de diám. Y 4 m de longitud con mosquetón homologado según n.T.R., según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.	4				4,00	4,00	8,40 €	33,60 €
	TOTAL, SUBCAPÍTULO 1002 PROTECCIONES COLECTIVAS								100,60 €

SUBCAPÍTULO 1003 PRIMEROS AUXILIOS

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
L01059	BOTIQUÍN PORTÁTIL DE OBRA								
	Botiquín portátil de obra para primeros auxilios, conteniendo el material que especifica el RD 486/1997	2				2,00	2,00	29,72 €	59,44 €
	TOTAL, SUBCAPÍTULO 1003 PRIMEROS AUXILIOS								59,44 €
	TOTAL, CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD								582,54 €
	TOTAL, PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL								##########

RESUMEN DEL PRESUPUESTO	
CAPÍTULO 01 ACONDICIONAMIENTO TERRENO PLANTA	13.486,17 €
CAPÍTULO 02 OBRA CIVIL	102.262,58 €
CAPÍTULO 03 INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	939.714,68 €
CAPÍTULO 04 INSTALACIÓN ELÉCTRICA BAJA TENSIÓN	39.950,80 €
CAPÍTULO 05 INSTALACIÓN ELÉCTRICA MEDIA TENSIÓN	213.576,59 €
CAPÍTULO 06 INSTALACIÓN PUESTA A TIERRA	4.069,49 €
CAPÍTULO 07 CONTROL Y COMUNICACIONES	6.097,97 €
CAPÍTULO 08 SISTEMA DE SEGURIDAD Y VIDEOVIGILANCIA	5.279,34 €
CAPÍTULO 09 GESTIÓN DE RESIDUOS	2.004,83 €
CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD	582,54 €
TOTAL, EJECUCIÓN MATERIAL	**1.327.024,99 €**
14% Gastos generales	185.783,50 €
6 % Beneficio industrial	79.621,50 €
Suma de G.G. y B.I.	265.405,00 €
21 % IVA	334.410,30 €
PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN	**1.926.840,29 €**

El presupuesto total asciende a la cantidad de UN MILLÓN NOVECIENTOS VEINTISEIS MIL OCHOCIENTOS CUARENTA EUROS CON VEINTINUEVE CENTIMOS.

DOCUMENTO Nº 4: PLIEGO DE CONDICIONES

1. PLIEGO DE CONDICIONES

1.1 Objeto del 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 la ejecucióndel Proyecto.

Este Pliego se complementa con las especificaciones técnicas incluidas en cada anexo de la memoria descriptiva correspondiente la instalación de los paneles solares fotovoltaicos, a la estructura, al edificio de inversores y a los centros de transformación.

1.2 Descripción general de la obra

La descripción del proyecto se hará siguiendo al detalle las instrucciones marcadas en el Documento 1: Memoria descriptiva.

La presente planta solar fotovoltaica está compuesta por 6.737 módulos fotovoltaicos del modelo CS7N de 700 Wp de Canadian Solar o similar, que forman uncampo solar de una potencia pico de 4,5 MWp.

Estos módulos fotovoltaicos transforman la radiación solar en energía eléctrica, produciendo corriente continua, por lo que para transformar la corriente continua en corriente alterna se instalan inversores fotovoltaicos. En el presente proyecto se ha previsto el uso de 32 inversores tipo string SG125HV de Sungrow o similar, los cualesdotan a la instalación de una potencia nominal de 4 MWn.

La instalación estará formada por 225 cadenas de 30 módulos en serie cada una, sumando un total de 6.737 módulos.

1.3 Condiciones generales de índole legal

A continuación, se recogen las características y condiciones que reunirá la obra y materiales principales en ellas empleados.

Las obras a que se refiere el presente proyecto son de nueva planta en su integridad, no existiendo parte alguna de aprovechamiento de edificaciones anteriores ni en lo referente a unidades de obra ni a ninguno de los materiales que han de entrar a formar parte de la misma. Así pues, serán automáticamente rechazados aquellos elementos que hayan tenido anterior uso. Del mismo modo, si en las excavaciones o movimientos de tierras apareciese algún elemento o

fábrica de anteriores edificaciones, no serán aprovechadas, siendo demolidas en lo necesario para establecer las unidades de obra indicadas en los Planos, salvo que sean de carácter histórico, artístico o monumental o que puedan considerarse dentro de la vigente Legislación, en el supuesto de hallazgo de tesoros.

Una vez adjudicadas las obras, el constructor instalará en el terreno una caseta de obra. En ésta habrá al menos dos departamentos independientes, destinados a oficina y botiquín. El primero deberá tener al menos un tablero donde puedan extenderse los planos y el segundo estará provisto de todos los elementos precisos para una primera cura de urgencia.

El pago de impuestos o árbitros en general, municipales o de otro origen, sobre vallas, alumbrado, etc., cuyo abono debe hacerse durante el tiempo de ejecución de las obras y por conceptos inherentes a los propios trabajos que se realizan, correrán a cargo del Contratista.

Los documentos de este proyecto, en su conjunto, con los particulares que pudieran establecerse y las prescripciones señaladas en el Pliego de Condiciones Técnico de la Dirección General de Ingeniería, y según publicación del Ministerio de la Vivienda, así como las Normas Tecnológicas que serán de obligado cumplimiento en su total contenido, cuanto no se oponga a las anteriores, constituyen un contrato que determina y regula las obligaciones y derechos de ambas partes contratantes, los cuales se comprometen a dirimir las divergencias que pudieran surgir hasta su total cumplimiento, por amigables componedores, preferentemente por el Ingeniero Director, a quien se considerará como única persona técnica para las dudas e interpretaciones del presente Pliego, o en su defecto, el Ingeniero designado por la Delegación del Colegio Oficial de Ingenieros de la zona y en último extremo a los tribunales competentes, a cuyo fuero se someten ambas partes.

El Contrato se formalizará como documento privado o público a petición de cualquiera de las partes y con arreglo a las disposiciones vigentes. En el Contrato se reflejarán las particularidades que convengan ambas partes, completando o modificando lo señalado en el presente Pliego de Condiciones, que quedará incorporado al Contrato como documento integrante del mismo.

1.4 Procedencia de materiales y aparatos

El Contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de toda clase en los puntos que le parezca conveniente, siempre que reúnan las condiciones exigidas en el contrato, 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 el Ingeniero Director.

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.

Todos los materiales y, en general, todas las unidades de obra que intervengan en la construcción del presente proyecto, habrán de reunir las condiciones exigidas por el Pliego de Condiciones varias de la Edificación, compuesto por el Centro Experimental de Ingeniería, y demás Normativa vigente que serán interpretadas en cualquier caso por el lngeniero Director de la Obra, por lo que el lngeniero podrá rechazar material o unidad de obra que no reúna las condiciones exigidas, sin que el Contratista pueda hacer reclamación alguna.

1.5 Plazo de comienzo y ejecución

El adjudicatario deberá dar comienzo a las obras dentro de un mes siguiente a la fecha de la adjudicación definitiva a su favor, dando cuenta de oficio a la Dirección Técnica, del día que se propone inaugurar los trabajos, quien acusará recibo.

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.

1.6 Recepción provisional de las obras

Una vez terminada la totalidad de las obras, se procederá a la recepción provisional para la cual será necesaria asistencia de un representante de la Propiedad, de los Ingenieros directores de las obras y del Contratista o su representante. Del resultado de la recepción se extenderá un acta por triplicado, firmada por los tres asistentes legales antes indicados.

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 Facultativa de la totalidad de los planos de obra generales y de las instalaciones realmente ejecutadas, así como sus permisos de uso correspondientes.

1.7 Medición definitiva de los trabajos

Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente, por la Dirección de la obra a su medición general y definitiva, con precisa asistencia del Contratista o un representante suyo nombrado por el de oficio.

1.8 Plazo de garantía

El plazo de garantía de las obras terminadas será el pactado por contrato entre la propiedad y el contratista, transcurrido el cual se efectuará la recepción definitiva de las mismas, que, de resolverse favorablemente, relevará al Constructor 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 de este resultase que aun el Constructor 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.

1.9 Conservación de las obras recibidas provisionalmente

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía, comprendido entre la recepción parcial y la definitiva correrán a cargo del Contratista. En caso de duda será juez imparcial, la Dirección Técnica de la Obra, sin que contra su resolución quepa ulterior recurso.

1.10 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 y siendo obligación suya hacerse cargo de los gastos de conservación hasta que la obra haya sido recibida definitivamente.

1.11 Dirección de obra

Juntamente con la interpretación técnica del proyecto, que corresponde a la Dirección Facultativa, es misión suya 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 del director de Obra o de las personas por él delegadas.

1.12 Obligaciones de la contrata

Toda la obra se ejecutará con estricta sujeción al proyecto que sirve de base a la Contrata, a este Pliego de Condiciones y a las órdenes e instrucciones que se dicten por el Ingeniero director 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. así como una caseta en la obra donde figuren en las debidas condiciones los documentos esenciales del proyecto, para poder ser examinados en cualquier momento. Igualmente permanecerá en la obra bajo custodia del Contratista un "libro de órdenes", para cuando lo juzgue conveniente la Dirección dictará las que hayan de extenderse, y firmarse el "enterado" de las mismas por el jefe de Obra. El hecho de que en dicho libro no figuren redactadas las órdenes que perceptoramente tiene la obligación de cumplir el Contratista, de acuerdo con lo establecido en el "Pliego de Condiciones" de la Edificación, no supone eximente ni atenuante alguno para las responsabilidades que sean inherentes al Contratista.

Por la Contrata se facilitará 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 material social, especialmente al aprobar las liquidaciones o recepciones de obras.

La Dirección Técnica y 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 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 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 de la Obra.
- Firmar las actas de replanteo y 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 necesario a juicio de la Dirección Facultativa.
- El Contratista no podrá, sin previo aviso, y sin consentimiento de la Propiedad y Dirección Facultativa, ceder ni traspasar sus derechos y obligaciones a otra persona o entidad.

1.13 Responsabilidades de la contrata

Son de exclusiva responsabilidad del Contratista, además de las expresadas las de:

Todos los accidentes que por inexperiencia o descuido sucedan a los operarios, tanto en la construcción como en los andamios, 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.

1.14 Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación, se levantarán los planos precisos e indispensables para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose uno al propietario, otro al Ingeniero Director y el tercero al Contratista, firmados todos ellos por estos dos últimos. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables para efectuar las mediciones.

1.15 Seguridad e higiene en el trabajo

El Contratista estará obligado a redactar un proyecto completo de Seguridad e Higiene específico para la presente obra, conformado y que cumplan las disposiciones vigentes, no eximiéndole el incumplimiento o los defectos de este de las responsabilidades de todo género que se deriven.

Durante las tramitaciones previas y durante la preparación, la ejecución y remate de los trabajos que estén bajo esta Dirección Facultativa, serán cumplidas y respetadas al máximo todas las disposiciones vigentes y especialmente las que se refieren a la Seguridad e Higiene en el Trabajo, en la Industria de la construcción, lo mismo en lo relacionado a los intervinientes en el tajo como con las personas ajenas a la obra.

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 Facultativa, 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 las edificaciones 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.

2. PLIEGO DE CONDICIONES LÍNEAS ELÉCTRICAS SUBTERRÁNEAS

2.1 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 36 kV.

Este Pliego de Condiciones se refiere al suministro e instalación de los materiales necesarios en el montaje de dichas líneas subterráneas de Media Tensión.

2.2 Ejecución del trabajo

Corresponde al Contratista la responsabilidad en la ejecución de los trabajos que deberán realizarse conforme a las reglas del arte.

2.3 Trazado

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las 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 terreno. 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. 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. así como las chapas de hierro que vayan a colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

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 del diámetro del conductor.

2.4 Apertura de zanjas

La excavación la realizará una empresa especializada, que trabaje con los planos de trazado suministrados.

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 50 cm entre la zanja y las tierras extraídas, 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.

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. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

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 práctica una mina o galería por la que se pase el cable.

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.

2.5 Canalización

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

a) Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
b) Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reservadependiendo de la zona y situación del cruce, (en cada caso se fijará el númerode tubos de reserva).
c) 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.

d) En las salidas el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.

e) Siempre que la profundidad de zanja bajo calzada sea inferior a 80 cm, se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren unaresistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que en este caso dentro del mismo tubo deberán colocarse siempre las tres fases.

f) Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc. deberán proyectarse con todo detalle. Se debe evitar posible acumulación de agua o gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape con relación al perfil altimétrico.

2.6 Paralelismos

Baja Tensión

Los cables de Alta Tensión se podrán colocar paralelos a cables de Baja Tensión, siempre que entre ellos haya una distancia no inferior a 25 cm. Cuando no sea posible conseguir esta distancia, se separan mediante ladrillo tipo macizo o bien se instalará uno de ellos bajo tubo.

Alta Tensión

La distancia que respetar en el caso de paralelismos de líneas subterráneas de media tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se instalará una protección de ladrillo entre ambas líneas o bien se colocará una de ellas bajo tubo.

Cables de telecomunicación

En el caso de paralelismos entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. Siempre que los cables, tanto de telecomunicación como eléctricos, vayan directamente enterrados, la mínima distancia será de 2 m. Esta distancia podrá reducirse a 25 cm entre canalizaciones cuando los cables de energía eléctrica o telecomunicación se instalen dentro de tubos, conductos o divisorias de materiales incombustibles de resistencia mecánica apropiada.

En todo caso, en paralelismos con cables telefónicos, deberá tenerse en cuanta lo especificado por el correspondiente acuerdo con C.T.N.E. En el caso de un paralelismo de longitud superior a 500 m, bien los cables de telecomunicación o los de energía eléctrica, deberán llevar pantalla electromagnética.

Agua, Vapor, etc...

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de 0,50 m.

Si no se pudiera conseguir esta distancia, se instalarán los cables dentro de tubos o divisorias de materiales incombustible de resistencia mecánica apropiada.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre si no debe ser inferior a:

a) 3 m en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm; dicho mínimo se reduce a 1 m en el caso en que el tramo de paralelismo sea inferior a 100 m.
b) 1 m en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm.

Gas

Cuando se trate de canalizaciones de gas, se tomarán además las medidas necesarias para asegurar la ventilación de los conductos y registros de los conductores,con el fin de evitar la posible acumulación de gases en los mismos. Siendo las distanciasmínimas de 0,50 m.

Alcantarillado

En los paralelismos de los cables con conducciones de alcantarillado, se mantendrá una distancia mínima de 50 cm, protegiéndose adecuadamente los cables cuando no pueda conseguirse esta distancia.

Depósitos de carburante

Entre los cables eléctricos y los depósitos de carburante, habrá una distancia mínima de 1,20 m, debiendo, además, protegerse apropiadamente el cable eléctrico.

"Fundaciones" de otros servicios

Cuando en las proximidades de la canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc. el cable se instalará auna distancia de 50 cm como mínimo de los bordes externos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia será de 150 cm en el caso en el que el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja.

Cuando esta precaución no se pueda tomar, se empleará una protección mecánica resistente a lo largo del soporte y de su fundación prolongando una longitud de 50 cm a ambos lados de los bordes extremos de ésta.

2.7 Cruzamiento con vías de comunicación

En los cruzamientos con calles y carreteras los cables deberán ir entubados a unaprofundidad mínima de 120 cm. Los tubos o conductos serán resistentes, duraderos, estarán hormigonados en todo su recorrido y tendrán un diámetro mínimo de 15 cm quepermita deslizar los cables por su interior fácilmente. En todo caso deberá tenerse en cuenta lo especificado por las normas y ordenanzas vigentes correspondientes.

Con ferrocarriles

El cruce de líneas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de1,60 m. Se recomienda efectuar el cruzamiento por los lugares de menor anchura de lazona del ferrocarril.

2.7.1 Cruzamiento con otros servicios

Baja Tensión

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas la distancia mínima a respetar será de 0,25 m. En caso de no poder conseguir esta distancia, se separarán los cables de Alta Tensión de los de Baja Tensión por medio de tubos, conductos o divisorias de ladrillos tipo macizo.

Alta Tensión

La distancia que respetar entre líneas subterráneas de media tensión es 25 cm. Si no fuese posible conseguir esta distancia, se separará el cruce mediante ladrillos de tipo macizo.

Con cables de telecomunicación

En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 25 cm.

El cable eléctrico debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m de largo como mínimo y de tal forma que se garantice que la distancia entre las generatrices exteriores de los cables, en las zonas protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que se indica a continuación, medida en proyección horizontal. Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm. El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y que no debe haber empales sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

Agua, vapor. etc.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable

de energía a unadistancia inferior a 1 m.

La distancia mínima entre la generatriz del cable de energía y la de la conducciónmetálica no debe ser inferior a 0,25 m. Además, entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 8 mm de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m de un empalme del cable.

Gas

La mínima distancia en los cruces con canalizaciones de gas será de 25 cm. El cruce del cable eléctrico no se realizará sobre la proyección vertical de las juntas de la canalización de gas.

Alcantarillado

En los cruzamientos de cables eléctricos con conducciones de alcantarillado deberá evitarse el ataque de la bóveda de la conducción.

Depósitos de carburantes

Se evitarán los cruzamientos sobre depósitos de carburantes, bordeando estos el depósito debidamente protegido a una distancia de 1,20 m de este.

2.8 Transporte de bobinas de cables

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.

Cuando las bobinas se colocan llenas en cualquier tipo de transportador, éstas deberán quedar en línea, en contacto una y otra y bloqueadas firmemente en los extremos y a lo largo de sus tapas.

EI bloqueo de las bobinas se debe hacer con tacos de madera lo suficientemente largos y duros con un total de largo que cubra totalmente 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 por ambos lados se clavarán 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 por tierra 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.

Cuando las bobinas deban trasladarse girándolas sobre el terreno, debe hacerse todo lo posible para evitar que las bobinas queden o rueden sobre un suelo u otra superficie que sea accidentada.

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 causarán importantes problemas al transportarlas, elevarlas y girarlas durante el tendido).

Cuando deba almacenarse una bobina de la que se ha utilizado una parte del cable que contenga, han de taponarse los extremos de los cables, utilizando capuchones retráctiles.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible el tendido en sentido descendente.

2.9 Tendido de cables

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. 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. 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.

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 de este. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y construidos de forma que no dañen el cable.

Estos 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.

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. Siendo la cifra mínima recomendada 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.

Sólo 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 desenrollándose cable que no circula, es conveniente dotarla de un freno, por improvisado que sea, para evitar en este momento curvaturas peligrosas para el cable.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados 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 se exponen 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.

El cable se puede tender desde el vehículo en marcha, cuando hay obstáculos en la zanja o en las inmediaciones de ella.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina de unos 12 cm en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de estos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

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 tornarán 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 asegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares, cada dos metros envolviendo las tres fases, se colocará una sujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Nunca se pasarán dos circuitos, bien cables tripolares o bien cables unipolares, por un mismo tubo.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto o, en su defecto, donde señale el director de Obra.

Una vez tendido el cable los tubos se taparán de forma que el cable quede en la parte superior del tubo.

2.10 Señalización

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención de acuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m por encima 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.

2.11 Identificación

Los cables deberán llevar marcas que indiquen el nombre del fabricante, el año de fabricación y sus características

2.12 Cierre de zanjas

Una vez colocadas al cable las protecciones señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de excavación apisonada, debiendo realizarse los veinte primeros centímetros de forma manual, y para el resto deberá usarse apisonado mecánico. Procurando que las primeras capas de tierra por encima de los elementos de protección 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 cierre de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de 10 cm de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas si fuese necesario con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno.

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.

2.13 Reposición de pavimentos

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de estos.

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.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

2.14 Puesta a tierra

Todas las pantallas de los cables deben ser puestas a tierra en los extremos de cada cable y en los empalmes, con objeto de disminuir la resistencia global a tierra.

Si los cables son unipolares o las pantallas en M.T. están aisladas con una cubierta no metálica, la puesta a tierra puede ser realizada en un solo extremo, con tal de que en el otro extremo y en conexión con el empalme se adopten protecciones contra la tensión de contacto de las pantallas del cable.

2.15 Tensiones transferidas en M.T.

Con motivo de un defecto a masa lejano y con objeto de evitar la transmisión de tensiones peligrosas en el tendido de cables por galería, las pantallas metálicas de los cables se pondrán a tierra al realizar cada una de las cajas de empalme y en las cajas terminales.

2.16 Materiales

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 cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

2.17 Conductores

Serán los que figuran en el Proyecto.

3. PLIEGO DE CONDICIONES ZANJAS Y CIMENTACIONES

3.1 Excavación de zanjas

3.1.1 Generalidades

Consiste en el conjunto de operaciones necesarias para conseguir el emplazamiento adecuado para las zanjas y pozos para la realización de las canalizaciones y cimentaciones del parque fotovoltaico.

3.1.2 Trazado

Se efectuarán las excavaciones con las alineaciones y desniveles previstos en los Planos del Proyecto, replanteos definitivos o con las modificaciones que, en su caso, indique la Dirección Facultativa.

3.1.3 Ejecución

La apertura de las zanjas y pozos podrán efectuarse con medios mecánicos o manuales. El fondo de las excavaciones se refinará y compactará para recibir la capa de hormigón de limpieza.

No se permitirá tener las excavaciones abiertas a su rasante final más de cuatro (4) días antes de la colocación de la cimentación. En caso de terrenos arcillosos o margosos de fácil meteorización, si fuese absolutamente imprescindible efectuar con más plazo la apertura de las zanjas, se deberán dejar sin excavar unos veinte centímetros (20 cm) sobre la rasante de la solera, para realizar su acabado en plazo inferior al citado.

3.1.4 Entibación de las excavaciones

El Contratista tomará las máximas precauciones para evitar desprendimientos, empleando para este fin las entibaciones adecuadas, obras definitivas. Estos trabajos, cualquiera que sea su naturaleza se encuentran incluidos en el precio correspondiente a esta unidad.

Se excavará hasta la línea de rasante siempre que el terreno sea uniforme; si quedan al descubierto piedras, cimentaciones, rocas, etc., será necesario excavar por debajo de la rasante para efectuar un relleno posterior. Normalmente esta excavación suplementaria tendrá de quince a treinta (15 a 30) centímetros de espesor.

De ser preciso efectuar voladuras para las excavaciones, en especial en poblaciones, se adoptarán precauciones para la protección de personas y propiedades, siempre de acuerdo con la Legislación vigente y las Ordenanzas municipales, en su caso.

Cuando por su naturaleza y a juicio de la Dirección Facultativa, el terreno a nivel de la rasante del fondo no asegure

la completa estabilidad deberá procederse a su compactación o estabilización por los procedimientos que se indiquen.

El material procedente de la excavación se aplicará lo suficientemente alejado del borde de las excavaciones para evitar el desmoronamiento de éstas, o que el desprendimiento del mismo pueda poner en peligro a los trabajadores.

EI material excavado no podrá colocarse de forma que entorpezca o impida el paso por caminos, accesos a propiedades, cauces de arroyos o ríos, ni que represente un peligro para construcciones existentes por presión directa o sobrecarga de terrenos contiguos.

3.1.5 Agotamiento de las excavaciones en zanjas

En caso de que las excavaciones cortasen el nivel freático o aflorasen filtraciones y la cuantía de las aportaciones en el interior de la misma hiciese necesario el agotamiento, se procederá durante el tiempo preciso para la adecuada terminación de la unidad de obra para la que había sido abierta.

3.2 Demoliciones

3.2.1 Definición

Se entiende por demolición la rotura o disgregación de obras de fábrica, o elementos, de forma que pueda efectuarse su retirada y ejecutar en sus emplazamientos las obras previstas.

La demolición deberá ajustarse a la forma, superficie, anchura, profundidad, etc., que las unidades de obra requieran, y que en todo caso se fijen por la Inspección de la obra.

3.3 Rellenos compactados

3.3.1 Transformador de potencia

Estas unidades consisten en la extensión y compactación de suelos adecuados o seleccionados, alrededor de las obras de fábrica o en su trasdós, cuyas dimensiones no permitan la utilización de los mismos equipos de maquinaria con que se lleva a cabo lav ejecución de terraplenes.

3.4 Ejecución de las obras en general

Los materiales de cada tongada serán de características uniformes y si no lo fueran, se conseguirá esta uniformidad mezclándolos convenientemente con los medios adecuados.

Durante la ejecución de las obras, la superficie de las tongadas deberá tener la pendiente transversal necesaria para

asegurar la evacuación del agua sin peligro de erosión.

Una vez extendida la tongada, se procederá a su humectación si es necesario. El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan en los ensayos realizados.

En los casos especiales en que la humedad del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas, pudiéndose proceder a la desecación por oreo, o por la adición y mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas, tales como cal viva. Conseguida la humectación más conveniente, se procederá a la compactación mecánica de la tongada.

Las zonas que por su forma pudieran retener agua en su superficie, se corregirán inmediatamente por el Contratista.

Cuando la Dirección de Obra lo autorice, el relleno junto a obras de fábrica podrá efectuarse de manera que las tongadas situadas a uno y otro lado de la misma no se hallen al mismo nivel.

En este caso los materiales del lado más alto no podrán extenderse ni compactarse antes de que hayan transcurrido catorce (14) días desde la terminación de la fábrica contigua; salvo en el caso de que la Dirección de Obra lo autorice, previa comprobación mediante los ensayos que estime pertinentes realizar del grado de resistencia alcanzado por la obra de fábrica.

Para terrenos del tipo arenoso, el pisón será de tipo vibratorio.

4. PLIEGO DE CONDICIONES EDIFICIOS

4.1 Objeto

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de los edificios para inversores y centros de transformación y seccionamiento.

Las características de los aparatos y equipos están definidas en el Documento Memoria, por lo que en este Pliego sólo se definen los materiales no detallados en el citado documento.

4.2 Disposiciones generales

4.2.1 Seguridad en el trabajo

Durante la ejecución de las obras se cumplirán las disposiciones de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y cuantas otras disposiciones fuesen de aplicación de esta materia.

Asimismo, se dispondrá de cuanto fuera preciso para el mantenimiento de máquinas, herramientas, material y útiles de trabajo en las debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos con tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

Los medios de protección personal (casco, gafas, guantes, cinturones, botas, etc.) serán de empleo obligatorio, siempre que se precise eliminar o reducir los riesgos profesionales. Además de este equipo de protección personal se empleará en cada caso el material de seguridad más adecuado, tal como banquetas o alfombras aislantes, herramientas aislantes, etc.

4.2.2 Condiciones facultativas legales

Las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por:

- Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación de 12 noviembre de 1982 e
- Instrucciones Técnicas Complementarias de 6 de julio de 1984.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión de 2 de agosto de 2.002.
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y Regularidad en el Suministro de Energía de 12 de marzo de 1954.
- Reglamento de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión, de 28 de noviembre de 1968.

4.2.3 Condiciones para la ejecución por contrata

Además de las condiciones indicadas en los párrafos anteriores, la contrata está obligada 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.

Por el cliente, se facilitarán las instrucciones complementarias que se precisen para las relaciones con la contrata.

4.3 Condiciones de los materiales

Los componentes fundamentales de los edificios están suficientemente definidos en el documento Memoria y en los Planos incluidos en el presente Proyecto.

La información se completa con la Relación de Materiales que figura en el Presupuesto.

Respecto a la obra civil se indica a continuación la calidad y preparación de los materiales a utilizar.

Rellenos

Los rellenos se realizarán con zahorras seleccionadas, en capas que no superarán los 0,30 m. de espesor, compactados hasta conseguir el 95% del Ensayo Proctor Modificado según el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de Carreteras y Puentes (PG-3).

Hormigones

Será aplicable a la ejecución de los hormigones el contenido de la Instrucción para el proyecto y la ejecución de Obras de hormigón en masa o armado EHE-98, debiendo ser la resistencia característica a los 28 días de 150 y 220 kg/cm, entendiéndose por resistencia característica la indicada en dicha Instrucción EHE-98.

Aceros

El acero para armaduras para la ejecución de hormigón armado será del tipo AEH- 400N y cumplirá las características geométricas y mecánicas indicadas en el artículo 9 de EHE- 98.

4.4 Condiciones generales de ejecución de las obras

4.4.1 Excavaciones

Para la realización de las excavaciones se seguirán las normas establecidas a tenor de las características particulares de la cimentación del terreno.

Los productos de las excavaciones deberán ser depositadas en escombreras autorizadas.

4.4.2 Hormigones

Antes de verter hormigón sobre hormigón endurecido se limpiará la superficie de contacto mediante chorro de agua y aire a presión, y/o picado. El hormigón se compactará por vibración hasta asegurar que se han rellenado todos los huecos, se ha eliminado el aire de la masa y refluye la lechada en la superficie.

Durante el primer período de endurecimiento, no se someterá al hormigón a cargas estáticas o dinámicas que puedan provocar su fisuración y la superficie se mantendrá húmeda durante 7 días, como mínimo, protegiéndola de la acción directa de los rayos solares.

No se podrá colocar hormigón cuando la temperatura baje de 2ºC, ni cuando siendo superior se prevea que puede bajar de 0ºC durante las 4S horas siguientes, ni cuando la temperatura ambiente alcance los 40ºC. Se suspenderá el hormigonado cuando el agua de lluvia pueda producir deslavado del hormigón.

4.4.3 Encofrados

Los encofrados de madera o metálicos serán estancos y estarán de acuerdo con las dimensiones previstas en el proyecto, será indeformables bajo la carga para la que están previstos y no presentarán irregularidades bruscas superiores a 2 mm, ni suaves superiores a 6 mm medidos sobre la regla patrón de 1 m de longitud. Su desplazamiento final, respecto a las líneas teóricas de replanteo, no podrá exceder de los 6 mm.

4.4.4 Tierras

Cualquier elemento metálico que no soporte tensión deberá estar conectado a la malla de tierra. El contacto de los conductores de tierra deberá hacerse de forma que quede completamente limpio y sin humedad.

5. PLIEGO DE CONDICIONES DE LÍNEA AÉREA ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN

5.1 Excavaciones

Las dimensiones de las excavaciones se ajustarán lo más posible a las dadas en el Proyecto o en su defecto a las indicadas por el director de Obra.

Las paredes de los hoyos serán verticales. Cuando sea necesario variar el volumen de la excavación, se hará de acuerdo con el director de Obra.

El Contratista tomara las disposiciones convenientes para dejar el menor tiempo posible abiertas las excavaciones, con objeto de evitar accidentes. Las excavaciones se realizarán con útiles apropiados según el tipo de terreno.

En terrenos rocosos será imprescindible el uso de explosivos o martillo compresor, siendo por cuenta del Contratista la obtención de los permisos de utilización de explosivos.

Cuando deban emplearse explosivos, el Contratista deberá tomar las precauciones adecuadas para que en el momento de la explosión no se proyecten al exterior piedras que puedan provocar accidentes o desperfectos, cuya responsabilidad correría a cargo del Contratista.

En terrenos con agua deberá procederse a su desecado, procurando hormigonar después lo más rápidamente posible para evitar el riesgo de desprendimientos en las paredes del hoyo, aumentando así las dimensiones del mismo.

5.2 Hormigonado

Este se deberá dosificar a 250 kgrs. de cemento por cada metro cúbico.

Si la excavación superara el 10 % del volumen técnico, por conveniencia del contratista, siempre de acuerdo con el director técnico de las obras, o el empleo de explosivos, la dosificación del hormigón será siempre la misma.

El cemento empleado será Portland, de fraguado lento, o bien de otra marca similar, de primera calidad.

Los áridos empleados para las cimentaciones de los apoyos deberán ser de buena calidad, limpios y no heladizos, estando exentos de materiales orgánicos y de arcillas.

Será preferible la piedra con aristas y superficies rugosas y ásperas, por su mayor adherencia al mortero.

La arena puede proceder de minas o canteras, ríos, o bien, de machaqueo.

La dimensión de los granos de arena no será superior al 6 % (ensayo de granulometría).

El agua empleada para la ejecución del hormigón será limpia y exenta de elementos orgánicos, arcillas, etc.

5.3 Armado e izado de apoyos metálicos

El transporte de todos los materiales a la obra se realizará con el mayor cuidado, e intentando evitar al máximo los posibles desperfectos que pudieran acontecer.

En caso de dobleces de barras, éstas se enderezarán en caliente. Los taladros que se tengan que realizar, se harán con punzón o carraca, nunca por sopletes. Los taladros que no se usen, se cerrarán por medio de soldadura. En caso de que haya que aumentar el diámetro de estos, se hará por mediación del escariador. Se deberán eliminar las rebabas de estos.

Para el armado se empleará puntero y martillo para que coincidan las piezas que se unen, pero con cuidado para no agrandar el taladro.

Se aconseja armar en tierra el mayor número posible de piezas.

El izado deberá hacerse sin originar deformaciones permanentes sobre elementos que componen el apoyo.

Cuando la torre está izada, se hará un repaso general del ajuste de los componentes.

Los postes de hormigón se transportarán en vehículos preparados al efecto, y, al depositarlos se hará en un lugar llano y con sumo cuidado en evitación de deformaciones de estos.

Todas las piezas deberán estar recubiertas de material blando y flexible (gomas naturales o sintéticas).

5.4 Tendido, tensado y regulado de los conductores

Los cables deberán tratarse con el mayor cuidado para evitar deterioros, lo mismo que las bobinas donde se transportan.

En la hora de desenrollar los cables se debe cuidar que no rocen con el suelo.

Para ejercer la tracción se pueden emplear cuerdas pilotos, pero deben ser las mismas del tipo flexible y anti giratorias, montando bulones de rotación para compensar los defectos de la torsión. Si se produce alguna rotura en los hilos de los cables, por cualquier causa, se deberán colocar manguitos separatorios.

Todo el tendido y tensado de los conductores se realizará conforme a la tabla de tendido proporcionada por el proyectista, y conforme a las características climatológicas a las que se va a realizar la operación.

- Poleas de tendido: Para cables de aluminio, éstas serán de aleación dealuminio. El diámetro será entre 25 y 30 veces el diámetro del cable que se extienda. Esta polea estará calculada para aguantar esfuerzos a que deba ser sometida.

- Tensado: Este deberá realizarse arriostrando las torres de amarre a los apoyosde hormigón de anclajes en sentido longitudinal. El tensado de los cables se harápor medio de un cable piloto de acero en evitación de flexiones exageradas. Todos los aparatos para el tensado deberán colocarse a distancia conveniente de la torre de tense, para que el ángulo formado por las tangentes del piloto al paso por la polea no sea inferior a os 150 grados.

- Regulado: Toda línea se divide en trozos de longitudes variables según situaciónde vértices. En el perfil longitudinal se definen los vanos y en los cálculos las flechas de cada uno de ellos, y al mismo se deberá adaptar.

5.5 Cadena de aisladores

Estos se limpiarán cuidadosamente antes de ser montados. Se tendrá especial cuidado en su traslado y colocación para que no sufran desperfectos los herrajes que unen las cadenas.

5.6 Empalmes

Serán de tal calidad que garanticen la resistencia mecánica exigida por los Reglamentos y no exista aumento de la resistencia del conductor.

Los empalmes deberán ser cepillados cuidadosamente, tanto interior como exteriormente, con cepillo y baquetas especiales.

5.7 Engrapado

Para el mismo se deberá tomar medida para conseguir un buen aplomo de las cadenas de aisladores.

El apretado de los tornillos de las grapas se debe hacer alternativamente para asegurar un buen apriete.

6. PLIEGO DE CONDICIONES OBRA CIVIL

6.1 Objeto del pliego y descripción de las obras

El presente Pliego tiene por objeto definir las obras de ejecución de caminos y canalizaciones.

Incluye la definición de materiales, descripción del sistema de ejecución de las obras y criterios para la medición de las obras.

6.2 Disposiciones técnicas a tener en cuenta con carácter general

- Instrucción de hormigón estructural EHE-98. (R.D. 2661/1998 de 11 de diciembre. B.O.E. 13-1-99)
- Pliego de Condiciones Facultativas para la recepción de Conglomerantes hidráulicos RC - 88 de 28 de octubre de 1988 (B.O.E. 4-11-88).
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-3 de 1975.
- Norma Básica de la Edificación (N.B.E.-A.E.) "Acciones en la edificación".
- Norma Sismorresistente
- Disposiciones vigentes de seguridad y salud en el trabajo y cuantas disposiciones complementarias relativas a estos Pliegos se hayan promulgado.

6.3 Materiales, dispositivos e instalaciones y sus características

6.3.1 Áridos para morteros y hormigones

Los áridos para morteros y hormigones cumplirán las condiciones que para los mismos se indican en el artículo correspondiente de la Instrucción de Hormigón estructural EHE-98.

A la vista de los áridos disponibles, la Dirección Facultativa podrá establecer su clasificación disponiendo su mezcla en las proporciones y cantidades que se estimen convenientes. El tamaño máximo del árido grueso estará de acuerdo con las modificaciones en el artículo 28 de la EHE-98.

6.3.2 Agua

El agua que se emplee en el amasado de los morteros y hormigones en general cumplirá las condiciones que prescribe la Instrucción EHE-98 en su artículo 27.

6.3.3 Cemento

Se usará cemento Tipo II cumpliendo las condiciones prescritas en el Pliego de Condiciones para la recepción de aglomerantes hidráulicos (RC-88) y las indicadas en el artículo correspondiente de la citada Instrucción EHE-98 en su artículo 26.

La dosificación mínima del cemento será la especificada en el artículon37.3.2 de la EHE-98. En los casos que determine el Proyecto o en su caso la Dirección Facultativa de las obras, el cemento a emplear cumplirá las condiciones de los resistentes a las aguas selenitosas u otros cementos especiales.

6.3.4 Morteros expansivos KN rellenos de huecos de hormigón

Se empleará para el relleno de orificios dejados por las espadas del encofrado para el hormigonado o para el relleno de huecos en hormigón.

La puesta en obra de este mortero se hará de la forma que en cada caso determine la Dirección de Obra.

Este mortero se obtendrá mediante adición al cemento de expansión de reconocido prestigio, removiéndolo bien y confeccionando a continuación el mortero en la forma habitual. Se utilizará mortero 1:3 con una relación A/C de 0'5 y la proporción de expansión será del 3 % del peso del cemento.

6.3.5 Hormigones

La fabricación se realizará según lo establecido en el artículo 69 de la EHE-98. La consolidación del hormigón se hará mediante vibradores en número y potencia suficientes.

6.3.6 Aceros redondos para armaduras

Todo el acero de este tipo será de dureza natural, tendrá un límite elástico

característico como mínimo igual a 500 N/mm2 (B-500 S), y cumplirá lo previsto en la Instrucción EHE-98. Asimismo, estará en posesión del Sello de Calidad del CIETSID, debiendo llevar grabadas las marcas de identificación s/norma UNE 36088/II/75.

El material será acopiado en parque adecuado para su conservación y clasificación por tipos y diámetros, de forma que sea fácil el recuento, pesaje y manipulación en general.

Cuando se disponga acopiado sobre el terreno, se extenderá previamente una capa de grava o zahorras sobre el que se situarán las barras. En ningún caso se admitirá acero de recuperación.

6.3.7 Encofrados de madera de tabla

La madera para encofrados tendrá el menor número posible de nudos. Estos, en todo caso, tendrán un espesor inferior a la séptima parte (1/7) de la menor dimensión de la pieza. En general será tabla de dos y medios (2'5) centímetros. En los paramentos vistos que figuren en Proyecto, o que la Dirección Facultativa determine, serán de tabloncillo de cuatro y medio (4'5) a cinco (5) centímetros y necesariamente cepillado. Al colocarse en obra, deberá estar seca y bien conservada, ofreciendo la suficiente resistencia para el uso a que se destinarán.

Se admiten variantes justificadas que requerirán aprobación específica previa de la Dirección Facultativa. Los encofrados de madera de tabla para paramentos vistos serán necesariamente de madera machihembrada, pudiendo recurriese al empleo de paneles industriales tipo COFRECO. El número de puestas del encofrado para paramentos vistos no será superior a quince. Se tratarán las juntas entre paneles para evitar la pérdida de Techada.

Los encofrados de madera de tabla para paramentos no vistos podrían constituirse con tabla suelta, aunque en todo caso se dispondrán los medios adecuados para evitar la pérdida de Techada.

6.3.8 Encofrados de madera aglomerada

En los paramentos definidos en Planos y Memoria se utilizará como encofrado madera en paneles de aglomerado de espesor no inferior a 16 mm. Los tableros y paneles utilizados serán de dimensiones regulares, sin recortes ni añadidos, pudiendo la Dirección de Obra rechazar la disposición de los paneles, los cuales deberán tener las mayores dimensiones posibles. Las juntas entre paneles se tratarán para evitar la pérdida de Techada. El número de puestas máximo será de diez.

La superficie de los tableros y paneles será en todo caso plana y regular.

6.3.9 Encofrado metálico

Tanto por prescripción del Proyecto como por propuesta del Contratista aceptada por la Dirección de Obra, se utilizarán encofrados en base de chapa metálica. Dichos encofrados deberán contar con la rigidez suficiente para evitar abombamientos y desplazamientos, no admitiéndose, por otro lado, elementos que presenten abolladuras o desgarros.

6.3.10 Elementos de encofrado

Se entienden por elementos de encofrado los siguientes:

Berenjenos y junquillos, para matar aristas vivas o formar huellas. Estos elementos podrán ser de madera, aunque es preferible que sean de material plástico, debiendo fijarse a los encofrados. Se dispondrán en todas aquellas aristas y líneas que fije la Dirección de Obra, debiendo poner especial cuidado en su alineación y en la disposición de las

esquinas y vértices. Las dimensiones transversales de estos elementos deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

Separadores del encofrado, para mantener las armaduras con el recubrimiento rígido.

Estos elementos deberán ser de mortero de cemento cuando se trate de soportar parrillas planas o ferralla vertical con carga de hormigón de más de dos metros de altura. Para el caso de soporte de parrillas las piezas serán cúbicas, y con forma de mariposa para la ferralla de alzados. Queda prohibida la utilización de piezas cúbicas en alzados.

Para carga de hormigón inferior a dos metros de altura en alzados, o para soporte de parrillas de poco peso, se podrá utilizar elementos plásticos como separadores, con forma de disco, caballete, etc. Estos separadores no podrán utilizarse para barras mayores de D14. En todo caso deberán ser aprobadas por la Dirección de Obra.

Como soportes de parrillas podrán utilizarse patillas de ferralla, con rigidez suficiente. El reparto de separadores y soportes por metro cuadrado de ferralla deberá ser suficiente para cumplir su cometido no debiendo colocarse más de los necesarios.

Espadas y latiguillos para atirantamiento de encofrados en alzados. Como norma general queda prohibida la utilización de latiguillos para el atirantamiento de encofrados entre sí. Para este cometido podrían utilizarse espadas recuperables o flejes perdidos. Las espadas recuperables podrán ser de modelos comerciales o con barra o alambre de armar; En ambos casos se alojarán, para su retirada posterior, en tubos rígidos de PVC embutidos en el hormigón; Estos tubos serán del menor diámetro posible para cumplir su misión y de rigidez suficiente para resistir el proceso de hormigonado. Deberán contar en su extremo con piezas troncocónicas plásticas que una vez retiradas favorezcan el sellado de estos orificios; Estos tubos plásticos deberán retirarse del núcleo del hormigón por calentamiento o tracción.

Como flejes perdidos se entienden piezas metálicas planas que queden perdidas una vez hormigonado: de este tipo de tirantes solo se admitirán aquéllas que permitan un descabezamiento de sus extremos y el posterior sellado con un elemento plástico de la parte que sobresale.

Todos los orificios que queden en el hormigón debido a la colocación de espadas deberán ser rellenados con un mortero ligeramente expansivo de forma que rellene la totalidad del hueco. La aplicación deberá hacerse preferiblemente con embudo en vertical. Este mortero será del mismo color del hormigón y en caso contrario deberá pintarse en los paramentos con Techada de forma que se dé el color de estos paramentos.

Todos los costes de estos elementos de encofrado y sus operaciones auxiliares se consideran incluidos en el precio del hormigón.

6.3.11 Elementos para entibaciones

Las entibaciones podrán efectuarse, salvo definición expresa, con elementos de madera o metálicos.

La madera que se destine a entibación de zanjas, apeos, cimbras, andamios y demás medios auxiliares, no tendrá otra limitación que la de ser sana y con dimensiones suficientes para ofrecer la necesaria resistencia, con objeto de poner a cubierto la seguridad de la obra y del personal.

Cuando se utilicen paneles metálicos, éstos deberán estar diseñados para cumplir con su misión resistente y estar dotados de los elementos necesarios para su manejo con garantías de fiabilidad y seguridad.

En entibaciones cuajadas se utilizarán preferentemente puntales metálicos.

Igualmente, y salvo orden en contra de la Dirección de Obra, podrán utilizarse carros de elementos de entibación a base de paneles metálicos apuntalados entre sí mediante husillos.

6.3.12 Materiales para rellenos

Los materiales que emplear en cada una de las capas de relleno vendrán fijados en los Planos o Memoria. Cuando se utilicen las definiciones de suelos inadecuados, tolerables, adecuados o seleccionados, éstas harán referencia al Art. 330.3.1 del P.G.3.

En caso alternativo la calidad del relleno se fijará en Planos y Presupuesto, así como la procedencia de estos materiales.

Las exigencias anteriores se determinarán de acuerdo con las normas de ensayo NLT- 105/72, NLT-106/72, NLT-107/72, NLT-l l l/72, NLT-l l 8/59 y N-LT-152/72.

6.3.13 Tierra vegetal

La tierra vegetal que suministrar para su colocación en obra habrá de ser de excelente calidad, el material estará lo más disgregado posible no admitiéndose la presencia de terrones o tormos. No contendrá piedras ni elementos extraños, así como ramas o vegetación. La procedencia deberá ser notificada previamente a la Dirección de Obra que podría exigir la presentación por escrito de la autorización del propietario de los terrenos para la retirada de esta tierra vegetal.

6.3.14 Tubos para canalizaciones eléctricas

Serán de policloruro de vinilo y se utilizarán en las conducciones entre registros.

Serán de tipo rígido y sus espesores. La longitud mínima de los tubos será de 6 metros y su unión se realizará con sistema de abocardado para machihembrado, convenientemente encolada.

6.3.15 Registros y obras de fábrica "in situ"

Se construirán con los materiales y según dimensiones especificados en los planos para cada uno de ellos, quedando afectado por las prescripciones exigidas para los materiales que los componen.

Los elementos complementarios normalizados como tapas y pates deberán ser propuestos por el Contratista y aprobados por la Dirección de la Obra.

6.3.16 Marcos y tapas de registro

Los marcos y tapas de registro serán en todo caso de fundición nodular y de las dimensiones especificadas en los planos. Igualmente deberán contar con los elementos de cierre y maniobra que se especifiques, y su procedencia deberá ser aprobada por la Dirección de Obra.

6.3.17 Pates trepadores

Los pates, con las dimensiones que figuran en los planos, serán de Polipropileno reforzado, Aluminio con taco de polipropileno o Fundición nodular con revestimiento epoxídico.

6.3.18 Análisis y ensayos de los materiales

En relación con cuanto se prescribe en este Pliego acerca de las características de los materiales, el Contratista está obligado a presenciar o admitir en todo momento, aquellos ensayos o análisis que la Dirección Facultativa de las obras juzgue necesario realizar para comprobar la calidad, resistencia y características de los materiales empleados o que hayan de emplearse.

La elección de los laboratorios, la determinación de los procedimientos y normas a aplicar para la realización de los ensayos y análisis, y el enjuiciamiento o interpretación de sus resultados, será de la exclusiva competencia de la Dirección Facultativa de las obras, cualquiera que sea el Centro o Laboratorio que hubiere designado o aceptado para su realización. A la vista de los resultados obtenidos, la Dirección Facultativa de las obras podrá rechazar aquellos materiales que considere no responde a las condiciones del presente Pliego.

Todos los gastos que se originen por los ensayos y análisis de los materiales serán a cargo del Contratista.

6.3.19 Materiales en instalaciones auxiliares

Todos los materiales que emplee el Contratista en instalaciones y obras que parcialmente fueran susceptibles de quedar formando parte de las obras de modo provisional o definitivo cumplirán las especificaciones del presente Pliego, incluyendo lo referente a la ejecución de las obras, pudiendo la Dirección de Obra rechazarlos por entender que no cumplen los niveles de calidad mantenidos en este Pliego.

6.3.20 Materiales no especificados en el presente pliego

Los materiales no incluidos en el presente Pliego serán de primera calidad, debiendo presentar el Contratista, para recabar la aprobación de la Dirección Facultativa de las obras, cuantos catálogos, muestras, informes y certificados de los correspondientes fabricantes se estimen necesarios. Si la información no se considera suficiente, podrán exigirse los ensayos oportunos en los materiales a utilizar, con independencia del control de calidad propiamente dicho.

La Dirección Facultativa de las Obras podrá rechazar aquellos materiales que no reúnan a su juicio, la calidad y condiciones necesarios al fin a que han de ser destinados.

6.3.21 Presentación de muestras

Antes de ser empleados en obra los diferentes materiales que la constituyen y de realizar acopio alguno, el Contratista deberá presentar a la Dirección Facultativa de las obras las muestras correspondientes para que ésta pueda realizar los ensayos necesarios y decidir si procede la admisión de los mismos.

6.3.22 Materiales que no reúnan las condiciones

Cuando los materiales no fueran de la calidad prescrita en este Pliego o no tuvieran la preparación que en él se exige, o cuando a falta de prescripciones específicas de aquél se reconocieran que no eran adecuados para su fin, la Dirección Facultativa de las obras podrá dar orden al Contratista para que los reemplace por otros que satisfagan las condiciones establecidas, siendo los costes de esta sustitución a cargo del Contratista.

En caso de incumplimiento de esta orden, o transcurridos 15 días desde que se ordenó su retirada sin que ésta se haya producido, la Dirección Facultativa podrá retirar por cuenta y riesgo del Contratista y debiendo abonar éste los gastos ocasionados.

6.3.23 Responsabilidad del contratista

La recepción de los materiales no excluye la responsabilidad del Contratista sobre la calidad de los mismos, que quedará subsistente hasta que se reciban definitivamente las obras en que se hayan empleado, excepto a lo referente a vicios ocultos.

6.3.24 Cualificación de la mano de obra

Todo el personal empleado en la ejecución de los trabajos deberá reunir las debidas condiciones de competencia y comportamiento que sean requeridas a juicio de la Dirección Facultativa de las obras, quien podrá ordenar la retirada de la obra de cualquier dependiente y operario del Contratista que no satisfaga dichas condiciones, sea cual sea su cometido.

6.4 Ejecución y control de obras

6.4.1 Condiciones generales

El Contratista deberá conocer suficientemente las condiciones de las obras, de los materiales utilizables y de todas las circunstancias que puedan influir en la ejecución y en el coste de las obras, en la inteligencia de que, a menos de establecer explícitamente lo contrario en su oferta de licitación, no tendrá derecho a eludir sus responsabilidades ni a formular reclamación alguna que se funde en datos o antecedentes del Proyecto que puedan resultar equivocados o incompletos.

En la ejecución de las obras el Contratista adoptará todas las medidas necesarias para evitar accidentes y para garantizar las condiciones de seguridad de estas y su buena ejecución y se cumplirán todas las condiciones exigibles por la legislación vigente y las que sean impuestas por los Organismos competentes.

El Contratista está obligado al cumplimiento de las disposiciones vigentes en materia laboral, de Seguridad Social y de Seguridad e Higiene en el Trabajo y será el único responsable de las consecuencias de las transgresiones de dichas disposiciones en las Obras.

Como norma general, el Contratista deberá realizar todos los trabajos incluidos en el presente Proyecto adoptando la mejor técnica constructiva que cada obra requiera para su ejecución, y cumpliendo para cada una de las distintas unidades de obra las disposiciones que se describen en el presente Pliego. A este respecto se debe señalar que todos aquellos procesos constructivos emanados de la buena práctica de la ejecución de cada unidad de obra, y no expresamente relacionados en su descripción y precio, se consideran concluidos a efectos de Presupuesto en el precio de dichas unidades de obra.

6.4.2 Trabajos preliminares

Con conocimiento y autorización previa de la Dirección Facultativa el Contratista realizará a su cargo los accesos, acometidas eléctricas y de agua precisas para sus instalaciones y equipos de construcción, oficina, vestuarios, aseos y almacenes provisionales para las obras, ocupación de terrenos para acopios e instalaciones auxiliares, habilitación de vertederos, caminos provisionales y cuantas instalaciones precise o sean obligadas para la ejecución de las obras.

El Contratista deberá señalizar las obras correctamente y deberá establecer los elementos de balizamiento y las vallas de protección que puedan resultar necesarias para evitar accidentes y será responsable de los accidentes de cualquier naturaleza causados a terceros como consecuencia de la realización de los trabajos y especialmente de los debidos a defectos de protección.

En las zonas en que las obras afecten a carreteras o caminos de uso público, la señalización se realizará de acuerdo con la Orden Ministerial del Ministerio de Obras Públicas de 14 de marzo de 1960 y las aclaraciones complementarias que se recogen en la O.C. 67/1960 de la Dirección General de Carreteras.

6.4.3 Replanteo

El replanteo general de las obras se efectuará de acuerdo con lo dispuesto en el art. 8 del Pliego de Condiciones Generales del Estado. En el acta que al efecto ha de levantar el Contratista ha de hacer constar expresamente que se ha comprobado, a plena satisfacción suya, la correspondencia en planta y cota relativas, entre la situación de las señales fijas que se han construido en el terreno y las homólogas indicadas en los planos, donde están referidas las obras proyectadas, así como también que dichas señales son suficientes para poder determinar perfectamente cualquier parte de la obra proyectada de acuerdo con los planos que figuran en el Proyecto sin que se ofrezca ninguna duda sobre su interpretación. En el caso de que las señales construidas en el terreno no existan o no sean suficientes para poder determinar alguna parte de la obra, la propiedad establecerá a su cargo, por medio de la Dirección Facultativa, las que se precisen para que puedan tramitarse y sea aprobada el Acta.

En obras de carácter lineal, y antes de la firma del Acta, es imprescindible confrontar las coordenadas, entre las diversas bases de replanteo de la obra; especialmente en cota z, en aquellos tramos que exijan una nivelación cuidadosa. El contratista comprobará cuales son, si existen, las diferencias entre las coordenadas de las bases reflejadas en el proyecto y las reales, debiendo informar a la Dirección de la Obra las desviaciones observadas, evitando así, la ejecución de tramos defectuosos.

Una vez firmada el Acta por ambas partes, el Contratista quedará obligado a replantear por sí las partes de la obra según precise para su construcción, de acuerdo con los datos de los planos o los que le proporcione la Dirección Facultativa en caso de modificaciones aprobadas o dispuestas por la Propiedad. Para ello fijará en el terreno, además de las ya existentes, las señales y dispositivos necesarios para que quede perfectamente marcado el replanteo parcial de la obra a ejecutar.

La Dirección Facultativa, por si por el personal a sus órdenes, puede realizar todas las comprobaciones que estime oportunas sobre los replanteos parciales. También podrá, si así lo estima conveniente, replantear directamente con asistencia del Contratista las partes de la obra que desee, así como introducir modificaciones precisas en los datos de replanteo general del Proyecto. Si alguna de las partes lo estima necesario se levantará Acta de estos replanteos parciales y, obligatoriamente, en las modificaciones del replanteo general, debiendo quedar indicada en la misma los datos que se consideren necesarios para la construcción o modificación de la obra ejecutada

Todos los gastos del replanteo general, así como los que se ocasionen al verificar los replanteos parciales y comprobación de replanteos, serán de cuenta del contratista.

Los gastos de replanteo originados por cualquier variación debida a iniciativa de la Propiedad serán sufragados por ella.

El Contratista responderá de la conservación de las señales fijas comprobadas en el replanteo general y de las que indique la Dirección Facultativa de los replanteos parciales, no pudiéndose inutilizar ninguna sin su autorización por escrito. En el caso de que, sin dicha conformidad, se inutilice alguna señal, la Dirección Facultativa dispondrá se efectúen los trabajos necesarios para reconstruirla o sustituirla por otras, siendo de cuenta del Contratista los gastos que se originen. También podrá la Dirección Facultativa suspender la ejecución de las partes de obra que queden indeterminadas a causa de inutilizarse una o varias señales fijas, y ello hasta que sean sustituidas por otras una vez comprobadas y autorizadas.

Cuando el Contratista haya efectuado un replanteo parcial para determinar cualquier parte de la obra general o de las auxiliares, deberá dar conocimiento de ello a la Dirección Facultativa para que ésta realice su comprobación si así lo cree conveniente y para que autorice el comienzo de esa parte de la obra. Con carácter general, y siempre que lo ordene la Dirección Facultativa, deberá replantearse el contorno de los alzados antes de empezar la ejecución de estos.

6.4.4 Acceso a las obras

El Contratista deberá conservar permanentemente a su costa el buen estado de las vías públicas y privadas utilizadas por sus medios como acceso a los tajos. Si se deterioran por su causa quedará obligado a dejarlas, al finalizar las obras, en similares condiciones a las existentes al comienzo.

Lo anterior es aplicable al paso a través de fincas no previstas en las afecciones del Proyecto si el Contratista ha conseguido permiso de su propietario para su utilización.

En tanto no se especifique expresamente en la Memoria o el Presupuesto, la apertura, construcción y conservación de todos los caminos de acceso y servicios de obra son a cargo del Contratista.

6.4.5 Excavaciones

El movimiento de tierras se realizará de acuerdo con las rasantes, anchos y taludes que figuran en los planos y las que determine la Dirección Facultativa.

El Adjudicatario asumirá la obligación de ejecutar estos trabajos atendiendo a la seguridad de las vías públicas y de las construcciones colindantes y aceptará la responsabilidad de cuantos daños se produzcan por no tomar las medidas de precaución, desatender las órdenes del director Facultativo o su representante o por defectuosa ejecución de los trabajos indicados.

Deberán ejecutarse todas las entibaciones necesarias para garantizar la seguridad de los operarios, edificaciones, elementos de sustentación de instalaciones, siendo el Contratista responsable de los daños causados por no tomar las debidas precauciones.

El coste de las entibaciones se entiende comprendido en los precios fijados en los cuadros, salvo especificación en contra en Presupuesto.

Todos los paramentos de las zanjas y pozos quedarán perfectamente refinados y los fondos nivelados y limpios por completo.

Será por cuenta del Contratista la conservación en perfectas condiciones y la reparación, en su caso, de todas las averías de cualquier tipo, causadas por las obras de movimiento de tierras en las conducciones públicas o privadas de agua, electricidad, teléfonos, saneamiento, etc.

Asimismo, y salvo especificación en contra en el Presupuesto, será de cuenta del Contratista los bombeos y agotamientos de la zanja o excavación para garantizar un trabajo en seco que asegure la calidad de la obra.

El Contratista será responsable de cualquier error de alineación o rasante, debiendo rehacer, a su costa, cualquier clase de obra indebidamente ejecutada.

En el caso en que el relleno se vaya a realizar con productos de excavación todos los materiales sobrantes se deberán transportar a vertedero estando incluido en el precio la carga, el transporte y el acondicionamiento del vertedero, así como los costes y responsabilidades inherentes a su utilización que serán de cuenta del Adjudicatario, éste deberá informar previamente a la Dirección Facultativa de la ubicación y características de este.

Se cumplirán además todas las disposiciones generales, que sean de aplicación, de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

Todas las canalizaciones que existan en la zona de excavación o próximas a ella, tanto si figuran o no en Proyecto, deberán ser localizadas previamente, y desviadas provisional o definitivamente por el Contratista, o reparadas en caso de rotura, cuyo coste se entiende incluido en los precios sin que el Contratista pueda hacer reclamación alguna

en este sentido a la Propiedad. La aproximación a ellos deberá realizarse mediante excavación manual hasta recubrir totalmente el tramo afectado.

Durante la ejecución de los trabajos, se deben examinar con frecuencia, sobre todo si se trata de voladuras, los taludes de los cortes y zonas adyacentes, llevando a cabo que suele aumentar con el tiempo de exposición.

Se podrán emplear sistemas de excavación clasificada o no clasificada, es decir, clasificando las tierras por su dureza o admitiendo una única categoría (no clasificada) de "todo terreno". Para la excavación clasificada se consideran tres tipos generales: Excavación en roca (uso de explosivos), Excavación en tierras de tránsito (uso de excavadoras pesadas) y Excavación en terreno blando (puede realizarse a mano o a máquina).

En el precio de la excavación van incluidas las operaciones adicionales necesarias para efectuar un acopio separado, y dentro de la zona de servidumbre dispuesta, de la capa de tierra vegetal que se extraiga de la zona superior de la excavación en las zonas de cultivo, así como las necesarias para posibles acopios intermedios de los productos de excavación.

Cuando la base de la zanja presente malas condiciones, a juicio de la Dirección Facultativa, podrá instalarse una base granular; aumentando para ello la profundidad necesaria de excavación con una anchura igual a la base de la zanja proyectada.

El ritmo de las excavaciones quedará supeditado a las instrucciones de la Dirección de Obra y otras prescripciones de este Pliego. En cualquier caso, no se permitirá el ejecutar excavaciones que se prevea vayan a quedar abiertas por un espacio de tiempo en que puedan verse afectadas por las condiciones climatológicas.

6.4.6 Rellenos de tierras

Los rellenos no se ejecutarán sin la autorización expresa de la Dirección Facultativa.

No se aceptarán rellenos con detritos ni escombros procedentes de derribos o demoliciones, debiéndose emplear en los mismos los materiales más adecuados a tal fin.

El relleno de las zanjas se podrá realizar con materiales de excavación, si bien retirando los elementos de tamaño superior a 5 cm. El relleno se hará en tongadas de espesor no superior a 40 cm, compactando adecuadamente, hasta la cota de restitución de la tierra vegetal, desde donde se continuará con la tierra vegetal previamente seleccionada.

En el precio del relleno se considera incluido la carga y transporte en caso de haber tenido que efectuar acopios intermedios.

En el caso de rellenos de obras civiles lineales en que haya que rellenar trasdoses a ambos lados, este relleno se efectuará - obligatoriamente de forma simétrica, ascendiendo con el mismo de forma simultánea en ambos lados.

La Dirección Facultativa establecerá la zonificación y número de pruebas o ensayos de compactación, que deberán

realizarse por un laboratorio homologado. El costo de estos ensayos de control sistemático será a cargo del Contratista. No se autoriza el relleno de una capa superior si previamente no se han realizado los ensayos de compactación de la capa inferior y sus resultados han sido satisfactorios a criterio de la Dirección Facultativa.

Los ensayos de PM., Proctor Modificado, se realizarán según la Norma NLTg108/72.

Los asientos producidos en las excavaciones de obras de fábricas o en zanjas de la conducción durante el período de garantía deberán reponerse bien superficialmente

o sustituyendo el relleno existente según lo indique la Dirección Facultativa a cargo del Contratista de la obra, incluyendo los daños que como consecuencia de los asientos o de la propia reparación puedan producirse.

Se observarán asimismo las especificaciones al respecto contenidas en el art. 321 del PG-3.

6.4.7 Obras de hormigón en masa o armado

6.4.7.1. Consideraciones generales

En la ejecución de todas las obras de hormigón, ya sean en masa o armado, se seguirá en todo momento las prescripciones impuestas en la vigente instrucción para el proyecto y ejecución de obras de hormigón en masa o armado, EHE-98 y las observaciones de la Dirección Facultativa de la Obra.

El Nivel de Control para los Hormigones será el que se define en Planos y Memoria.

El Contratista antes de iniciar el hormigonado de un elemento informará a la Dirección Facultativa, sin cuya autorización no podrá iniciarse el vertido del hormigón.

En los ensayos de control, en caso de que la resistencia característica resultara inferior a la carga de rotura exigida, el Contratista estará obligado a aceptar las medidas correctoras que adopte la Dirección de la Obra, reservándose siempre ésta el derecho a rechazar el elemento de obra o bien a considerarlo aceptable, pero abonable a precio inferior al establecido en el Cuadro para la unidad de que se trata.

El control de calidad del hormigón y sus materiales componentes se ajustará a lo previsto en el capítulo IX de Instrucción EHE-98.

Respecto de los criterios de aceptación de un hormigón cuyos ensayos dan una resistencia de entre 0'9 y 1'0 fck se estará a lo dispuesto en la EHE-98, con la imposición de las siguientes sanciones económicas:

PA = (0,7 + 3(k - 0,9) pp

Donde:

- Pa = precio abono
- K = (Fck resultado) / (Fck proyecto)
- pp = Precio proyecto

En caso de resistencia inferior al 90 % de la exigida, la Dirección de Obra podrá elegir entre la demolición del elemento, su aceptación mediante refuerzo si procede, o su aceptación sin refuerzo. En estos dos últimos casos la Dirección establecerá el precio a pagar.

Las decisiones derivadas del control de resistencia se ajustarán a lo previsto en el art. 84 de la Instrucción EHE-98.

El Contratista si así se ordena suministrará sin cargo a la Dirección de Obra, o a quien ésta designe, las muestras necesarias para la ejecución de los ensayos.

Los hormigones preparados en Planta se ajustarán a la Norma EHPRE-72.

6.7.4. Ejecución de las obras

La ejecución de las obras de hormigón en masa o armado incluye, entre otras, las operaciones siguientes:

- **Preparación del tajo:**

Antes de verter el hormigón fresco, sobre la roca o suelo de cimentación o sobre la tongada inferior de hormigón endurecido, se limpiarán las superficies incluso con chorro de agua y aire a presión, y se eliminarán los charcos de agua que hayan quedado.

Previamente al hormigonado de un tajo, la Dirección de la Obra, podrá comprobar la calidad de los encofrados pudiendo exigir la rectificación o refuerzo de éstos si a su juicio no tienen la suficiente calidad de terminación o resistencia.

También podrá comprobar que las barras de las armaduras se fijen entre sí mediante las oportunas sujeciones, no permitiéndose la soldadura excepto en mallazos preelaborados, se mantendrá la distancia de las armaduras al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de aquella durante el vertido y compactación del hormigón, y permitiéndose a este envolver los separadores sin dejar coqueras. Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras de las placas, losas o voladizos, para evitar su descenso.

No obstante, estas comprobaciones no disminuyen en nada la responsabilidad del Contratista en cuanto a la calidad de la obra resultante.

Para iniciar el hormigonado de un tajo se saturará de agua la superficie existente o tongada anterior y se mantendrán húmedos los encofrados.

- **Transporte del hormigón**

Para el transporte del hormigón se utilizarán procedimientos adecuados para que las masas lleguen al lugar de su colocación sin experimentar variación sensible de las características que poseían recién amasadas; es decir, sin presentar disgregación, intrusión de cuerpos extraños, cambios apreciables en el contenido de agua, etc.

Especialmente se cuidará de que las masas no lleguen a secarse tanto que se impida o dificulte su adecuada puesta en obra y compactación.

Cuando se empleen hormigones de diferentes tipos de cemento, se limpiará cuidadosamente el material de transporte antes de hacer el cambio de conglomerante.

- **Puesta en obra del hormigón**

Como norma general, no deberá transcurrir más de una hora (1 h.) entre la fabricación del hormigón y su puesta en obra y compactación. Podrá mortificarse este plazo si se emplean conglomerantes o aditivos especiales: pudiéndose aumentar, además, cuando se adopten las medidas necesarias para impedir la evaporación del agua o cuando concurran favorables condiciones de humedad y temperatura. En ningún caso se tolerará la colocación de obra de masas que acusen un principio de fraguado, segregación o desecación.

No se permitirá el vertido libre del hormigón desde alturas superiores a dos metros y medio (2'5 m.) quedando prohibido el arrojarlo con la pala a gran distancia, distribuirlo con rastrillos, hacerlo avanzar más de un metro (1 m.) dentro de los encofrados, o colocarlo en capas o tongadas cuyo espesor sea superior al que permita una compactación completa de la masa.

Tampoco se permitirá el empleo de canaletas y trompas para el transporte y vertido del hormigón, salvo que la Dirección de Obra lo autorice expresamente en casos particulares.

Como norma general se recurrirá sistemáticamente a la puesta en obra del hormigón mediante bomba excepto en aquellos casos en que sea factible el vertido directo, y con caída de menos de 2'5 m., desde las canaletas propias de un camión hormigonera. El importe del bombeo del hormigón está incluido en el precio de esta unidad de obra.

- **Compactación del hormigón**

Salvo en los casos especiales, la compactación del hormigón se realizará siempre por vibración, de manera tal que se

eliminen los huecos y posibles coqueras, sobre todo en los fondos y paramentos de los encofrados, especialmente en los vértices y aristas y se obtenga un perfecto cerrado de la masa sin que llegue a producirse segregación.

El proceso de compactación deberá prolongarse hasta que refluya la pasta a la superficie.

Si se avería uno de los vibradores empleados y no se puede sustituir inmediatamente, se reducirá el ritmo del hormigonado, o el Contratista procederá a una compactación por apisonado aplicado con barra, suficiente para terminar el elemento que se está hormigonado, no pudiéndose iniciar el hormigonado de otros elementos mientras no se haya reparado o sustituido el vibrador averiado.

- **Juntas de Hormigonado**

Las juntas de hormigonado no previstas en los planos se situarán en dirección lo más normal posible a la de las tensiones de compresión.

Antes de reanudar el hormigonado se limpiará la junta de toda suciedad o árido que haya quedado suelto y se retirará la capa superficial de mortero, dejando los áridos al descubierto.

Realizada la operación de limpieza, se humedecerá la superficie de la junta, sin llegar a encharcarla, antes de verter el nuevo hormigón.

En ningún caso se pondrá en contacto hormigones fabricados con diferentes tipos de cemento que sean incompatibles entre sí.

En cualquier caso, teniendo en cuenta lo anteriormente señalado, el Contratista propondrá a la Dirección de Obra, para su V' B' o reparos, la disposición y forma de las juntas entre tongadas o de limitación de tajo que estime necesarias para la correcta ejecución de las diferentes obras y estructuras previstas, con suficiente antelación a la fecha en que se prevean realizar los traba os, antelación que no será nunca inferior a quince días (15).

- **Acabado del hormigón**

Las superficies del hormigón deberán quedar terminadas de forma que presenten buen aspecto, sin defectos ni rugosidades.

Si a pesar de todas las precauciones apareciesen defectos o coqueras, se picará y rellenará con mortero especial aprobado por la D.F. del mismo color y calidad que el hormigón, para lo cual se pintará adecuadamente tras su puesta en obra.

En las superficies no encofradas el acabado se realizará con el mortero del propio hormigón. En ningún caso se permitirá la adición de otro tipo de mortero e incluso tampoco aumentar la dosificación en las masas finales del hormigón.

- **Observaciones generales respecto a la ejecución**

Durante la ejecución se evitará la actuación de cualquier carga estática o dinámica que pueda provocar daños en los elementos ya hormigonados. Se recomienda que en ningún momento la seguridad de la estructura durante la ejecución sea inferior a la prevista en el proyecto para la estructura en servicio.

Se adoptarán las medidas necesarias para conseguir que las disposiciones constructivas y los procesos de ejecución se ajusten en todo a lo indicado en el proyecto.

En particular, deberá cuidarse de que tales disposiciones y procesos sea compatibles con las hipótesis consideradas en el cálculo especialmente en lo relativo a los enlaces (empotramientos, articulaciones, apoyos simples, etc.).

- **Desencofrado**

Tanto en los distintos elementos que constituyen el encofrado (costeros, fondos, etc.), como los apeos y cimbras, se retirarán sin producir sacudidas ni choques en la estructura, recomendándose, cuando los elementos sean de cierta importancia, el empleo de cuñas, cajas de arena, gatos u otros dispositivos análogos para lograr un descenso uniforme de los apoyos.

Las operaciones anteriores no se realizarán hasta que el hormigón haya alcanzado la resistencia necesaria para soportar con suficiente seguridad y sin deformaciones excesivas, los esfuerzos que va a estar sometido durante y después del desencofrado o descimbramiento. Se recomienda que la seguridad no resulte en ningún momento inferior a la prevista para la obra en servicio.

Se pondrá especial atención en retirar todo elemento de encofrado que pueda impedir el libre juego de las juntas de retracción o dilatación, así como de las articulaciones, si las hay.

A título de orientación pueden utilizarse los plazos de desencofrado o descimbramiento dados por la fórmula expresada en la Instrucción EHE-98.

La citada fórmula es sólo aplicable a hormigones fabricados con cemento portland y en el supuesto de que su endurecimiento se haya llevado a cabo en condiciones ordinarias.

En la operación de desencofrado es norma de buena práctica mantener los fondos de vigas y elementos análogos, durante doce horas, despegados del hormigón y a unos dos o tres centímetros del mismo, para evitar los perjuicios que pudiera ocasionar la rotura, instantánea o no, de una de estas piezas al caer desde gran altura.

Dentro de todo lo indicado anteriormente el desencofrado deberá realizarse lo antes posible, con objeto de iniciar cuanto antes las operaciones de curado.

- Curado

El curado deberá realizarse manteniendo húmedas las superficies de los elementos de hormigón. Podrá hacerse mediante riego directo que no produzca deslavados o por otros sistemas capaces de aportar la humedad necesaria, aconsejándose el uso de arpilleras humedecidas.

El no efectuar las operaciones de curado es causa de penalización. Esta será impuesta por la Dirección Facultativa en la cuantía que estime oportuno, no teniendo derecho el Contratista a reclamación alguna por este concepto.

6.4.8 Armaduras que emplear en hormigón armado

Las armaduras se colocarán limpias, exentas de toda suciedad, grasa y óxido no adherente. Se dispondrán de acuerdo con las indicaciones de los planos, y se fijarán entre sí mediante las oportunas sujeciones manteniéndose mediante piezas adecuadas la distancia al encofrado, de modo que quede impedido todo movimiento de las armaduras durante el vertido y compactación del hormigón y permitiendo a éste envolverlas sin dejar coquetas. No se admitirá el soldado de barras entre sí, salvo en el caso de mallazos preelaborados.

Estas precauciones deberán extremarse con los cercos de los soportes y armaduras del trasdós de placas, losas o voladizos, para evitar su descenso. Los empalmes y solapes serán los indicados en los Planos, o en caso contrario se dispondrán de acuerdo con lo prescrito en la Instrucción EHE-98.

La separación de las armaduras paralelas entre sí será superior a su diámetro y mayor de un centímetro. La separación de las armaduras a la superficie del hormigón será por lo menos igual al diámetro de la barra, y en todo caso lo que se marque en planos. Antes de comenzar las operaciones de hormigonado, el Contratista deberá obtener la Dirección de Obra, la aprobación de las armaduras colocadas.

En el caso de tener que recurrir a operaciones para el modificado de posición de barras, introducción de nuevas barras en hormigón endurecido, etc., se deberá contar en todo caso con la aprobación de la Dirección de Obra del método que se proponga.

7. ESPECIFICACIONES SOBRE EL CONTROL DE CALIDAD

Por parte de la Propiedad, y con la aprobación de la Dirección Facultativa, se encargará a un Laboratorio de Control de Calidad, con homologación reconocida, la ejecución del Control de Calidad de aceptación. Independientemente el Constructor deberá llevar a su cargo y bajo su responsabilidad el Control de Calidad de producción.

El Constructor deberá facilitar, a su cargo, al Laboratorio de Control designado por la Propiedad, las muestras de los distintos materiales necesarios, para la realización de los ensayos que se relacionan, así como aquellos otros que estimase oportuno ordenar la Dirección Facultativa. Con el fin de que la realización de los ensayos no suponga obstáculo alguno en la buena marcha de la obra, las distintas muestras de materiales se entregarán con antelación suficiente, y que como mínimo será de 15 días más el propio tiempo de realización del ensayo.

Por lo que respecta a los controles de ejecución sobre unidades de obra, bien en período constructivo, bien terminadas, el Constructor facilitará al Laboratorio de Control todos los medios auxiliares y mano de obra no cualificada, que precise para la realización de los distintos ensayos y pruebas.

En el presente proyecto, se detalla la relación de materiales con especificación de los controles a realizar, y su intensidad de muestreo, en su grado mínimo. El incumplimiento de cualquiera de las condiciones fijadas para los mismos conducirá al rechazo del material en la situación en que se encuentra, ya sea en almacén, bien acoplado en la obra, o colocado, siendo de cuenta del Constructor los gastos que ocasionase su sustitución. En este caso, el Constructor tendrá derecho a realizar a su cargo, un contra ensayo, que designará el director de Obra, y de acuerdo con las instrucciones que al efecto se dicten por el mismo. En base a los resultados de este contra ensayo, la Dirección Facultativa podrá autorizar el empleo del material en cuestión, no pudiendo el Constructor plantear reclamación alguna como consecuencia de los resultados obtenidos del ensayo origen.

Ante un supuesto caso de incumplimiento de las especificaciones, y en el que, por circunstancias de diversa índole, no fuese recomendable la sustitución del material, y se juzgase como de posible utilización por parte de la Dirección Facultativa, previo el consentimiento de la Propiedad, el director de Obra podrá actuar sobre la devaluación del precio del material, a su criterio, debiendo el Constructor aceptar dicha devaluación, si la considera más aceptable que proceder a su sustitución. La Dirección Facultativa decidirá si es viable la sustitución del material, en función de los condicionamientos de plazo marcados por la Propiedad.

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

1. CONSIDERACIONES PREVIAS

1.1 Introducción

En cumplimiento a lo dispuesto en el artículo 4 del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), se redacta el presente documento para aquellos residuos generados en la obra, instalaciones auxiliares y fase de explotación comprendidos en el Proyecto de Ejecución de Planta Fotovoltaica "ASPARRENA" (3,78 MWp/3,25 MWn) en el T.M. Asparrena (Álava).
Se establece que la obra deberá cumplir con las obligaciones de productor y poseedor de residuos de construcción y demolición recogidas en el Real Decreto 105/2008 evitando la creación de escombreras o abandonando residuos de cualquier naturaleza.

Titular y emplazamiento:

- Peticionado: MAGNA FV, S.L.

Proyecto: Proyecto de Ejecución de la Planta Fotovoltaica "Asparrena" (3,78 MWp/3,25 MWn) en el T.M. Asparrena (Álava).

- Emplazamiento: Asparrena (Álava).

1.2 Legislación

- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados (BOE núm. 181, de 29.07.2011). - Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero (BOE núm. 187, de 08.07.2020). - Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la Lista Europea de Residuos (BOE núm. 43, de 19.02.2002).
- Ley 6/2003, de 20 de marzo, del Impuesto de Depósito de Residuos. - Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE núm. 255, de 24.10.2007).
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (BOE núm. 38, de 13.02.2008).

1.3 Definiciones

El Real Decreto 105/2008 de 1 de febrero recoge las siguientes definiciones:

- Residuos de Construcción y Demolición

Cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de "residuo" de la ley 22/2011 se genere en una obra de construcción o demolición.

- Obra de construcción y demolición

Construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble, tal como un edificio, carretera, puerto, aeropuerto, ferrocarril, canal, presa, instalación deportiva o de ocio, así como cualquier otro análogo de ingeniería civil. Además, también se considerarán los trabajos que modifiquen la forma o sustancia del terreno o del subsuelo, tales como excavaciones, inyecciones, urbanizaciones u otros análogos.

- Productor

El productor de la obra objeto del presente proyecto será el Promotor como titular del bien objeto de la actuación. El productor está obligado además de disponer la documentación que acredite que los residuos y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o eliminación para su tratamiento por un gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el RD 105/2008 y, en particular, en el Estudio de Gestión de residuos de la obra o en sus posteriores modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

- Poseedor

En el artículo 5 del RD 105/2008 se establecen las obligaciones del poseedor de RCD´s, en el que se indica que la persona física o jurídica que ejecute la obra está obligada a presentar a la propiedad de esta un plan que refleje como llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los RCD´s que se vayan a producir en la obra. El Plan, una vez aprobado por la dirección facultativa y aceptado por la propiedad, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de los residuos, cuando no proceda a gestionar los residuos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

2. IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS GENERADOS

La identificación de los residuos a generar, codificados con arreglo a la Lista Europea de Residuos, publicada por orden MAM/304/2002 del Ministerio de Medio Ambiente, de 8 de febrero, se muestra en la siguiente tabla:

RCDs de Nivel I

Residuos generados por el desarrollo de las obras de infraestructura de ámbito local o supramunicipal contenidas en los diferentes planes de actuación urbanística o planes de desarrollo de carácter regional, siendo resultado de los excedentes y excavación de los movimientos de tierra generados en el transcurso de dichas obras. Se trata, por tanto, de las tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación.

A.1.: RCDs Nivel I

	1. TIERRAS Y PÉTROLEOS DE LA EXCAVACION	
X	17 05 04	Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
	17 05 06	Lodos de drenaje distintos de los especificados en el código 17 05 06
	17 05 08	Balasto de vías férreas distinto del especificado en el código 17 05 07

RCDs de Nivel II

Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios. Son residuos no peligrosos los que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas.

Los residuos inertes no son solubles ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente ni de ninguna otra manera, ni son biodegradables, ni afectan negativamente a otras materias con las que entran en contacto de forma que puedan
dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. Se contemplan los residuos inertes procedentes de obras de construcción y demolición, incluidos los de obras menores de construcción y reparación domiciliaria sometidas a licencia municipal o no.

A.2.: RCDs Nivel II

	RCD: Naturaleza no pétrea	
X	1.Asfalto	
	17 05 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01
	2.Madera	
	17 05 01	Madera
	3.Metales	
X	17 04 01	Cobre, bronce, latón
X	17 04 02	Aluminio
	17 04 03	Plomo
X	17 04 04	Zinc
X	17 04 05	Hierro y Acero
	17 04 06	Estaño
	17 04 07	Metales mezclados
X	17 04 11	Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10
	4.Papel	
	20 01 01	Papel
	5.Plástico	
	6. Vidrio	
X	17 02 02	Vidrio
	7. Yeso	
X	17 08 02	Materiales de construcción a partir de Yeso distintos a los del código 17 08 01
	RCD: Naturaleza pétrea	
	1.Arena Grava y otros áridos	
X	01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los del código 01 04 07
X	01 04 09	Residuos de arena y arcilla
	2.Hormigon	
	17 01 01	Hormigón
X	2.Ladrillos, azulejos y otros cerámicos	
X	17 01 02	Ladrillos
	17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
X	17 01 07	Hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintos de 17 01 06

X	4.Piedra	
	17 09 04	RCDs mezclados distintos a los de los códigos 17 09 01, 02 y 03

	RCD: Potencialmente peligrosos y otros	
	1.Potencialmente peligrosos y otros	
	17 01 06	Mezcla de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos con sustancias peligrosas (SP´s)
	17 02 04	Madera, vidrio o plástico con sustancias peligrosas o contaminadas por ellas
	17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla
	17 03 03	Alquitrán de hulla y productos alquitranados
	17 04 09	Residuos metálicos contaminados con sustancias peligrosas
	2.Basuras	
	20 02 01	Residuos biodegradables
X	20 03 01	Mezcla de residuos municipales

3. ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS QUE SE GENERARAN

Los residuos que se generaran pueden clasificarse según el tipo de obra en:

1. Residuos procedentes de los trabajos previos (replanteos, excavaciones, movimientos…)
2. Residuos de procedentes de la cimentación de los apoyos.
3. Residuos procedentes de las demoliciones.
4. Residuos procedentes de la excavación de la zanja de la línea subterránea de MT.

NOTA: para una Obra Nueva, en ausencia de datos más contrastados, la experiencia demuestra que se pueden usar datos estimativos estadísticos de 1 cm de altura de mezcla de residuos por m² construido, con una densidad tipo del orden de 1,5 a 0,5 Tm/m³.

Para arquetas suponemos que un 80% de la tierra no se reutiliza en tapar la zanja, y que de éste 80% un 10% es de residuos Nivel II.
Según estas hipótesis y las mediciones del proyecto, la estimación completa de residuos a generar en la obra es:

Estimación de residuos Nivel I	
Longitud de zanjas 0,35X0,75	676,88 m

Longitud de zanjas 0,95X0,51	822,08 m
Longitud de zanjas 0,6X1,00	1793,20 m
Volumen arquetas	4,80 m^3
Volumen total de zanjas	412,97 m^3
Volumen desbroce y limpieza	2.110,00 m^3
Volumen total de residuos	2.527,77 m^3

Tabla X. Estimación de residuos zanjas

Estimación de residuos CT	
Longitud de excavación	5,00 m
Ancho de excavación	5,00 m
Profundidad de excavación	0,50 m
Volumen total de excavación	12,50 m^2
Volumen total de residuos	11,25 m^2
Volumen de tierras sobrantes	10,13 m^2
Volumen de RCDs Nivel II	1,13 m^2

Tabla X. Estimación de residuos CT

Con el dato estimado de RCDs por metro cuadrado de construcción y en base a los estudios realizados de la composición en peso de los RCDs que van a vertederos, se consideran los siguientes pesos y volúmenes en función de la tipología de residuo:

A.1.: RCDs Nivel I				
		Tm	d	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RCD		Toneladas de RCD	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m^3

				volumen de tierras
1.Tierras y pétreos de la excavación				
Tierras y pétreos procedentes de la excavación estimados directamente desde los datos de proyecto		3.791,65	1,50	2.527,77
A.2.: RCDs Nivel II				
	%	Tm	D	V
Evaluación teórica del peso por tipología de RCD	% de peso	Tonelada de cada tipo de RCD	Densidad tipo (entre 1,5 y 0,5)	m^3
RCD: Naturaleza no pétrea				
1.Asfalto	0	0	1,3	0
2.Madera	0	0	0,6	0
3.Metales	0,05	10,125	1,5	6,75
4.Papel	0,025	3,037	0,9	3,375
5.Plástico	0,015	1,822	0,9	2,025
6.Vidrio	0,005	1,0125	1,5	0,675
7.Yeso	0,005	0,81	1,2	0,675
Total estimación	0,1			
RCD: Naturaleza pétrea				
1.Arenas, grava y otros áridos	0,14	8,1	1,5	5,4
2.Hormigon	0,12	24,3	1,5	16,2
3.Ladrillo, azulejos y otros cerámicos	0,54	109,35	1,5	72,9
4.Piedra	0,05	10,125	1,5	6,75
Total estimación	0,85			
RCD: Potencialmente peligrosos y otros				
1.Basuras	0,05	6,075	0,9	6,75
2.Potencialmente peligrosos y otros	0			
Total estimación	100	168,75		121,5

NOTA: Los porcentajes (%) se extraen del Plan Nacional de Residuos 2001 - 2006. Se basan en los estudios realizados en la Comunidad de Madrid para obra nueva. El Plan RCD de la CAM 2002-2011 establece valores ligeramente diferentes, pero siempre se trata de una estimación variable en función del tipo de obra.

Volumen en m³ de Tierras no reutilizadas procedentes de excavaciones y movimientos	0m³

4. MEDIDAS PARA LA PREVENCIÓN DE RESIDUOS

La primera prioridad respecto a la gestión de residuos es minimizar la cantidad que se genere.

Para conseguir esta reducción, se han seleccionado una serie de medidas de prevención que deberán aplicarse durante la fase de ejecución de la obra:

- Todos los agentes intervinientes en la obra deberán conocer sus obligaciones en relación con los residuos y cumplir las órdenes y normas dictadas por la Dirección Técnica.

- Se deberá optimizar la cantidad de materiales necesarios para la ejecución de la obra. Un exceso de materiales es origen de más residuos sobrantes de ejecución.

- Se preverá el acopio de materiales fuera de zonas de tránsito de la obra, de forma que permanezcan bien embalados y protegidos hasta el momento de su utilización, con el fin de evitar la rotura y sus consiguientes residuos.

- Utilización de elementos prefabricados.

- Las arenas y gravas se acopian sobre una base dura para reducir desperdicios.

- Si se realiza la clasificación de los residuos, habrá que disponer de los contenedores más adecuados para cada tipo de material sobrante. La separación selectiva se deberá llevar a cabo en el momento en que se originan los residuos. Si se mezclan, la separación posterior incrementa los costes de gestión.
- Los contenedores, sacos, depósitos y demás recipientes de almacenaje y transporte de los diversos residuos deberán estar debidamente etiquetados.
- Se impedirá que los residuos líquidos y orgánicos se mezclen fácilmente con otros y los contaminen. Los residuos se deben depositar en los contenedores, sacos o depósitos adecuados.

5. OPERACIONES DE SEPARACIÓN, REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN Y ELIMINACIÓN DE LOS RESIDUOS

5.1 Operaciones de separación de los residuos en obra

En base al artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, los residuos de construcción y demolición deberán parase en fracciones, cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón 160 Tm
- Ladrillos, tejas, cerámicos 80 Tm
- Metal 2 Tm
- Madera 1 Tm
- Vidrio 1 Tm
- Plástico 0,5 Tm
- Papel y Cartón 0,5 Tm

En nuestro caso, aunque no se superan los supuestos de generación contemplados en el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, se aplicarán las siguientes medidas propuestas:

- Eliminación previa de elementos desmontables y/o peligrosos.
- Segregación en obra nueva.
- Separación "in situ" de los RCD marcados en el artículo 5.5 del Real Decreto 105/2008, aunque no se superen en la estimación inicial las cantidades limitantes.

5.2 Operaciones de reutilización y valorización.

Dadas las características de la obra, no se prevé en principio la reutilización ni valorización "in situ" de los residuos, a excepción de parte de las tierras procedentes de la excavación de zanjas, que se reutilizarán en la propia obra, yendo la otra parte a vertedero autorizado. Sin embargo, se procurará la reutilización en las propias instalaciones de aquellos elementos retirados y desmontados que se encuentren en buenas condiciones, como, por ejemplo, cables o tubos de las canalizaciones. En cualquier caso, se llevará a cabo la separación selectiva de los residuos que se generen para favorecer su valorización y reutilización en la propia instalación u otras externas a la obra.

5.3 Operaciones de eliminación.

Mediante la separación de las distintas fracciones de residuos se facilitará la gestión posterior, estando previsto el siguiente destino para cada una de ellas:

Tipo de RCD	**Destino previsto**
Excedentes de excavación	Vertedero
RCD de naturaleza pétrea (hormigones, obras de fabrica)	Planta de reciclaje/ Vertedero de RCD
Metales, plásticos, maderas, papel y cartón	Entrega a empresa de reciclaje (Gestor autorizado de residuos no peligrosos)
Potencialmente peligrosos y otros	Entrega a Gestor autorizado de residuos peligrosos
Basuras	Gestión a través de los servicios de recogida municipal.

Tabla X. Instalaciones previstas

Para una correcta gestión de los RCDs generados en la obra, se prevén las siguientes instalaciones para su almacenamiento y manejo:

- Acopios y/o contenedores de los distintos tipos de RCDs (pétreos, plásticos...).
- Zonas o contenedor para lavado de canaletas/ cubetas de hormigón.
- Contenedores para residuos urbanos.

6. PLIEGO DE CONDICIONES

6.1 Para el productor de residuos (artículo 4 RD 105/2008)

- Incluir en el Proyecto de Ejecución de la obra en cuestión, un Estudio de Gestión de residuos, el cuál debe contener como mínimo:
    - Estimación de los residuos que se van a generar.

- Las medidas para la prevención de estos residuos.
- Las operaciones encaminadas a la posible reutilización y separación de estos residuos.
- Planos de las instalaciones previstas para el almacenaje, manejo, separación, etc.
- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos, en capítulo específico.

- Disponer de la documentación que acredite que los residuos han sido gestionados adecuadamente, ya sea en la propia obra, o entregados a una instalación para su posterior tratamiento por un Gestor Autorizado. Esta documentación la debe guardar al menos los 5 años siguientes.
- Si fuera necesario, por así exigírselo, constituir la fianza o garantía que asegure el cumplimiento establecido en la Licencia, en relación con los residuos.

6.2 Para el poseedor en la obra (artículo 5 RD 105/2008)

La figura del poseedor de los residuos en la obra es fundamental para una eficaz gestión de los mismos, puesto que está a su alcance tomar las decisiones para la mejor gestión de los residuos y las medidas preventivas para minimizar y reducir los residuos que se originan.

En síntesis, los principios que debe observar son los siguientes:

- Presentar ante el promotor un plan que refleje como llevara a cabo esta gestión, si decide asumirla el mismo, o si no es así, estará obligado a entregarlos a un Gestor de Residuos acreditándolo fehacientemente. Si se los entrega a un intermediario que únicamente ejerza funciones de recogida para entregarlos posteriormente a un Gestor, debe igualmente poder acreditar quien es el Gestor final de estor residuos.
- Este Plan, debe ser aprobado por la Dirección Facultativa, y aceptado por la Propiedad, pasando entonces a ser otro documento contractual de la obra.
- Mientras se encuentren los residuos en su poder, los debe mantener en condiciones de higiene y seguridad, así como evitar la mezcla de las distintas fracciones ya seleccionadas, si esta selección hubiere sido necesaria, pues además establece el articulado a partir de que valores se ha de proceder a esta clasificación de forma individualizada.
- Si no pudiera por falta de espacio, debe obtener igualmente por parte del Gestor final, un documento que acredite que la separación la ja realizado él en lugar del Poseedor de los residuos.
- Debe sufragar los costes de gestión, y entregar al Productor los certificados y demás documentación acreditativa.
- En todo momento cumplirá las normas y órdenes dictadas.
- Todo el personal de la obra, del cual es el responsable, conocerá sus obligaciones acerca de la manipulación de los residuos de la obra.

- Es necesario disponer de un directorio de compradores/vendedores potenciales de materiales usados o reciclados cercanos a la obra.
- Las iniciativas para reducir, reutilizar y reciclar los residuos en la obra han de ser coordinados debidamente.
- Animar al personal de la obra a proponer ideas sobre cómo reducir, reutilizar y reciclar residuos.
- Facilitar la difusión, entre todo el personal de la obra, de las iniciativas e ideas que surgen en la propia obra para la mejor gestión de los residuos.
- Informar a los técnicos redactores del proyecto acerca de las posibilidades de aplicación de los residuos en la propia obra o en otra.
- Debe seguirse un control administrativo de la información sobre el tratamiento de los residuos en la obra, y para ello se deben conservar los registros de los movimientos de los residuos dentro y fuera de ella.
- Los contenedores deben estar etiquetados correctamente, de forma que los trabajadores de la obra conozcan donde deben depositar los residuos.
- Siempre que sea posible, intentar reutilizar y reciclar los residuos de la propia obra antes de usar materiales procedentes de otros lugares.

El personal de la obra es el responsable de cumplir correctamente todas aquellas órdenes y normas que el responsable de la gestión de los residuos disponga. Pero, además, se puede servir de su experiencia práctica en la aplicación de esas prescripciones para mejorarlas o proponer otras nuevas.

Para el personal de la obra, los cuales están bajo la responsabilidad del Contratista y consecuentemente del Poseedor de los Residuos, estarán obligados a:

- Etiquetar de forma conveniente cada uno de los contenedores que se van a usar en función de las características de los residuos que se van a depositar.
- Las etiquetas deben informar sobe que materiales pueden, o no, almacenarse en cada recipiente. La información debe ser clara y comprensible.
- Utilizar siempre el contenedor apropiado para cada residuo. Las etiquetas se colocan para facilitar la correcta separación de estos.
- Separar los residuos a medida que son generados para que no se mezclen con otros y resulten contaminados.
- No colocar residuo apilado y mal protegido alrededor de la obra ya que, si se tropiezan con ellos o quedan extendidos sin control, pueden ser causa de accidentes.
- Nunca sobrecargar los contenedores destinados al transporte. Son más difíciles de maniobrar y transportar, y dan lugar a que caigan residuos, que no acostumbran a ser recogidos del suelo.
- Los contenedores deben salir e labra perfectamente cubiertos. No se debe permitir que la abandonen sin estarlo porque pueden originar accidentes durante el transporte.

- Para una gestión más eficiente, se deben proponer ideas referidas a cómo reducir, reutilizar o reciclar los residuos producidos en la obra.
- Las buenas ideas deben comunicarse a los gestores de los residuos de la obra para que las apliquen y las compartan con el resto del personal.

Con carácter general

Se desarrollan las prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, y en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición en obra.

- Gestión de residuos de construcción y demolición.
- Gestión de residuos según RD 105/2008 realizándose su identificación con arreglo a la Lista Europea de Residuos publicada por Orden MAM/3024/2002 de 8 de febrero o sus modificaciones posteriores.

La segregación, tratamiento y gestión de residuos se realizará mediante el tratamiento correspondiente por parte de las empresas homologadas mediante contenedores o sacos industriales que cumplirán las especificaciones previstas por la ley.
Certificación de los medios empleados. Es obligación del contratista proporcionar a la Dirección Facultativa de la obra y a la Propiedad de los certificados de los contenedores empleados, así como de los puntos de vertido final, ambos emitidos por entidades autorizadas y homologadas por la Comunidad Autónoma correspondiente.

- Limpieza de las obras

Es obligación del Contratista mantener limpias las obras y sus alrededores tanto de escombros como de materiales sobrantes, retirar las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como ejecutar todos los trabajos y adoptar las medidas que sean apropiadas para que la obra presente buen aspecto.

Con carácter particular

Las prescripciones a tener en cuenta son las siguientes:

- El depósito temporal de los escombros se realizará bien en sacos industriales iguales o inferiores a 1 m3, contenedores metálicos específicos con la ubicación y condicionado que establezcan las ordenanzas municipales. Dicho depósito en acopios también deberá estar en lugares debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.
- El depósito temporal para RCDs valorizables (maderas, plásticos, metales, chatarra…) que se realice en contenedores o acopio, se deberá señalizar y segregar del resto de residuos de un modo adecuado.
- Los contenedores deberán estar pintados en colores que destaquen su visibilidad, especialmente durante la noche, y contar con una banda de material reflectante de al menos 15 cm a lo largo de todo su perímetro.

En los mismo deberá figurar la siguiente información: Razón social, CIF, teléfono del titular del contendor/envase y el número de inscripción en el registro de transportistas de residuos, creado en el art. 43 de la Ley 5/2003 de 20 de marzo de Residuos de la CAM. Esta información también deberá quedar reflejada en los sacos industriales y otros medios de contención y almacenaje de residuos.

- El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor dotará las medidas necesarias para evitar el depósito de residuos ajenos al mismo. Los contenedores permanecerán cerrados, o cubiertos al menos, fuera del horario de trabajo, para evitar el depósito de residuos ajenos a la obra a la que prestan servicio.
- En el equipo de obra deberán establecerse los medios humanos, técnicos y procedimientos para la separación para cada tipo de RCD. Se atenderán los criterios municipales (ordenanzas, condiciones de licencia de obras…), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar por parte del contratista realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, tanto por las posibilidades reales de ejecutarla como por disponer de plantas de reciclaje o gestores de RCDs adecuados. La Dirección de Obra será la responsable de tomar la última decisión y de su justificación ante las autoridades locales o autonómicas pertinentes.
- Se deberá asegurar en la contratación de la gestión de los RCDs que el destino final (planta de reciclaje, vertedero, cantera, incineradora…) son centros con la autorización autonómica, así mismo se deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en el registro pertinente. Se llevará a cabo un control documental en el que quedarán reflejados los avales de retirada y entrega final de cada transporte de residuos.
- La gestión tanto documental como operativa de los residuos peligrosos que se hallen en una obra de derribo o de nueva planta se regirán conforme a la legislación nacional y autonómica vigente y a los requisitos de las ordenanzas municipales Asimismo los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases…) serán gestionados acorde con los preceptos marcados por la legislación y autoridad municipal correspondiente.
- Para el caso de los residuos con amianto se seguirán los pasos marcados por la Orden MAM/304/2002 de 8 de febrero por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos para poder considerarlos como peligroso o no peligrosos. En cualquier caso, siempre se cumplirán los preceptos dictados por el RD 108/1991 de 1 de febrero sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto, así como la legislación laboral al respecto.
- Los restos de lavado de canaletas o cubas de hormigón serán tratados como escombros.
- Se evitará en todo momento la contaminación con productos tóxicos o peligrosos de los plásticos y restos de madera para su adecuada segregación, así como la contaminación de los acopios o contenedores de escombros con componentes peligrosos.
- Las tierras superficiales que pueden tener un uso posterior para jardinería o recuperación de los suelos degradados serán retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible en caballones de altura no

superior a 2 metros. Se evitará la humedad excesiva, la manipulación y la contaminación con otros materiales.

Definiciones (según artículo 2 RD 105/2008)

- Productor de los residuos, que es el titular del bien inmueble en quien reside la decisión de construir o demoler. Se identifica con el titular de la licencia 0 del bien inmueble objeto de las obras.
- Poseedor de los residuos, quien ejecuta la obra y tiene el control físico de los residuos que se generan en la misma.
- Gestor, quien lleva el registro de estos residuos en última instancia y quien debe otorgar al poseedor
- RCD, Recidus de la Construccion y la Demolición
- RSU, Residuos Sólidos Urbanos.
- RNP, Residuos NO peligrosos

ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

1. DATOS GENERALES

1.1 Datos del proyecto

- Título: Proyecto de Ejecución de Planta Fotovoltaica ASPARRENA (4,5 MWp/4 MWn) en el T.M. de Asparrena (Álava)
- Situación: Asparrena (Álava)

El presupuesto total asciende a la cantidad de UN MILLÓN NOVECIENTOS VEINTISEIS MIL OCHOCIENTOS CUARENTA EUROS CON VEINTINUEVE CENTIMOS.

1.2 Promotor

- Nombre: MAGNA FV, S.L.
- C.I.F.: B-13752423
- Dirección: Avenida Zugatzarte, 32- Oficina 2.12, Getxo, 48930, Bizkaia

1.3 Proyectista

- Nombre: Ander Aranburu Retegui
- Titulación: Graduado en Ingeniería Eléctrica – colegiado nº 5613 de la Escuela de Ingeniería
- Empresa: Ibersun Renewable, S.L.
- Dirección: Avda. Zugazarte 32, oficina 2.12 – 48930 – Getxo (Vizcaya)
- CIF: B39873989

1.4 Coordinador de seguridad y salud en proyecto

- Nombre: Ander Aranburu Retegui
- Titulación: Graduado en Ingeniería Eléctrica – colegiado nº 5613 de la Escuela de Ingeniería
- Empresa: Ibersun Renewable, S.L.
- Dirección: Avda. Zugazarte 32, oficina 2.12 – 48930 – Getxo (Vizcaya)
- CIF: B39873989

2. ANTECEDENTES Y OBJETO DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio de Seguridad y Salud, establece el conjunto de sistemas que permitan abordar de forma integral la seguridad, definiendo la línea de actuación a seguir en materia de prevención de riesgos en el trabajo en cada situación potencial de riesgo. Se seguirán las directrices que se establecen en el Proyecto de ejecución de la obra en el apartado correspondiente del Pliego de Condiciones, así como el presente estudio, para evitar los accidentes laborales y de otra índole durante la ejecución de los trabajos.

Por otra parte, se establecerán las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores. Ante la posibilidad de que puedan surgir otros riesgos, estos serán estudiados de la forma más profunda posible por el Coordinador de Seguridad en la obra, dándole respuesta inmediata.

3. CARACTERÍSTICAS DE LAS OBRAS

3.1 Ubicación

La Instalación Fotovoltaica "ASPARRENA" se ubica en los parajes de Iguarte, Ilarra y Larrabaste del término municipal de Asparrena (Álava), ubicada al este de Amézaga de Asparrena, y su fin es la generación de energía eléctrica e inyección a la línea de 30 kV ALSASUA-GAMARRA 1-2 de 30 kV de la ST ALSASUA (30 kV).

Las parcelas catastrales en la que se ubicara la instalación fotovoltaica son las siguientes:

Polígono	Parcela	Referencia catastral	Superficie (m^2)
2	**197**	09020197000000000KT	25.158,36
2	**200**	09020200000000000EO	21.504
2	**640**	09020640000000000MT	28.043,63
2	**1509**	090215090A00000000AX	28.664,87

Tabla 11. Datos catastrales

3.2 Relación resumida de los trabajos a realizar

La obra consiste en la ejecución de una instalación de una planta solar fotovoltaica de 4,5 MWp con paneles solares en seguidores, así como su infraestructura de evacuación consistente en una línea eléctrica de 30 kV.

La instalación fotovoltaica convierte la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica a través de una serie de módulos solares instalados sobre estructuras que hacen de soporte. A este conjunto de módulos solares se le denomina generador fotovoltaico.

La corriente continua producida por el generador fotovoltaico es transformada mediante los inversores en corriente alterna y elevada a una tensión adecuada para su transporte por el interior del parque y posterior evacuación a la red.

La instalación posee elementos de protección tales como el interruptor automático de la interconexión o interruptor general que nos permita separar la instalación fotovoltaica de la red de distribución. Habrá que asegurar un grado de aislamiento eléctrico clase II en lo que afecta a equipos (módulos e inversores) y al resto de materiales (cableado, cajas, armarios de conexión…). La instalación incorporara todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de la persona, la calidad de suministro y no provocar averías en la red.

3.3 Acceso y vallado

Con antelación al inicio de los trabajos, se dispondrá el vallado perimetral provisional del recinto de obras, con el fin de evitar que cualquier persona ajena a la obra tenga fácil acceso a la misma.
Los accesos de materiales y para el personal, estarán debidamente señalizados.
En dichos accesos, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra.

3.4 Vertido de aguas residuales

Se dispondrá de una fosa séptica provisional o infraestructura equivalente, con capacidad suficiente, desde el principio de las obras a la cual se conducirán las aguas sucias de los servicios higiénicos.

4. ANÁLISIS DE RIESGOS Y SU PREVENCIÓN

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 estas.
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.

4.1 Obra civil

Se entenderá como obra civil, todas aquellas canalizaciones necesarias para el tendido de los cables, las cimentaciones para la correcta fijación de las estructuras solares al terreno, así como las excavaciones necesarias para la correcta colocación de los inversores, centros de transformación, centros de seccionamiento, edificios o construcciones necesarias para el funcionamiento y mantenimiento de la planta, como almacenes, casetas e instalaciones de seguridad, centros de control, etc.

4.1.1 Movimiento de tierras y cimentaciones

Dentro de esta fase de obra, se consideran las siguientes operaciones a realizar:

- Excavación
- Cimentación

4.1.2 Excavación

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída 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 maquinas
- Sobreesfuerzos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos
- Exposición al ruido
- Proyección de fragmentos o partículas
- Choque contra objetos inmóviles

MEDIDAS DE PREVENCION 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.
- 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 teléfono, 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.

EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes polvorientos
- 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

4.1.3 Cimentación

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamiento por vuelco de máquinas o vehículos
- Sobreesfuerzos
- Exposición al ruido

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.
- Se deberá revisar el estado de las zanjas a intervalos regulares en aquellos casos en los que puedan recibir empujes por proximidad de caminos transitados por vehículos y en especial si en la proximidad se establecen tajos con uso de martillos neumáticos, compactaciones por vibración o paso de maquinaría para el movimiento de tierras.
- Cuando la profundidad de la zanja o excavación sea igual o superior a los dos metros, se protegerán los bordes de coronación mediante una barandilla reglamentaria situada a una distancia mínima de 2 metros del borde.
- Se dispondrán pasarelas de madera de 60 centímetros de anchura, bordeados con barandillas solidas de 90 centímetros de altura y una protección que impida el paso o deslizamiento por debajo de las mismas o la caída de objetos sobre personas.
- Mientras se está realizando el vertido del hormigón, se vigilarán los encofrados y se reforzarán los puntos débiles. En caso de fallo, lo más recomendable es parar el vertido y no reanudarlo hasta que el comportamiento del encofrado sea el requerido.
- 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 suelo no esté o no resulte peligroso.
- 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 los trabajos requieren iluminación portátil, esta se realizará mediante lámparas a 24 voltios. Los portátiles estarán provistos de rejilla protectora, carcasa y mango aislados eléctricamente.
- Los pozos de cimentación y zanjas estarán correctamente señalizados para evitar caídas a distinto nivel del personal de obra.
- La circulación de vehículos se realizará a un máximo de aproximación al borde de cimentación no superior a los 4 metros.
- Las herramientas de mano se llevarán enganchadas con mosquetón, para evitar el riesgo de caídas de estas a otro nivel.
- Todas las maquinas 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.
- Se prohíbe situar a los operarios detrás de los camiones hormigoneras durante el retroceso.
- Se instalará un cable de seguridad amarrado a puntos sólidos en el que enganchar el mosquetón del arnés de seguridad en los tajos de riesgo de caída en altura.

EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra proyección de partículas
- Mascarillas de protección para ambientes polvorientos
- Guantes de trabajo
- Guantes de goma para el trabajo con el hormigón
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada en acero
- Protecciones auditivas para el personal cuya exposición al ruido supere los niveles permitidos
- Ropa de protección para el mal tiempo

4.1.4 Trabajos de albañilería

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Caída de objetos desprendidos
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Sobreesfuerzos
- Contactos eléctricos
- Proyección de fragmentos o partículas

MEDIDAS DE PREVENCION A APLICAR

- Se comprobará al comienzo de cada jornada el estado de los medios auxiliares que van a ser utilizados en los trabajos.
- Los tajos estarán convenientemente iluminados. De no ser así se instalarán fuentes de luz adicionales, con rejilla de protección y una tensión de alimentación de 24 voltios.
- Las operaciones de carga, descarga y traslado, ya sea manual, como mecánicamente, se realizarán siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Los medios auxiliares serán instalados siguiendo las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- Se pondrá especial atención en la utilización de las herramientas cortantes. No obstante, se seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.
- El lugar de trabajo se mantendrá ordenado, limpio y señalizado en todo momento, así como el lugar destinado al almacenamiento de materiales.
- Cuando se vaya a proceder a la colocación de peldaños o rodapiés en las escaleras, se acotarán los pisos inferiores de las zonas donde se esté trabajando, para evitar que circule nadie por lugares con riesgo de caída de objetos.
- Las máquinas herramientas seguirán las recomendaciones de los procedimientos de seguridad específicos que les sean de aplicación.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos
- Gafas de protección contra ambientes polvorientos
- Gafas de protección contra la proyección de fragmento o partículas
- Guantes de trabajo
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suela antideslizante
- Bolsa portaherramientas
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

4.2 Montaje

El montaje comprenderá la totalidad de los elementos que forman parte de la instalación, incluyendo paneles, estructuras, inversores, cableado, columnas para el alumbrado exterior, proyectores, canalizaciones, pequeño material, cuadros, protecciones, puesta a tierra, tendido de línea, etc.

4.2.1 Trabajos de montaje

Montaje de paneles fotovoltaicos

Los paneles se instalarán sobre los perfiles de las estructuras. La fijación de los paneles se realizará mediante tornillos y tuercas; siguiendo recomendaciones del fabricante y con la estructura ya pre-montada y alzada.

Montaje de inversores

Los inversores irán ubicados en intemperie sobre losas de hormigón, donde se centralizarán todos los elementos de acondicionamiento de potencia. Se instalarán y conexionarán estos equipos inversores, así como su correspondiente sistema de monitorización.

Red de tierras

Se procederá a instalar y conexionar la red de tierras de las masas de las estructuras fijas, de los inversores, de la instalación de alumbrado exterior y todas las masas conectadas a tierra especificadas en el proyecto (así como pequeños accesorios para la correcta instalación).

Instalación de alumbrado exterior

Se procederá a instalar y conexionar las columnas, proyectores, lámparas de descarga necesarias, cableado y red de tierras, para el sistema de iluminación exterior de la parcela y para generar la iluminación mínima requerida por el sistema de seguridad de grabación.

4.2.2 Riesgos asociados a la fase de montaje

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

- 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 PROTECCION 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, solo 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, esta 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 aprovechara 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, como 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 aquel.
  - 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) quien de las ordenes 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 PROTECCION INDIVIDUAL A UTILIZAR

- 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

4.2.3 Izado de cargas

MEDIDAS DE PROCTECCION 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 lavaran 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 este 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 estos y descableado general.
- Antes de proceder a la utilización del cable para elevar una carga, se deberá asegurar que su resistencia es la adecuada.
- Para desenrollar una bobina o un rollo de cable, se hará 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 frio 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 este 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 roscara 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 este.
- Los anillos tendrán diversas formas, aunque la que se recomendara es el anillo en forma de pera, al ser este 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 trabajaran 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 se encuentre en el lado del cable que trabaja.
    - Las eslingas de cables no deberán estar oxidadas, presentar deformaciones ni tener mechas rotas o nudos.
    - Los cables no deberán estar sometidos a una carga de maniobra superior a la sexta parte de su carga de rotura.
    - Si no se sabe esta última indicación, se puede calcular, aproximadamente, el valor máximo de la carga de maniobra mediante:
    - F (en Kg) = 8 x d^2 (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 este 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.

- **Tráceles**

- 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 maquina 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 ha 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 aquellas 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

- 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

4.2.4 Transporte material

RIESGOS ASOCIADO A ESTA ACTIVIDAD

- 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 polvorientos
- Atropellos o golpes con vehículos

MEDIOS DE PROTECCIÓN 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 quedara 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 PROTECCION INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad (cuando abandonen la cabina)
- Mascarilla de protección contra ambientes polvorientos
- Gafas de protección contra ambiente polvorientos
- 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

4.2.5 Trabajos próximos a elementos de tensión

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- 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 solo 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:

Un	Dpel-1	Dpel-2	Pprox-1	Dprox-1
≤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

- Un: Tensión nominal de la instalación (kV).
- DPEL-1: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).
- DPEL-2: distancia hasta el límite exterior de la zona de peligro cuando no exista el riesgo de sobretensión por rayo (cm).
- DPROX-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).
- DPROX-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).

Zona de proximidad es el espacio delimitado alrededor de la zona de peligro, desde la que el trabajador puede invadir accidentalmente ésta última.

Si existen elementos en tensión cuyas zonas de peligro sean accesibles (no se han colocado pantallas, barreras, envolventes o protectores aislantes), se deberá:

- 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 solo 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.

EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL A UTILIZAR

- 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

4.2.6 Trabajos en tensión

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caída de objetos en manipulación
- Contactos eléctricos
- Incendios

MEDIDAS DE PREVENCION A APLICAR

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.

- Para estos trabajos se deberán haber desarrollado procedimientos específicos, los operarios deberán tener una formación adecuada y tanto el material de seguridad, como el equipo de trabajo y las herramientas a utilizar serán las adecuadas.
- La zona de trabajo debe estar claramente definida y delimitada.
- Todas aquellas partes de una instalación eléctrica sobre la que vayan a realizarse trabajos deberán disponer de un espacio adecuado de trabajo, de medios de acceso de iluminación.
- Cuando sea necesario, el acceso a la zona de trabajo debe ser delimitado claramente en el interior de las instalaciones.
- Se deben tomar medidas de prevención adecuada para evitar accidentes a personas por otras fuentes de peligro tales como sistemas mecánicos o en presión o caídas.
- 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.
- Los materiales inflamables deben mantenerse alejados de fuentes de arco eléctrico.

- Los procedimientos de trabajos en tensión solo se llevarán a cabo una vez suprimidos los riesgos de incendio o explosión.
- Se debe asegurar que el trabajador se encuentra en una posición estable, para permitirle tener las dos manos libres.
- Los operarios utilizarán equipos de protección individual apropiados y no llevarán objetos metálicos, tales como anillos, relojes, cadenas, pulseras, etc.
- 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.
- 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.
- Para el trabajo en tensión se adoptarán medidas de protección para prevenir la descarga eléctrica y el cortocircuito. Se tendrán en cuenta todos los diferentes potenciales presentes en el entorno de la zona de trabajo.
- Dependiendo del tipo de trabajo, el personal que lo realice debe estar formado y además especialmente entrenado.
- Deberán especificarse las características, la utilización, el almacenamiento, la conservación, el transporte e inspecciones de las herramientas, los equipos y materiales utilizados en los trabajos en tensión.
- Las herramientas, equipos y materiales estarán claramente identificados.
- Para los trabajos en el interior de edificios, las condiciones atmosféricas no se han de tener en cuenta a menos que exista riesgo de sobretensiones que provengan de instalaciones exteriores y siempre que la visibilidad en la zona de trabajo sea adecuada.
- Otros parámetros, tales como la altitud y la contaminación, particularmente en alta tensión, se deben considerar si reducen la calidad de aislamiento de las herramientas y equipos.
- 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.
- Si es necesario, durante la realización de cualquier trabajo u operación, se colocará una señalización adecuada para llamar la atención sobre los riesgos más significativos.

EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL A UTILIZAR

- 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
- Arnés de seguridad
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

4.2.7 Trabajos en altura

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Caídas de objetos en manipulación
- Golpes contra objetos o herramientas

MEDIDAS DE PREVENCION 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 solo 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 emplearan 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, periodo 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 esta 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 PROTECCION INDIVIDUAL A UTILIZAR

- 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

5. MAQUINARIA QUE EMPLEAR

5.1 Retroexcavadora

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- 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
- Exposición a ambientes polvorientos
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Todos los aparatos de elevación y similares empleados en las obras satisfarán las condiciones generales de construcción, estabilidad y resistencia adecuadas y estarán provistos de los mecanismos o dispositivos de seguridad para evitar:
  - La caída o el retorno brusco de la jaula, plataforma, cuchara, cubeta, pala, vagoneta en general, receptáculo o vehículo, a causa de avería en la máquina, mecanismo elevador o transportador, o de rotura de los cables, cadenas, etc., utilizados.
  - La caída de las personas y de los materiales fuera de los citados receptáculos y vehículos o por los huecos y abertura existentes en la caja.
  - La puesta en marcha, fortuita o fuera de ocasión, y las velocidades excesivas que resulten peligrosas.
  - Toda clase de accidentes que puedan afectar a los operarios que trabajen en estos aparatos o en sus proximidades.
- Todos los vehículos y toda maquinaria para movimiento de tierras y para manipulación de materiales deberán:

- Estar bien proyectados y construidos, teniendo en cuenta, en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
- Estar equipados con extintor timbrado y con las revisiones al día, para caso de incendio.
- Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
- Utilizarse correctamente.
- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.
- Se hará una comprobación periódica de los elementos de la máquina.
- La máquina solo será utilizada por personal capacitado. -No se tratará de realizar ajustes con la máquina en movimiento o con el motor en funcionamiento.
- No se trabajará con la máquina en situación de semiavería. Se reparará primero y después se reanudará el trabajo.
- No liberar los frenos de la máquina en posición parada si antes no se ha instalado los calzos de inmovilización de las ruedas.
- Antes de iniciar cada turno de trabajo, comprobar que funcionan todos los mandos correctamente. No olvidar ajustar el asiento para poder alcanzar los controles sin dificultad.
- No se podrá fumar durante la carga de combustible ni se comprobará con llama el llenado del depósito.
- Se deberá desplazar a velocidades muy moderadas, especialmente en lugares de mayor riesgo, tales como pendientes, rampas, bordes de excavación, cimentaciones, etc.
- En la maniobra de marcha atrás, el operario conductor extremará las condiciones de seguridad. A su vez, la maquina estará dotada de señalización acústica, al menos, o luminosa y acústica cuando se mueva en este sentido.
- La cabina estará dotada de extintor de incendios.
- El inicio de las maniobras se señalizará y se realizarán con extrema precaución.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes polvorientos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes polvorientos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

5.2 Grúa

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- 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
- Atropellos o golpes con vehículos
- Contactos eléctricos

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Todos los trabajos se deberán ajustar a las características de la grúa: carga máxima, longitud de pluma, carga en punta contrapeso. A tal fin, deberá existir un cartel suficientemente visible con las cargas máximas permitidas.
- El gancho de izado deberá disponer de limitador de ascenso, y dispondrá de pestillo de seguridad en perfecto estado.
- La armadura de la grúa deberá estar conectada a tierra.
- En caso de elevación de pallets, se hará disponiendo de dos eslingas por debajo de la plataforma de madera. Nunca se utilizará el fleje del pallet para colocar en el gancho de la grúa.
- Está prohibido totalmente el transporte de personas en la grúa, así como arrastrar cargas, tirar de ellas en sesgo y arrancar las que estén enclavadas.
- El servicio de la grúa necesita además del maquinista, otros operarios que se encargan de enganchar y realizar las señales pertinentes para asegurar su transporte en condiciones de seguridad. Estos últimos son el enganchador y el señalista, siendo frecuentemente ambos la misma persona. Las condiciones que deben cumplir estos operarios y su misión son los siguientes:

- MAQUINISTA: no podrá padecer defectos de sus capacidades audiovisuales, así como ningún defecto fisiológico que afecte al funcionamiento de la máquina a su cargo. Además, poseerá de una formación suficiente para realizar las tareas específicas a su puesto de trabajo. Asimismo, debe ser consciente de su responsabilidad, evitando sobrevolar la carga donde haya personas, manejando los mandos con movimientos suaves y vigilando constantemente la carga, dando señales de aviso en caso de observar anomalías. Antes de empezar la jornada diaria de trabajo, el maquinista verificará los siguientes puntos:

- Comprobar el funcionamiento de los frenos.

- Comprobar las partes sujetas al desgaste, como zapatas de freno, cojinetes y superficies de fricción de rodillos.
- Comprobar el funcionamiento de limitadores y contactores.
- Comprobar los topes, gancho y trinquetes.
- Comprobar los lastres y contrapesos.
- Comprobar la tensión de los cables cuando esté arriostrada.
- Una vez por semana, deberá hacer las siguientes revisiones:

    - Comprobar el estado de los cables y atender a su mantenimiento, debiendo ser repuestos en cuanto se observe un hilo roto.
    - Comprobar los niveles de aceite en las cajas reductoras y el engrase de todos sus elementos especialmente los de giro.
    - Comprobar el estado de las eslingas, ondillas y aparejos de elevación general.

- **ENGANCHADOR**: es el operario que hace el enganchado de la carga, se encargará de:

- Comprobar el estado de las eslingas, ganchos y cadenas.
- Cuidará que el amarre de las cargas sea correcto, observando que están bien repartidas y equilibradas.
- Impedirá el acceso de personas al radio de acción de la grúa.
- En caso de transporte de cargas lineales, tales como vigas y tablones, se utilizarán cuerdas para guiarlas en su traslado.

- **SEÑALISTA**: cuando las cargas a transportar estén fuera del alcance de la vista del maquinista, existirán una o varias personas que, mediante un código de señales de maniobra, hagan las señales pertinentes para que las operaciones se hagan con la debida seguridad. Esta persona deberá cumplir las siguientes normas:
- Dirigirá la elevación y transporte de las cargas, evitando que tropiecen con obstáculos.
- Se colocará de modo que pueda ver en todo momento la carga, y al mismo tiempo, que el gruista pueda verle a él y advertir sus señales.
- Impedirá que se encuentren personas en la vertical de la carga en todo su recorrido.
- Detendrá la operación cuando observe alguna anomalía.

EQUPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL A UTILIZAR

- Casco de seguridad contra choques e impactos (cuando se abandone la cabina)
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes polvorientos (si la cabina no es hermética)
- Mascarilla de protección contra ambientes polvorientos (si la cabina no es hermética)
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

5.3 Maquinas, herramientas y herramientas manuales

RIESGOS ASOCIADOS ESTA ACTIVIDAD

- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Exposición a ruido
- Exposición a ambientes polvorientos

MEDIDAS PREVENTIVAS 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 maquinas-herramientas accionadas por energía térmica, o motores de combustión, solo 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 espontanea 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 maquinas-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 maquina 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 purgueel circuito.
    - Desconectar la máquina.
- 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 herramientasdebe estar adiestrado en su uso.
- Se desconectará la herramienta para cambiar de útil y se comprobará que estáparada.
- 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, guantesaislantes, 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 lasrecomendaciones establecidas en el R.D. 1316/1.989, de 27 de octubre, sobre medidas de protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de su 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 eldisyuntor 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.
- Cerciorarse que el disco gira en el sentido correcto y con la carcasa de protecciónsobre el 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 depaso del personal.
- Si durante la operación existe el riesgo de proyección de partículas a terrenos olugares con riesgo razonable de provocar un incendio, se apantallará con una lona ignifuga 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 losatrapamientos.
- Se controlará el estado de los dientes, así como la estructura de este.
- La zona de trabajo estará limpia de serrín y virutas, para prevenir posiblesincendios.
- 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 sidiscurre por zonas de paso.

- **Amasadora**

- La máquina estará situada en superficie llana y consistente.
- Las partes móviles y de transmisión estarán protegidas con carcasas.
- Bajo ningún concepto se introducirá el brazo en el tambor cuando funcione la máquina ni cuando esté parada, salvo que se encuentre desconectada de la alimentación general.

EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL A UTILIZAR

- 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 polvorientos
- Protecciones auditivas
- Botas de seguridad con puntera, plantilla reforzada en acero y suelaantideslizante
- Ropa de trabajo ajustada para evitar atrapamientos

5.4 Medios auxiliares

5.4.1 Andamios tubulares

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes con objetos durante las operaciones de montaje, desmontaje o utilizacióndel mismo
- Caída de objetos en manipulación

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

- Todo andamio deberá cumplir las siguientes condiciones generales:
    - Los elementos y sistemas de unión de las diferentes piezas constitutivasdel 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 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 aservir 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 suficientesarriostramientos 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 arnésde seguridad anclado a elementos fijos independientes del andamio o a líneas salvavidas.
- 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 queofrecerá las garantías necesarias como para poder amarrar a él fiadoresdel 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 prevenciónde 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 serde 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. En el caso de que por necesidad de trabajo deba mantenerse la estructura durante algunosdías 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 o más metros de altura tendrán montada sobresu 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.
- La comunicación vertical del andamio tubular quedara resuelta mediante la utilización de escaleras prefabricadas.
- Los andamios tubulares sobre módulos con escalerilla lateral se montarán con esta 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, anclándolosa 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 líneasde 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 auna parte solida 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 carezcade la barandilla de seguridad reglamentaria se utilizará el cinturón de seguridadque 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 otroo 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 plataformade 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 lostrabajadores.
- 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 en los andamios tubulares bajo regímenes de vientos fuertesen 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 detrabajo y accesos a las mismas.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- 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

5.4.2 Escaleras

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Golpes/Choques con objetos

MEDIDAS PREVENTIVAS A APLICAR

Generales

- Antes de utilizar una escalera manual es preciso asegurarse de su buen estado,rechazando aquellas que no ofrezcan garantías de seguridad.
- Hay que comprobar que los largueros son de una sola pieza, sin empalmes, queno falta ningún peldaño, que no hay peldaños rotos o flojos o reemplazados porbarras, 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 golpeara 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.
- 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 paradoel 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 75° con la horizontal.
- Siempre que sea posible, se amarrará la escalera por su parte superior. En casode 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 manoslibres 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 suficientey 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 deberádesplazar 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 deltrabajador.
- Las escaleras de mano deberán mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquellas queno 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 despuésde usarlas.

- Escaleras de madera

- Serán las escaleras a utilizar en trabajos eléctricos, junto con las de poliéster ofibra de vidrio.
- Las escaleras manuales de madera estarán formadas por largueros de una solapieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.
- Los peldaños estarán ensamblados, no clavados.
- Estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes, para queno 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 yhacia 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 máximaapertura 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 abolladurasque puedan mermar su seguridad.
- Estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresionesde la intemperie y no estarán suplementadas con uniones soldadas.
- El empalme se realizará mediante la instalación de los dispositivos industrialesfabricados para tal fin.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL A UTILIZAR

- 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

6. INSTALACIÓN PROVISIONAL ELÉCTRICA

Se procederá al montaje de la instalación provisional eléctrica de la obra desde elpunto de toma fijado por la propiedad.

La acometida será preferiblemente subterránea, disponiendo de un armario de protección en módulos normalizados, dotados de contadores en energía activa y reactiva, si así se requiriese. A continuación, se pondrá el cuadro general de mando y protección, dotado de seccionador general de corte automático, interruptor omnipolar y protección contra faltas a tierra, sobrecargas y cortocircuito, mediante interruptores magnetotérmicos y relé diferencial de 300 mA de sensibilidad, puesto que todas las masas y el valor de la toma de tierra es menor de 10 ohmios. Además, en los cuadros parciales se pondrán diferenciales de 30 mA. El cuadro estará constituido de manera que impida el contacto con los elementos en tensión. De este cuadro saldrán los circuitos necesarios de suministro a los cuadros secundarios para alimentación a los diferentes medios auxiliares, estando todos ellos debidamente protegidos con diferencial e interruptores magnetotérmicos.

Por último, del cuadro general saldrá un circuito para alimentación de los cuadrossecundarios donde se conectarán las herramientas portátiles de los tajos. Estos cuadros serán de instalación móvil, según necesidades de obra y cumplirán las condiciones exigidas para instalaciones a la intemperie, estando colocados estratégicamente con elfin de disminuir en lo posible la longitud y el número de líneas. Las tomas de corriente yclavijas llevarán contacto de puesta a tierra de manera obligatoria.

RIESGOS ASOCIADOS A ESTA ACTIVIDAD

- Caídas al mismo nivel
- Caídas a distinto nivel
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes con objetos o herramientas
- Contactos eléctricos

MEDIDAS DE PREVENCIÓN A APLICAR

- Solamente el personal capacitado podrá operar en los equipos eléctricos, sean cuadros de maniobra, de puesta en marcha de motores, etc.
- Los trabajadores considerarán que todo conductor eléctrico, cable o cualquier parte de la instalación se encuentra conectado y en tensión. Antes de trabajar en ellos se comprobará la ausencia de voltaje con aparatos adecuados y se pondrán a tierra y en cortocircuito.
- El tramo aéreo entre el cuadro general de protección y los cuadros paramáquinas será tensado con piezas especiales sobre apoyos; si los conductoresno pueden soportar la tensión mecánica prevista, se emplearán

cables fiadorescon una resistencia de rotura de 800 kilogramos, fijando a estos el conductor conabrazaderas.

- Los conductores, en caso de ir por el suelo, no serán pisados ni se colocarán materiales sobre ellos; al atravesar zonas de paso estarán protegidos adecuadamente.
- El tendido de los cables y mangueras se efectuará a una altura mínima de 2 metros en los lugares peatonales y de 5 metros en los de vehículos, medidos sobre el nivel del pavimento, como norma general.
  Si es posible, no obstante, se enterrarán los cables eléctricos en los pasos de vehículos, señalizando el paso del cable mediante una cubierta permanente de tablones. La profundidad mínima de la zanja será de 40 centímetros, y el cable ira además protegido en el interior de un tubo rígido.
- La distribución general desde el cuadro general de obra a los cuadros secundarios se efectuará mediante manguera antihumedad.
- Los empalmes entre mangueras se ejecutarán mediante conexiones normalizadas estancas.
- El trazado de las mangueras de suministro eléctrico no coincidirá con el de suministro provisional de agua a las plantas.
- Los cuadros eléctricos serán metálicos de tipo para intemperie, con puerta y cerrojo de seguridad (con llave), según norma UNE 20.324.
- Pese a ser de tipo intemperie, se protegerán del agua de lluvia mediante viseraseficaces como protección adicional.
- Los cuadros eléctricos metálicos tendrán la carcasa conectada a tierra y poseerán adherida sobre la puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Los interruptores se instalarán en el interior de cajas normalizadas, provistas depuerta de entrada con cerradura de seguridad.
- Las cajas de interruptores poseerán adherida sobre su puerta una señal normalizada de riesgo eléctrico.
- Las cajas de interruptores serán colgadas, bien de los paramentos verticales, bien de pies derechos estables.
- Las tomas de corriente de los cuadros se efectuarán de los cuadros de distribución, mediante clavijas normalizadas blindadas y siempre que sea posiblecon enclavamiento.
- Los cuadros eléctricos se colgarán pendiente de tableros de madera recibidos alos paramentos verticales o bien a pies derechos firmes. Si es necesario que sean móviles deberán ser autoportantes.
- Cada toma de corriente suministrará energía eléctrica a un solo aparato, máquina o máquinaherramienta.
- La instalación de alumbrado general para las instalaciones provisionales de obray de primeros auxilios y demás casetas, estará protegida por interruptores automáticos magnetotérmicos.
- Las partes metálicas de todo equipo eléctrico 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

terminantemente utilizarlo para otros usos.

- La toma de tierra de las máquinas-herramientas que no estén dotadas de dobleaislamiento, se efectuará mediante hilo neutro en combinación con el cuadro dedistribución correspondiente y el cuadro general de obra.
- El punto de conexión de la pica estará protegido en el interior de una arqueta practicable.
- Las tomas de tierra de cuadros eléctricos generales distintos, serán independientes eléctricamente.
- El suministro eléctrico al fondo de una excavación se ejecutará por un lugar que no sea la rampa de acceso para vehículos o para el personal y nunca junto a escaleras de mano.
- Las mangueras eléctricas, en su camino ascendente a través de la escalera, estarán agrupadas y ancladas a elementos firmes en la vertical.
- En la instalación de alumbrado estarán separados los circuitos de valla, accesoa zonas de trabajo, escaleras, almacenes, etc.
- Los aparatos portátiles que sea necesario emplear serán estancos al agua y estarán convenientemente aislados.
- Las derivaciones de conexión a máquinas se realizarán con terminales de presión, disponiendo las mismas de mando de marcha y parada.
- Estas conexiones, al ser portátiles, no estarán sometidas a tracción mecánica que origine su rotura.
- Las lámparas para alumbrado general y sus accesorios se situarán a una distancia mínima de 2,5 metros del piso o suelo; las que se pueden alcanzar confacilidad estarán protegidas con una cubierta resistente.
- Existirá una señalización sencilla y clara a la vez, prohibiendo la entrada a personas no autorizadas a los locales donde esté instalado el equipo eléctrico, así como el manejo de aparatos eléctricos a personas no designadas para ello.
- Igualmente se darán instrucciones sobre las medidas a adoptar en caso de incendio o accidente de origen eléctrico.
- Se sustituirán inmediatamente las mangueras que presenten algún deterioro enla capa aislante de protección.

EQUIPOS DE PROTECCIÓN A UTILIZAR

- Casco de seguridad para protección contra arco eléctrico
- Guantes de trabajo
- Guantes aislantes para baja tensión
- Botas de seguridad aislantes, con puntera y plantilla reforzada y suelaantideslizante
- Ropa de protección para el mal tiempo

7. MEDICINA PREVENTIVA Y ASISTENCIAL

7.1 Reconocimientos médicos

Todos los trabajadores pasaran 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 queentrañen 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.

7.2 Asistencia de accidentados

CENTROS ASISTENCIALES EN CASO DE AUXILIO

- 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.

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 mediosnecesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidente.
- Contendrá, de forma orientativa: Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; tintura de iodo; "mercurocromo" o "cristalmina"; amoniaco; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; torniquetes antihemorrágicos; bolsa para aguao hielo; guantes esterilizados; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; tijeras; pinzas; jeringuillas desechables y demás material acorde al Anexo VI delRD 486/97.
- El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará revisión general del botiquín, desechando aquellos elementos que esténen mal estado o caducados. La ubicación del botiquín debe estar suficientemente señalizada.

PLIEGO DE CONDICIONES DEL ESS

1. LEGISLACIÓN

Seguidamente, se facilita una relación de la normativa vigente básica de seguridady la de desarrollo de prevención de riesgos laborales, que aplica a los trabajos objeto del proyecto:

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- R.D. 171/2004, de 30 de enero, por la que se desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995, De 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, en materia de coordinación de actividades empresariales.
- R.D. 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el R.D. 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención,y el Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- RD 2177/2004, de 12 de noviembre, por el que se modifica el Real Decreto 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, en materia de trabajos temporales en altura.
- R.D. 39/1997 de 17 de enero por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- R.D. 1627/1997 de 24 de octubre por el que se establecen disposicionesmínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Ordenanza general de Seguridad e Higiene en el trabajo en los puntos no derogados (O.M. 09/03/1971)
- Orden de 28 de agosto de 1979 por la que se aprueba la Ordenanza de Trabajode la Construcción, Vidrio y Cerámica en los puntos no derogados.
- R.D. 485/1997 de 14 de abril Señalización de Seguridad y Salud en el trabajo.
- R.D. 486/1997 de 14 de abril Seguridad y Salud en los locales de trabajo.
- R.D. 487/1997 de 14 de abril Manipulación manual de cargas.
- R.D. 773/1997 de 30 de mayo Utilización de Equipos de Protección Individual.
- R.D. 1215/1997 de 18 de julio por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.
- R.D. 1435/1992 de 27 de noviembre por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Consejo 89/932/CEE relativa a la aproximación delas legislaciones de los estados miembros sobre máquinas (complementado porel R.D. 56/1995 y R.D. 1849/2000).
- R.D. 614/2001 de 8 de junio sobre disposiciones mínimas para la protección dela salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- R.D. 5/2000 de 4 de agosto por el que se aprueba el Texto Refundido de la Leysobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- R.D. 2001/1983 sobre regulación de jornadas de trabajo especiales y descansos.
- R.D. 374/2001 de 6 de abril sobre la protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los

riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.

- R.D. 1254/1999 de 16 de julio por el que se aprueban las medidas de control delos riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustanciaspeligrosas.
- R.D. 1316/1989 de 27 de octubre sobre protección de los trabajadores frente a los riesgos derivados de la exposición al ruido durante el trabajo.
- R.D. 212/2002, de 22 de febrero, por el que se regulan las emisiones sonoras enel entorno debido a determinadas máquinas de uso al aire libre.
- Real Decreto 1504/1990 de 23 de noviembre modifica Reglamento de Aparatosa Presión (R.D. 1244/1979).
- Real Decreto 2486/1994 de 23 de diciembre modifica el R.D. 1495/1991 sobre recipientes a presión simples.
- Real Decreto 56/1995 por el que se modifica el R.D. 1435/1992 sobre máquinas.
- Real Decreto 159/1995 de 3 de febrero las modificaciones del R.D. 1435/1992 de aproximación de las legislaciones sobre los equipos de protección individual.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998 que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención.
- Resolución de 16 de junio de 1998 por el que se desarrolla el Reglamento de Aparatos a Presión.
- Orden de 29 de abril de 1999, modifica Orden de 6 de mayo de 1988 sobre requisitos y datos que deben reunir las comunicaciones de apertura previa o reanudación de actividades en los centros de trabajo.
- Resolución de 8 de abril de 1999 sobre delegación de Facultades en materia deSeguridad y salud en las obras de construcción. (complementa al R.D. 1627/1997)
- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que debenreunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o mercancías.
- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación de Productos Industriales.
- Ley 19/2001 de 19 de diciembre de reforma del texto articulado de la Ley sobreTráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial, aprobado por R.D. legislativo 339/1990.
- Real Decreto 222/2001 por el que se dictan las disposiciones de aplicación a laDirectiva 1999/36/CE relativa a equipos a presión transportables.
- Real Decreto 379/2001 por el que se aprueba el reglamento de almacenamientode productos químicos y sus ITC´s.
- Real Decreto 842/2002 por el que se aprueba el reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Ley 33/2002 de 5 de julio de modificación del art. 28 del texto refundido de la Ley del estatuto de los trabajadores.
- Orden 06-06-2003, de la Consejería de Agricultura y Medio Ambiente, por la quese regulan las campañas de prevención de incendios forestales

2. CONSIDERACIONES

A continuación, se indica todos los aspectos en cuanto a seguridad que se tuvieron en cuenta a la hora de la realizar el proyecto de la instalación fotovoltaica

2.1 Consideraciones de los equipos de protección colectiva

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 utilizaciónde los diferentes elementos de protección colectiva.
Las protecciones colectivas estarán disponibles en obra para su oportunautilización en las respectivas zonas donde puedan ser necesitadas.

2.2 Consideraciones de los equipos de protección individual

Los equipos de protección tanto individual como colectiva que se utilicen, deberánreunir los requisitos establecidos en las disposiciones legales o reglamentarias que lessean de aplicación y en particular relativos a su diseño, fabricación, uso y mantenimiento.

Se especifica como condición expresa que todos los equipos de protecciónindividual 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 periodo de vigencia.
- Todo equipo de protección individual en uso que este deteriorado o roto, será reemplazado de inmediato, quedando constancia en la oficina de obra del motivodel cambio y el nombre de la empresa y de la persona que recibe el nuevo equipode 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 puedanaparecer 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.

2.3 Señalización de obra

Esta señalización cumplirá con lo contenido en el Real Decreto 485/97 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización y seguridad en el trabajo,que desarrolla los preceptos específicos sobre esta materia contenidos en la Ley 31/95de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales.

2.4 Equipos 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 protecciónindividual.
- 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 suzona 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 sobreel contenido de los manuales técnicos pertinentes al trabajo que realizan.
- Cada contratista facilitará a todos sus empleados el equipo de protecciónseguridad 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, verificandoademás 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, sehará 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 elestudio para presentación de la oferta de ejecución de la obra, debe tenerlos presentes e intentar incluirlos, porque son por sí mismos, más seguros que los que no la poseen.

2.5 Formación e información a los trabajadores

Cada contratista adjudicatario está legalmente obligado a formar en un método detrabajo correcto y seguro a todo el personal a su cargo, de tal forma que los trabajadoresque realicen trabajos en las obras deberán tener conocimiento de los riesgos propios desu 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 individualnecesarios.

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 estandopresentes, al menos, dos trabajadores con formación en materia de primeros auxilios, según criterios del R.D. 614/2001.

2.6 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.
- Al jefe de obra del contratista y/o a la Dirección Facultativa.
-

El jefe de obra tomará las medidas a su alcance para evitar daños mayores a laspersonas e instalaciones. Los accidentes serán notificados a la autoridad laboral en losplazos 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.

2.7 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

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).

A la Mutua de Accidentes de Trabajo.

Accidentes de tipo grave, mortales o que afecten a más de 4 trabajadores

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 las Dirección Facultativa).

A la Autoridad laboral en el plazo de 24 horas. Esta comunicación se realizará conespecificación de los siguientes datos: razón social, domicilio y teléfono de empresa, nombre del trabajador accidentado, dirección del lugar del accidente y breve descripción de este.

2.8 Seguridad de la obra

Presencia de recursos preventivos en obra

Se aplicará por parte de cada contratista lo establecido en el artículo séptimo Coordinación de actividades empresariales en las obras de construcción" de la Ley 54/2003 de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales. Según
dicho artículo se establece que:

- Lo dispuesto en el art. 32 bis de la Ley de Prevención de Riesgos laborales es aplicable a las obras de construcción del presente proyecto, ya que para dichas obras aplica el R.D. 1627/1997. Por tanto, la preceptiva presencia de recursos preventivos se aplicará a cada contratista.
- La presencia de los recursos preventivos de cada contratista será necesaria cuando, durante la obra, se desarrollen trabajos con riesgos especiales según se definen en el R.D. 1627/1997.
- La preceptiva presencia de recursos preventivos tendrá como objeto vigilar el cumplimiento de lo incluido en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud del contratista y comprobar la eficacia de las medidas incluidas en este.
- Se consideran recursos preventivos, a los que el contratista podrá asignar la presencia, los siguientes:
    - Uno o varios trabajadores designados de la empresa
    - Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa
    - Uno o varios miembros del o los servicios de prevención ajenos concertados por la empresa
- El contratista podrá asignar la presencia de forma expresa a uno o varios trabajadores de la empresa que reúnan los conocimientos, la cualificación y la experiencia necesarios en las actividades o procesos a realizar por la empresa en el emplazamiento y cuenten con la formación preventiva correspondiente, como mínimo, a las funciones del nivel básico. En este supuesto, tales trabajadores deberán mantener la necesaria colaboración con los recursos preventivos del contratista.
- Los recursos preventivos deberán tener la capacidad suficiente, disponer de los medios necesarios y ser suficientes en número para vigilar el cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo permanecer en el centro de trabajo durante el tiempo en que se mantenga la situación que determine su presencia (periodo de ejecución de los trabajos considerados como riesgo especial).

2.9 Plan de seguridad y salud

En aplicación del presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista que intervenga en la obra elaborará su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, en el cual analizará y desarrollará las previsiones contenidas en el mismo en función de su propio sistema de ejecución de la obra. El contratista incluirá en su Plan de Seguridad las propuestas y medidas alternativas de prevención que considere oportunas, indicando la correspondiente justificación técnica, si bien, no podrá implicar disminución de los niveles de protección previstos en el Estudio de Seguridad y Salud. El Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista, deberá ser aprobado, previamente al inicio de los trabajos, por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución.
Podrá ser modificado en función del proceso de ejecución de la obra, evolución de los trabajos o bien de las posibles incidencias que pudieran surgir durante el desarrollo de los trabajos.

La modificación realizada deberá ser aprobada por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución. Constituirá el elemento básico para identificar y evaluar los riesgos, de manera que permita planificar una acción preventiva. Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como aquellas personas con responsabilidades en materia de prevención de riesgos laborales, representantes de Los trabajadores, etc., podrán presentar por escrito y de forma razonada las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el Plan de Seguridad y Salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos.

2.10 Obligación de cada contratista adjudicatario 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 Estudio Básico de seguridad cumpliendo con el R. D. 1.627/1.997 de 24 de octubre, que respetara 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 esta, incluyendo todas las modificaciones y/u observaciones que este 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.
- Proporcionará a sus trabajadores equipos de protección individual adecuado para el desempeño de sus funciones y velar por el uso efectivo de los mismos cuando, por la naturaleza de los trabajos realizados, sean necesarios.

- 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 técnico-preventiva, de los posibles imprevistos del proyecto o motivados por los cambios de ejecución decididos sobre la marcha, durante el transcurso de la obra.
- Las responsabilidades de los coordinadores, de la dirección facultativa y del promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

2.11 Coordinador de Seguridad y Salud

Cuando en la ejecución de la obra intervenga más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos, el promotor antes del inicio de los trabajos o tan pronto como se constate dicha circunstancia, designará a un Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, que podrá recaer en la misma persona que redacte el Proyecto.

El Coordinador de seguridad y salud durante la ejecución de la obra deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad:
    - Al tomar las decisiones técnicas y de organización con el fin de planificar los distintos trabajos o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente.
    - Al estimar la duración requerida para la ejecución de estos distintos trabajos o fases de trabajo.

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y trabajadores autónomos apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no sea necesaria la designación de coordinador.

3. 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 por duplicado, habilitado al efecto.

El libro de incidencias será facilitado por:

a) El Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el plan de seguridad y salud.
b) La Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las Administraciones públicas.

El libro de incidencias, que deberá mantenerse siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no fuera necesaria la designación de coordinador, en poder de la dirección facultativa. A dicho libro tendrán acceso la dirección facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las Administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo, relacionadas con los fines que al libro se le reconocen en el apartado 1.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, estarán obligados a remitir, en el plazo de veinticuatro horas, una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente deberán notificar las anotaciones en el libro al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de este.

4. SEGURIDAD DE RESPONSABILIDAD CIVIL Y PATRONAL

La empresa contratista se responsabilizará de cumplir y hacer cumplir cuantas disposiciones legales relativas a seguridad y salud, medio ambiente y otras en general, les sean de aplicación en el desarrollo de las actividades contratadas.

El contratista concertará a sus expensas, y por la cantidad necesaria (mínimo 600.000 €), el seguro de Responsabilidad Civil que cubra los posibles daños a la promotora, su personal e instalaciones, y a terceros, derivados de la realización de las obras contratadas, así como la responsabilidad legalmente exigible por los daños ocasionados por el error o negligencia en la gestión de la seguridad.

Igualmente, habrá que concertar el de Responsabilidad Civil Patronal (mínimo 150.000 € por victima) que cubra a su propio personal y al de sus subcontratistas, comprometiéndose a ampliar el alcance de estos si en opinión de la promotora se hiciera preciso.

Los vehículos de propulsión mecánica autorizados a circular por vías públicas estarán obligatoriamente asegurados, como mínimo, con la garantía de Responsabilidad Civil ilimitada durante su permanencia en el recinto de la obra.

En caso de tratarse de camiones deberá contratarse una póliza que cubra la Responsabilidad Civil de la carga o en su defecto, deberá presentarse copia de la Póliza de responsabilidad civil general de la empresa propietaria del camión, en la que se garantice dicha cobertura.

5. SUBCONTRATACION

Sin previa autorización escrita de la empresa promotora el contratista no podrá ceder o traspasar a terceros obligaciones o derechos nacidos del pedido o contrato. Para la cesión, la empresa promotora dará su conformidad a la selección del subcontratista.
El contratista será responsable único ante la promotora de la realización de la obra en su totalidad, independientemente de las responsabilidades que él pueda exigir a sus suministradores o subcontratistas. 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 como representar coherentemente la prevención. No permiten la medición ni el presupuesto exacto como consecuencia de
su indefinición.

PRESUPUESTO DEL ESS

CAPÍTULO 10 SEGURIDAD Y SALUD

SUBCAPÍTULO 1001 PROTECCIONES INDIVIDUALES

CODIGO	RESUMEN
L01066	**CASCO DE SEGURIDAD ABS O PEAD CON ANAGRAMA, BLANCO** Casco de seguridad fabricado en ABS o PE de alta densidad, con atalaje de 6 cintas, bandas antisudor, agujeros de aireación y el anagrama en 7 colores, incluido en el precio. Color blanco. Norma UNE-EN 397. Casco seguridad homologado.

UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10				10,00	10,00	1,97	19,70

CODIGO	RESUMEN
020301	**Par BOTAS DE SEGURIDAD CATEGORIA S2** Botas de seguridad en piel (Clase I); piel grabada, no de serraje; puntera 200 J (SB); antiestática (A); protección del talón contra choques (E); suela antideslizante con resaltes; resistente a la penetración y absorción del agua (WRU). Categoría: S2(SB+A+E+WRU).

UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10				10	10	13,54	135,40

CODIGO	RESUMEN
L01066	**Par GUANTES CUERO PROTECCION MECÁNICA Y TÉRMICA** Guantes de protección mecánica y térmica. Confeccionado en cuero serraje de color amarillo. Normas EN-420, EN-388, EN-407, niveles de protección mecánica: A3,B2,C4, D1 y niveles de protección térmica: A4, B1, C3, D1.

UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10				10,00	10,00	8,12	81,20

CODIGO	RESUMEN
L01066	**Ud MASCARILLA AUTOFILTRANTE PLEGADA, PARTICULAS, UN USO, CLASE FFP3** Mascarilla autofiltrante plegada, con válvula; de un solo uso; para protección contra partículas sólidas y líquidas. Clase FFP3 (SL) 50xTLV. Norma UNE-EN 149

UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10				10,00	10,00	2,48	24,80

CODIGO	RESUMEN
L01066	**Ud PROTECTOR AUDITIVO DE OREJERAS** Protector auditivo de orejeras, compuesto por dos casquetes ajustables con elementos almohadillados; sujetos por arnés; recambiables; atenuación media mínima de 28 dBA. Normas UNE-EN 352-1, UNE-EN 458.

UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
10				10,00	10,00	7,63	76,30

CODIGO	RESUMEN
L01066	**Ud ARNES ANTICAIDAS DE POLIESTER** Arneses anticaídas de poliéster, anillas de acero, cuerda de longitud y mosquetón de acero, con hombreras y perneras regulables según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.

UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
5				5,00	10,00	4,30	21,50

TOTAL, SUBCAPITULO 1001 PROTECCIONES INDIVIDUALES **422,50**

CODIGO	RESUMEN						
L01066	**Ud CHALECO ALTA VISIBILIDAD CLASE 2** Chaleco alta visibilidad de color amarillo fluorescente, de clase 2 como mínimo tanto en superficie mínima de materiales como el nivel de retrorreflexión de las bandas.						
UDS	**LONGITUD**	**ANCHURA**	**ALTURA**	**PARCIALES**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
10				10,00	10,00	2,54	25,40

CODIGO	RESUMEN						
L01066	**Ud GAFAS MONTURA UNIVERSAL, ADAPTABLE SOBRE GAFA CORRECTORA** Gafas de montura universal. Campo de uso: líquidos; gotas; proyecciones; partículas mayores de 5 micras. Resistencia a impactos de baja energía (F); ocular de visión lateral ininterrumpida, con filtro de protección (3-1,2), Clase Óptica 1 (trabajos continuos); resistencia al deterioro superficial por partículas finas (K); tratamiento antiempañamiento; adaptable sobre gafas correctoras; posibilidad de anclaje para cordón de sujeción. Normas UNE-EN 166, UNE-EN 170.						
UDS	**LONGITUD**	**ANCHURA**	**ALTURA**	**PARCIALES**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
10				10,00	10,00	3,82	38,20

SUBCAPÍTULO 1002 PROTECCIONES COLECTIVAS

CODIGO	RESUMEN						
L01066	**CORDÓN BALIZAMIENTO, COLOCADO** Cordón de balizamiento, incluidos soportes de 2,5 m, colocado						
UDS	**LONGITUD**	**ANCHURA**	**ALTURA**	**PARCIALES**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
1	100			100,00	100,00	0,67	67,00

CODIGO	RESUMEN						
L01066	**DISPOSITIVO ANTICAÍDA ASCENSOS Y DESCENSOS** Dispositivo anticaída para ascensos y descensos verticales, compuesto por elemento metálico deslizante con bloqueo instantaneo en caso de caída y cuerda de amarre a cinturón de 10 mm de diám. Y 4 m de longitud con mosquetón homologado según n.T.R., según R.D. 773/97 y marcado CE según R.D. 1407/92. Medida la unidad en obra.						
UDS	**LONGITUD**	**ANCHURA**	**ALTURA**	**PARCIALES**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
4				4,00	4,00	8,40	33,60

TOTAL, SUBCAPITULO 1002 PROTECCIONES COLECTIVAS	**100,60**

SUBCAPÍTULO 1003 PRIMEROS AUXILIOS

CODIGO	RESUMEN						
L01066	**Ud BOTIQUIN PORTATIL DE OBRA** Botiquín portátil de obra para primeros auxilios, conteniendo el material que especifica el RD 486/1997						
UDS	**LONGITUD**	**ANCHURA**	**ALTURA**	**PARCIALES**	**CANTIDAD**	**PRECIO**	**IMPORTE**
2				2,00	2,00	29,72	59,44

TOTAL, SUBCAPITULO 1003 PRIMEROS AUXILIOS	**54,44**

TOTAL, CAPITULO 10 SEGURIDAD Y SLAUD	**582,54**

PLANOS DEL ESS

LISTADO DE PLANOS

Plano nº 1: Detalle caseta de obra

Plano nº 2: Detalle caseta de obra II

Plano nº 3: Detalle aseo portátil

Plano nº 4: Detalle de valla I

Plano nº 5: Detalle de valla II

Plano nº 6: Detalle de valla III

Plano nº 7: Anclaje de cinturón de seguridad

Plano nº 8: Anclaje de cinturón de seguridad II

Plano nº 9: Detalle de escaleras

Plano nº 10: Seguridad en escaleras

Plano nº 11: Detalle EPIS I

Plano nº12: Detalle EPIS II

Plano nº 13: Detalle gazas y eslingas I

Plano nº 14: Detalle gazas y eslingas II

Plano nº 15: Detalle de eslingas y zanjas

Plano nº 16: Detalle de señalización I

Plano nº 17: Detalle de señalización II

Plano nº 18: Detalle de señalización III

Plano nº 19: Detalle de seguridad

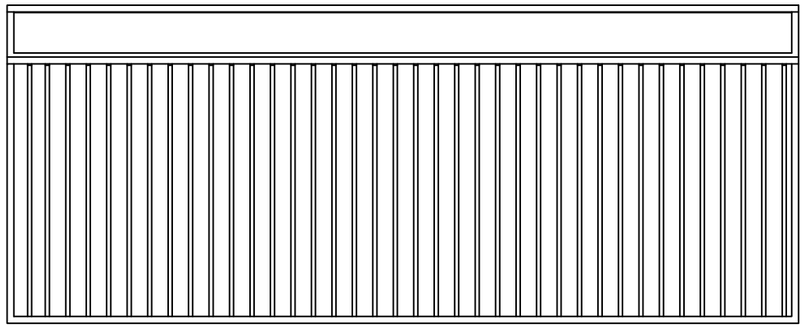
Plano nº 20: Detalle de señal de advertencia

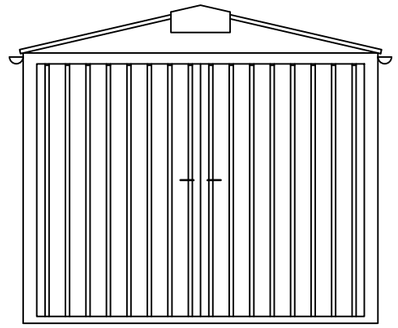
Plano nº 21: Detalle señal de peligro

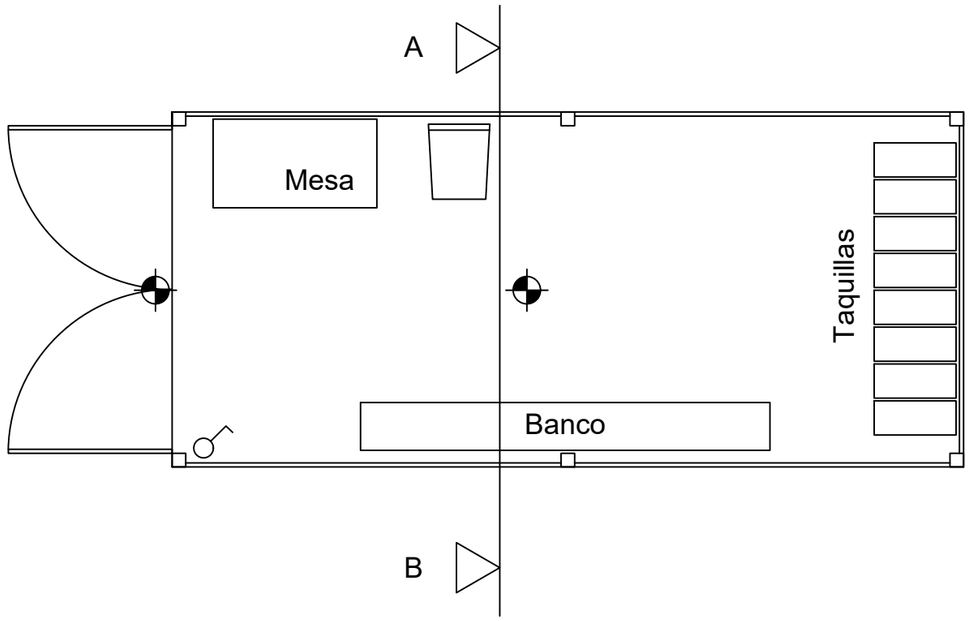
Plano nº 22: Detalle de señal de reglamentación y prioridad

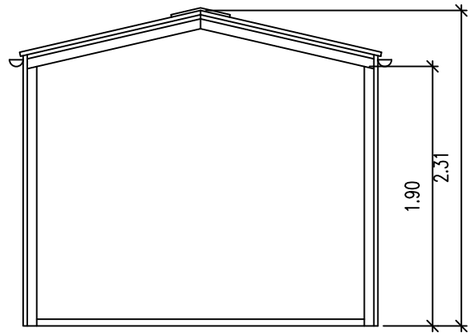
Plano nº 23: Detalle de señales manuales efectos luminosos

Plano nº 24: Detalle elementos de balizamientos reflectantes









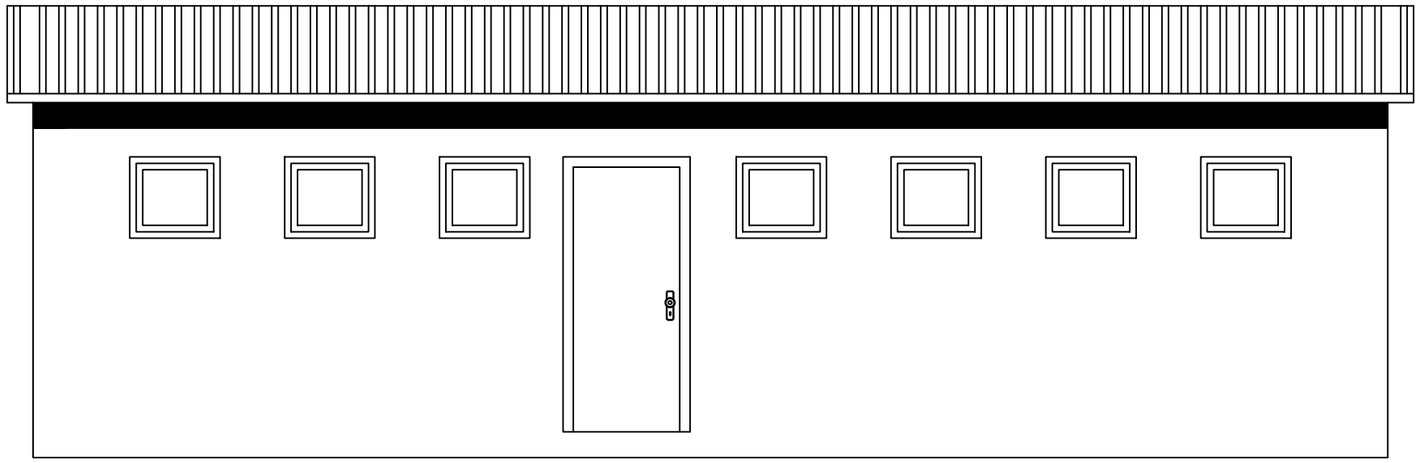
SECCION A-B

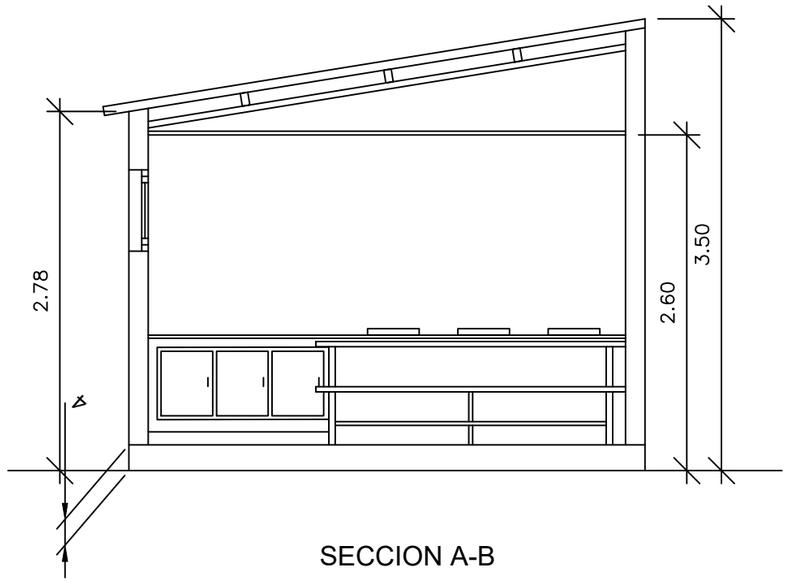
PUNTO DE LUZ INCANDESCENTE

INTERRUPTOR UNIPOLAR

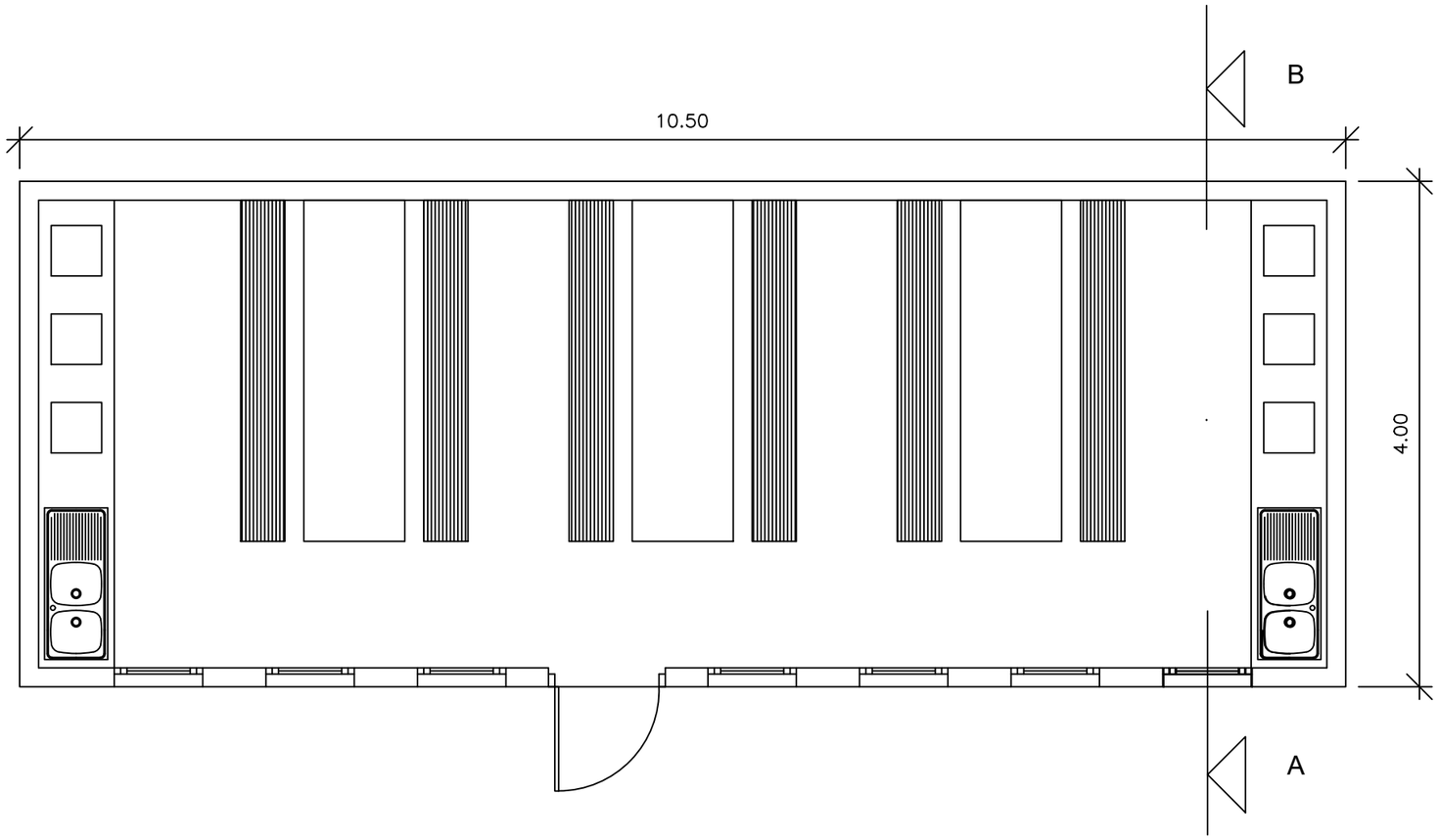
IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE CASETA DE OBRA		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	1
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		





SECCION A-B

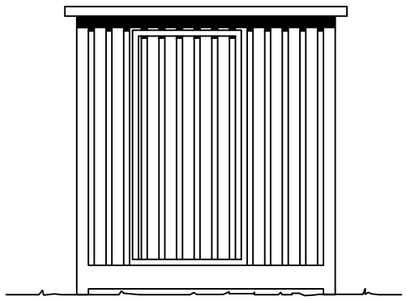


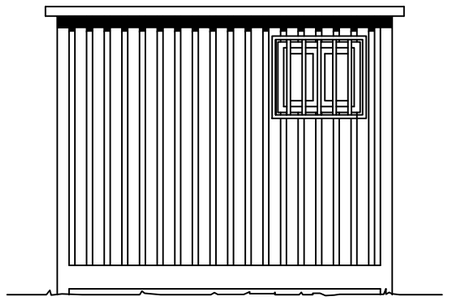
COMEDOR

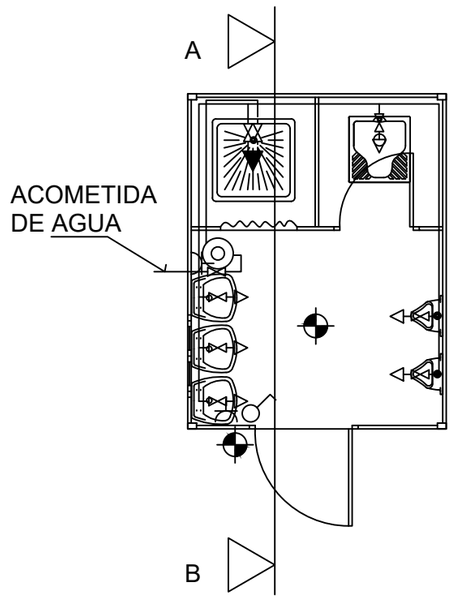
E= 1/50

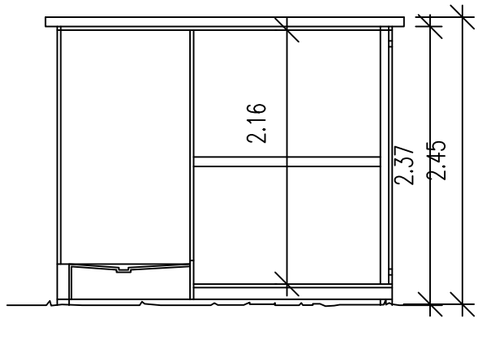
IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE CASETA DE OBRA II		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	2
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		









SECCION A-B

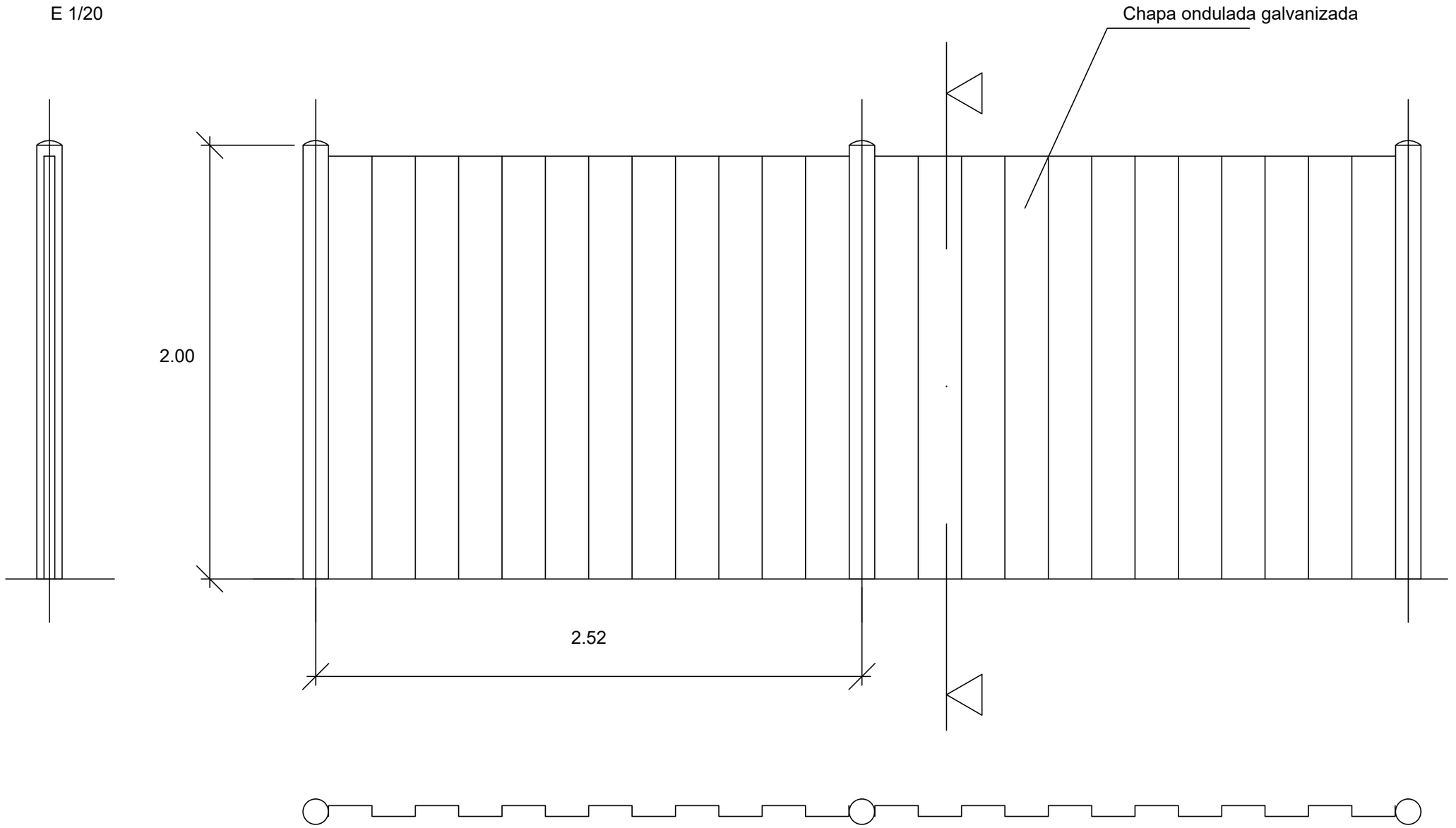
LEYENDAS		
FONTANERIA		HIDROMEZCLADOR AUTOMATICO
		GRIFO DE AGUA FRIA
		LLAVE DE PASO
		CALENTADOR ACUMULADOR ELECTRICO
ELECTRICIDAD		PUNTO DE LUZ
		INTERRUPTOR
		BASE DE ENCHUFE

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE ASEO PORTÁTIL		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	3
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

VALLA CON POSTES Y CHAPA GALVANIZADA

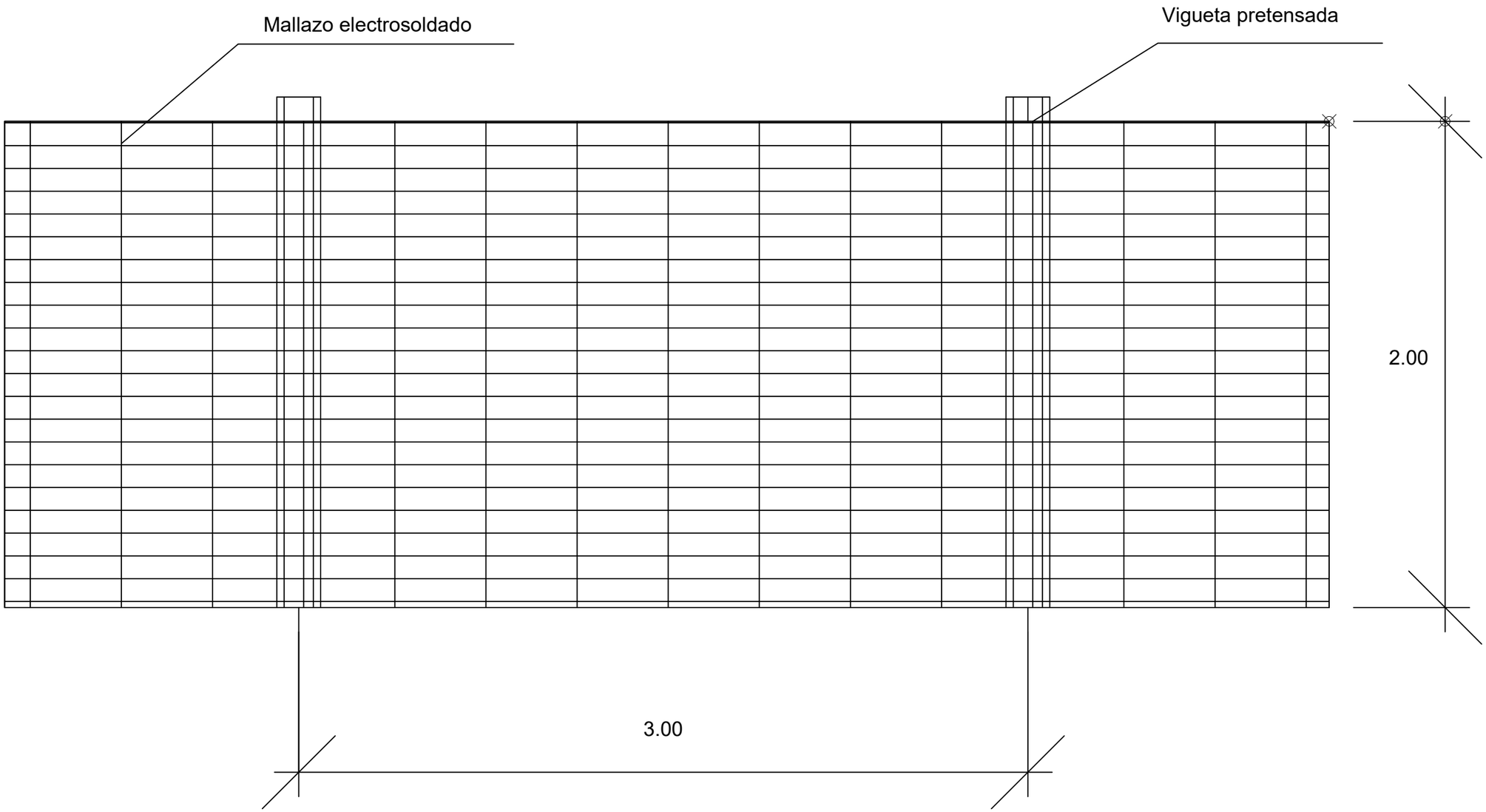
E 1/20



IberSun	PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO	DETALLE VALLA I	
	ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No. 4
	PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.	

VALLA CON MALLAZO METALICO

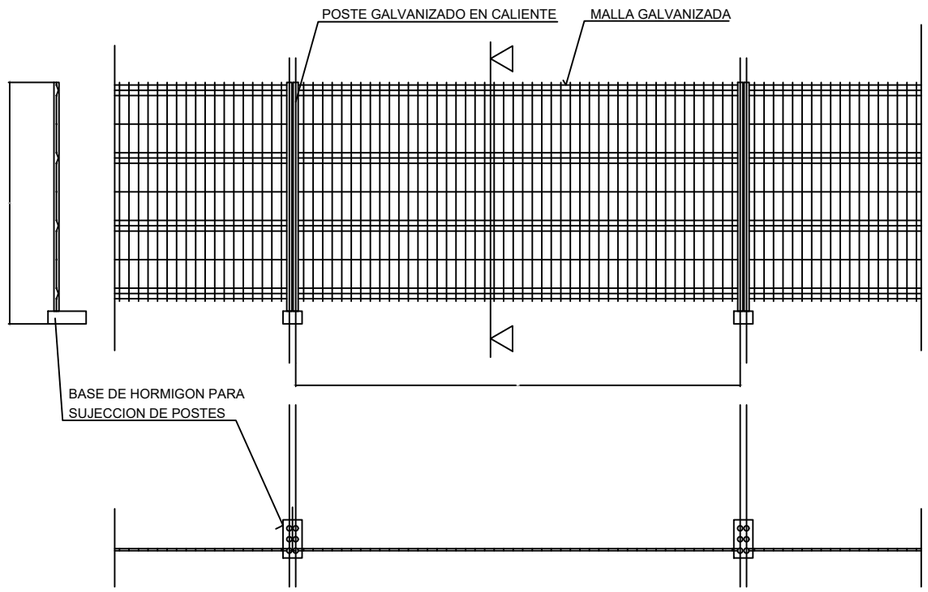
E 1/20



IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE VALLA II		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	5
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

VALLA DE POSTES Y MALLA GALVANIZADA

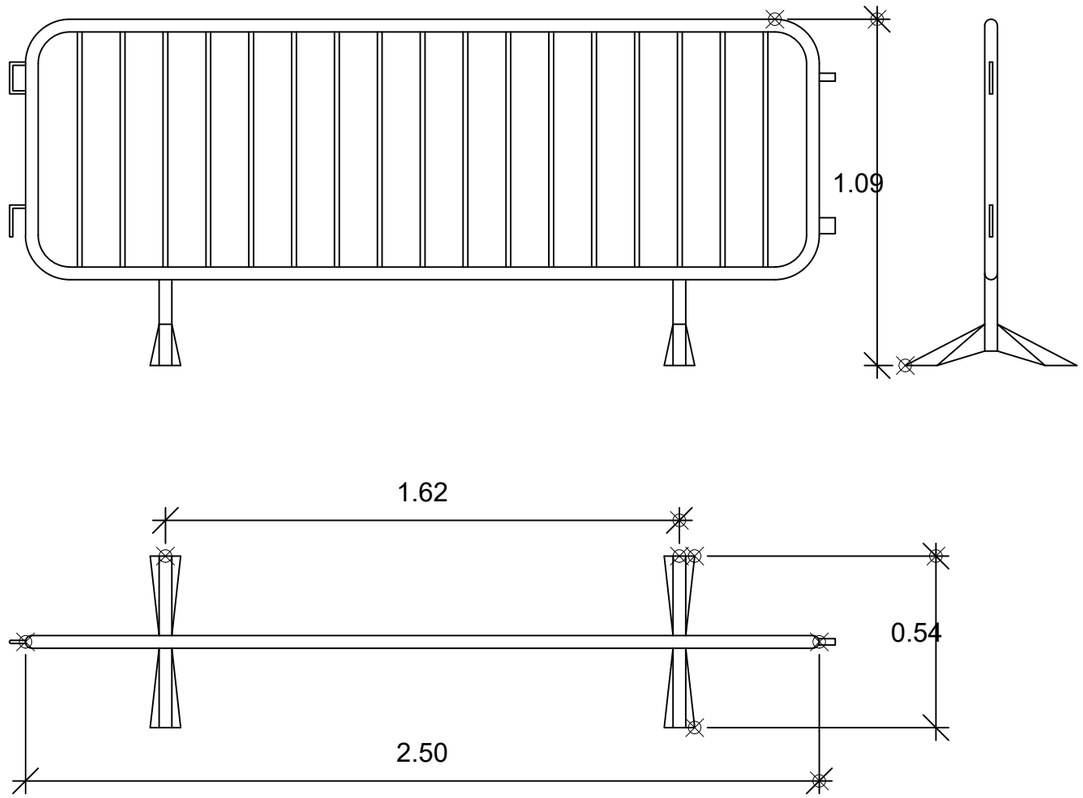


ALAMBRE HORIZONTAL Ø 4'5 mm.

ALAMBRE VERTICAL Ø 3'5 mm.

POSTES Ø 40 mm.

VALLA MOVIL DE PROTECCION
Y PROHIBICION DE PASO
E 1/20

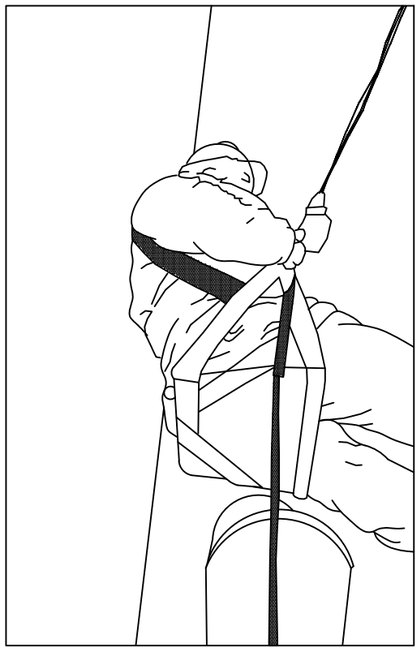


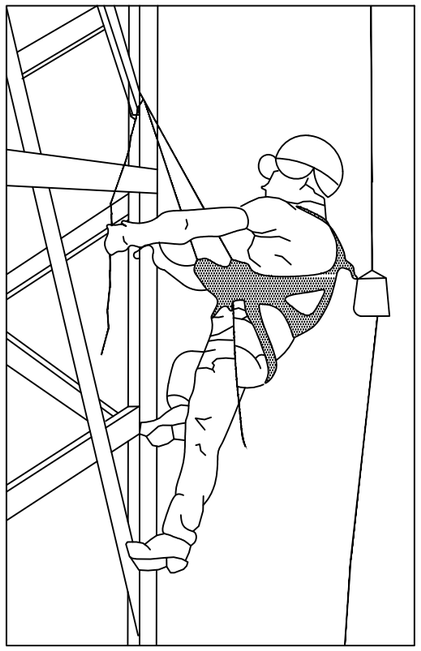
LAS UNIONES ENTRE POSTES SE REALIZARA MEDIANTE ACCESORIOS DE FIJACION INCORPORADOS

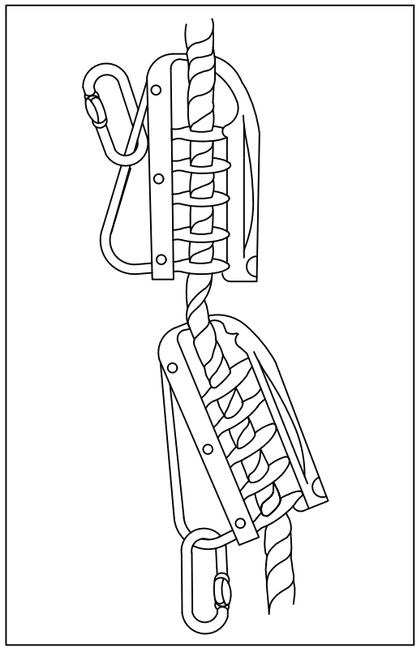
IberSun

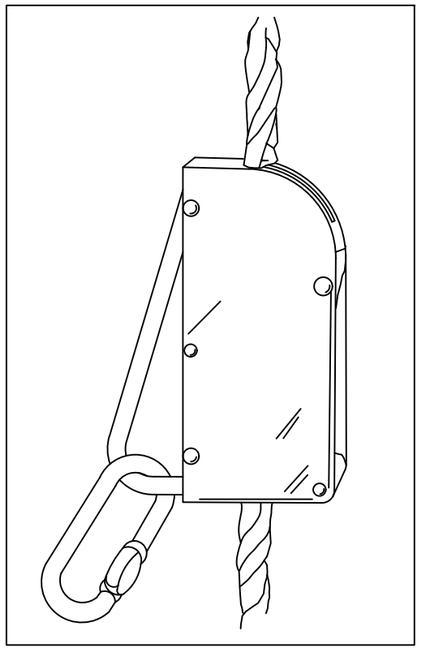
PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE VALLA III		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	6
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (Seguro automáticos anticaidas)

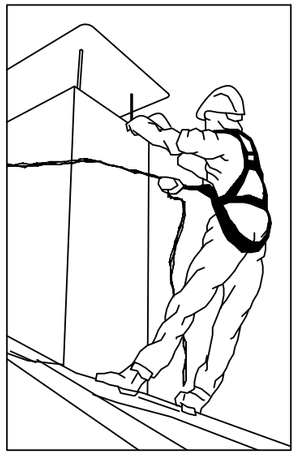


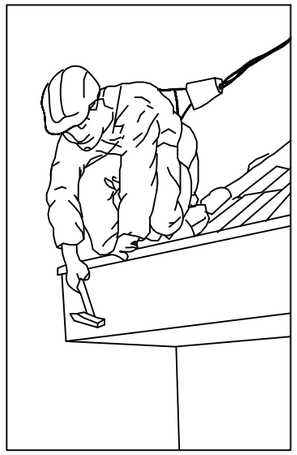


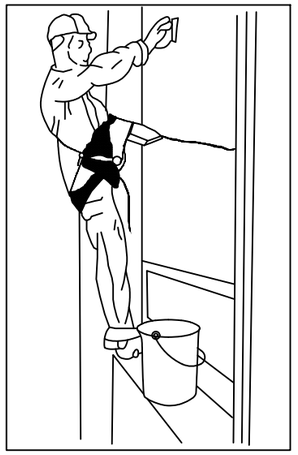


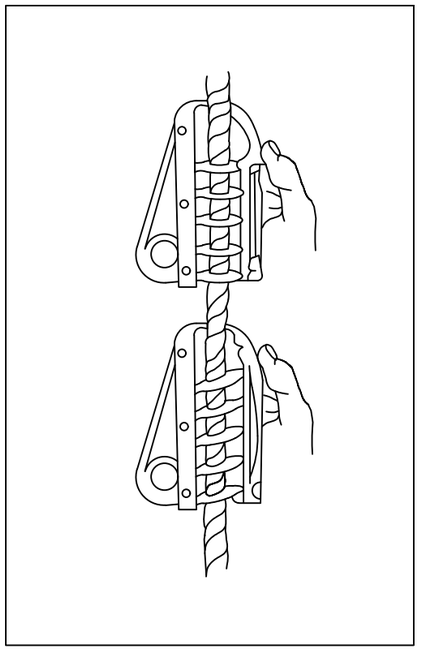


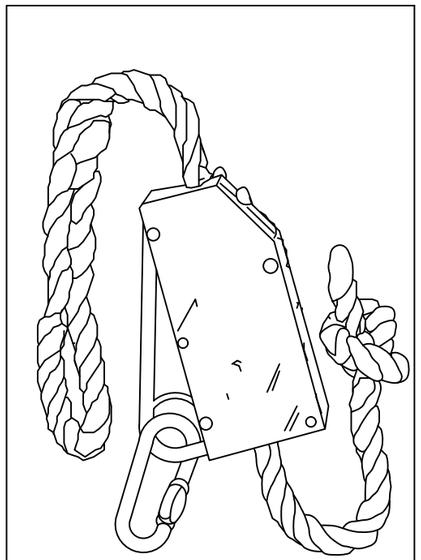
ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (Seguro de anclaje móvil)







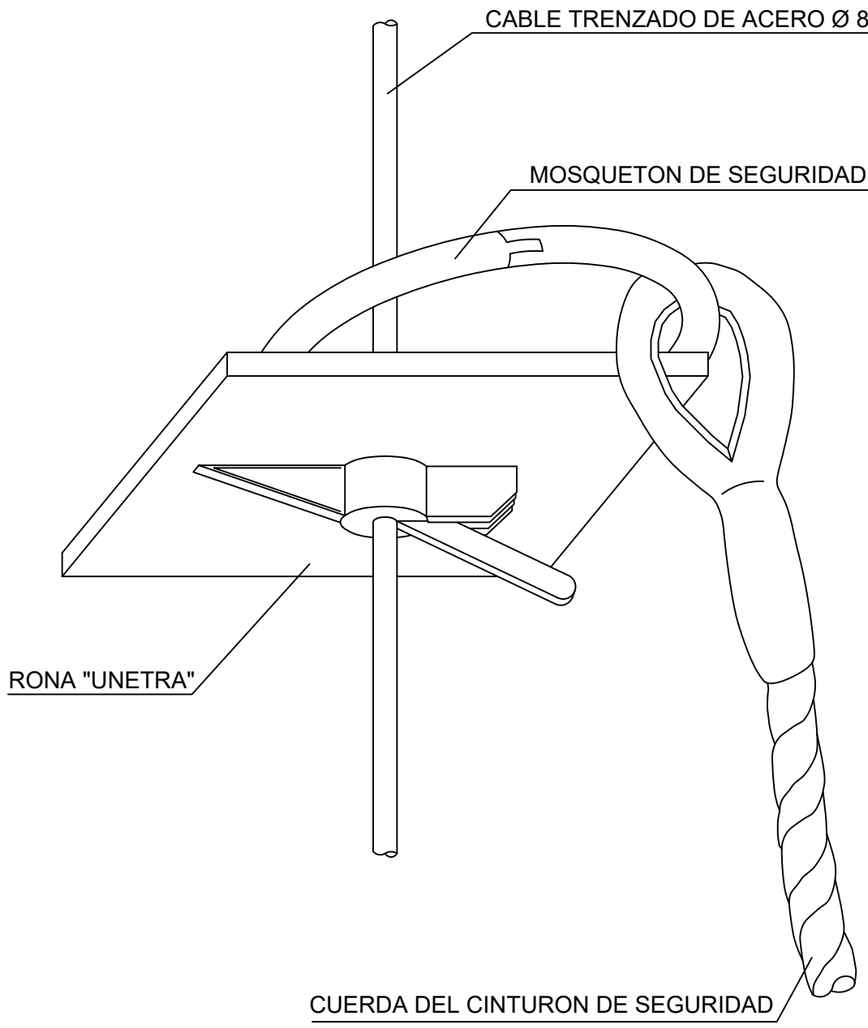




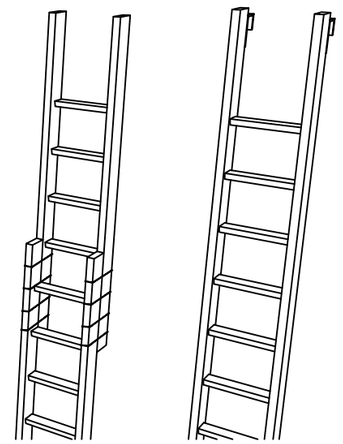
IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	Anclaje de Cinturon de Seguridad		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No. 7	
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

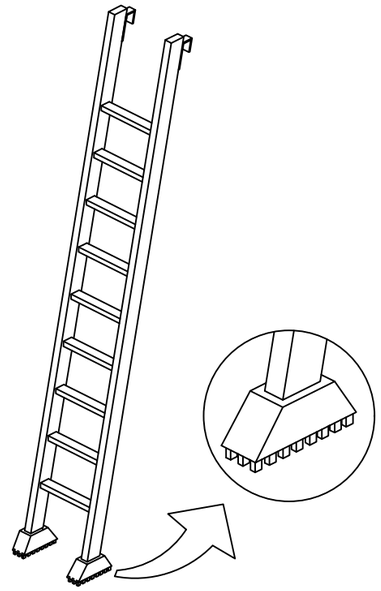
ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD



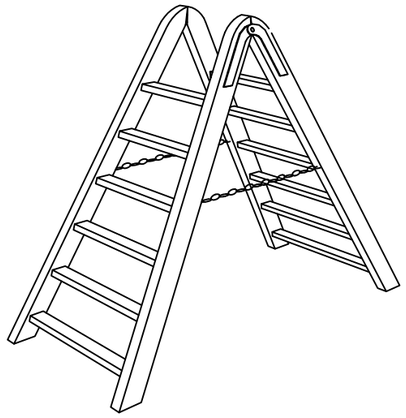
PRECAUCIONES EN EL USO DE ESCALERAS DE MANO



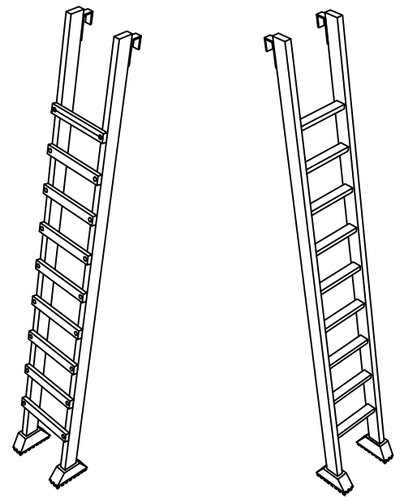
NO SE DEBE REALIZAR NUNCA EL EMPALME IMPROVISADO DE DOS ESCALERAS.



EQUIPAR LA S ESCALERAS PORTATILES CON BASES ANTIRRESBALADIZAS PARA UNA MEJOR ESTABILIDAD.



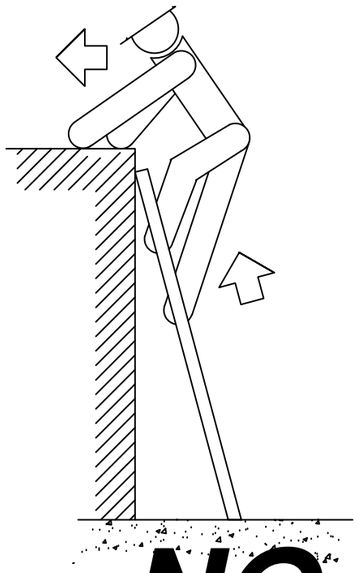
TOPE Y CADENA PARA IMPEDIR LA APERTURA.



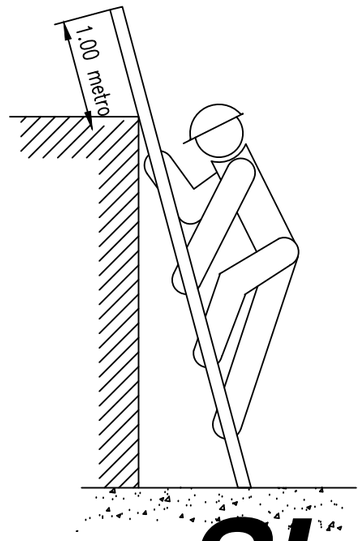
LOS LARGEROS SERAN DE UNA SOLA PIEZA Y LOS PELDANOS ESTARAN BIEN ENSAMBLADOS Y NO CLABADOS.

IberSun

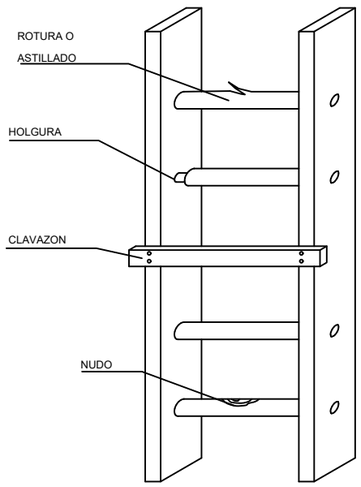
PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	Anclaje de Cinturon de Seguridad II		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	8
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		



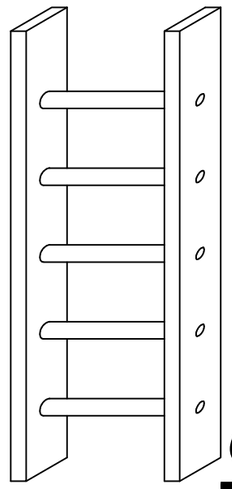
NO



SI



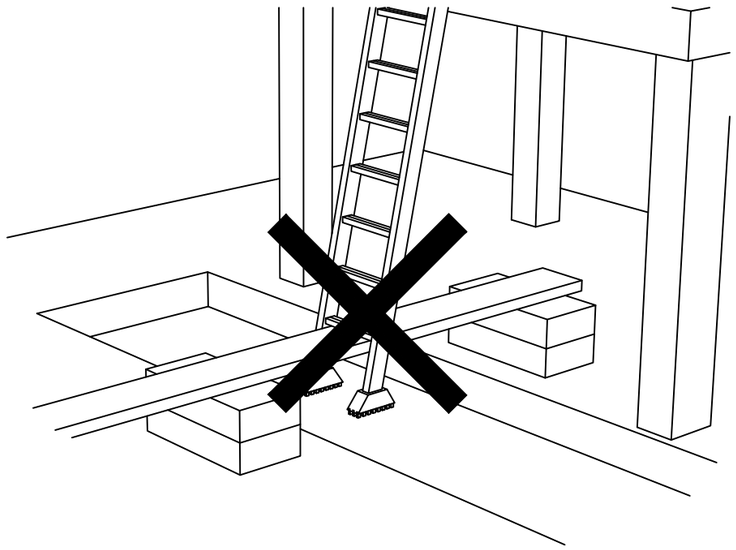
NO

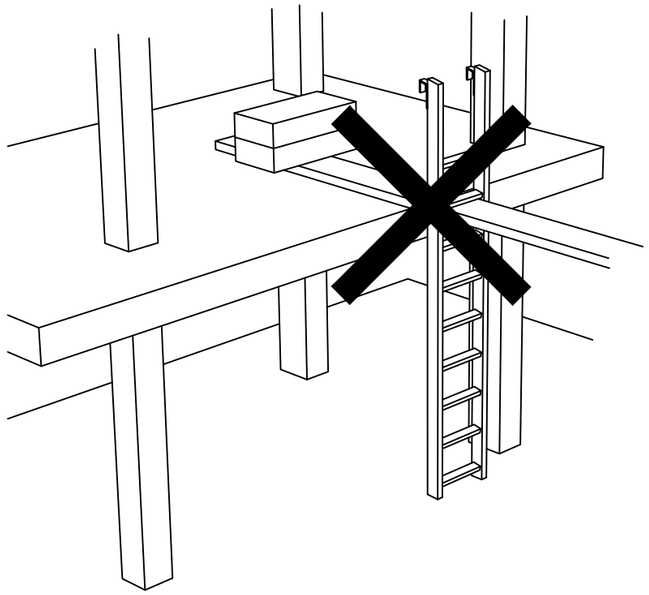


SI

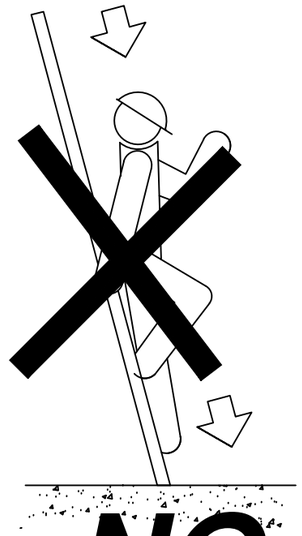
ESCALERAS DE MANO
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA)

POSICIONES INCORRECTAS DE ESCALERAS DE MANO

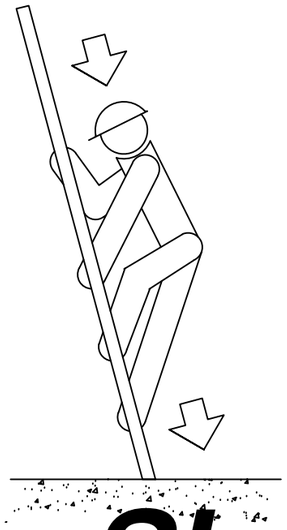




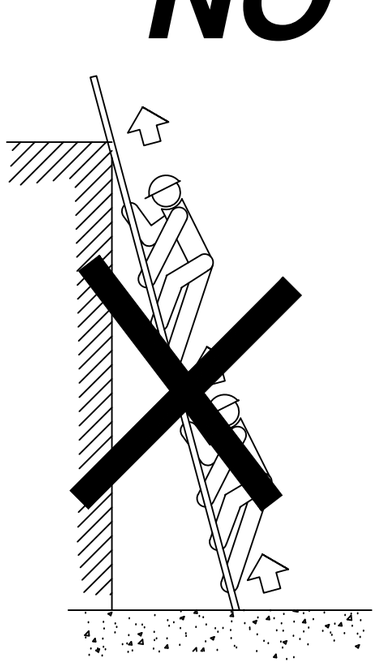
IberSun	PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO	DETALLE ESCALERAS	
	ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No. 9
	PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.	



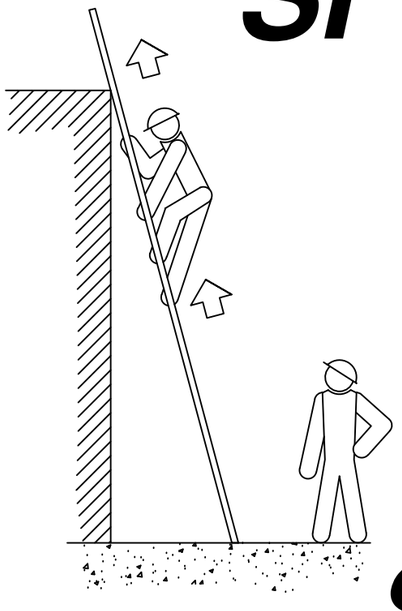
NO



SI



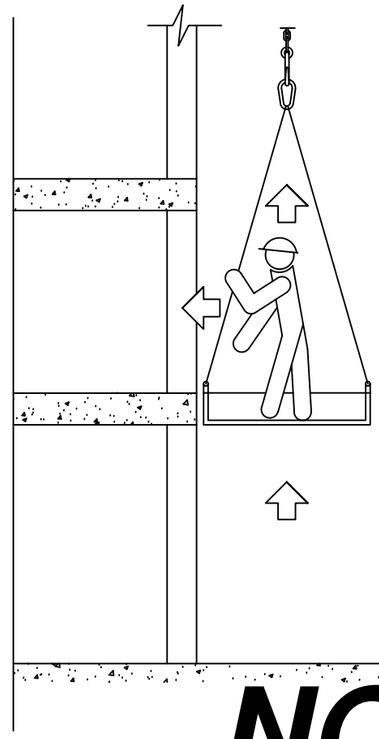
NO



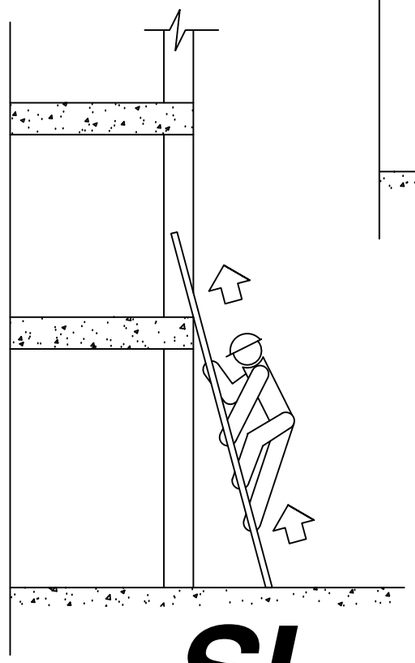
SI

ESCALERAS DE MANO
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA
EN SU SUBIDA Y BAJADA)

ESCALERAS DE MANO
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA
EN SUBIDAS A PLANTAS)



NO

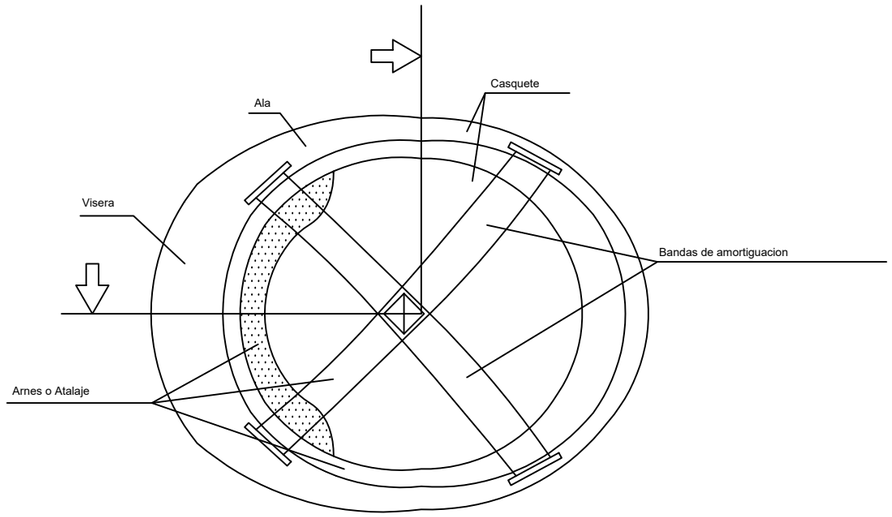


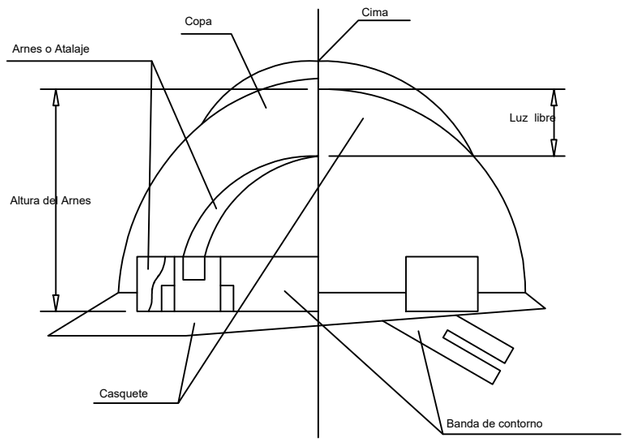
SI

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	SEGURIDAD EN ESCALERAS		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No. 10	
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

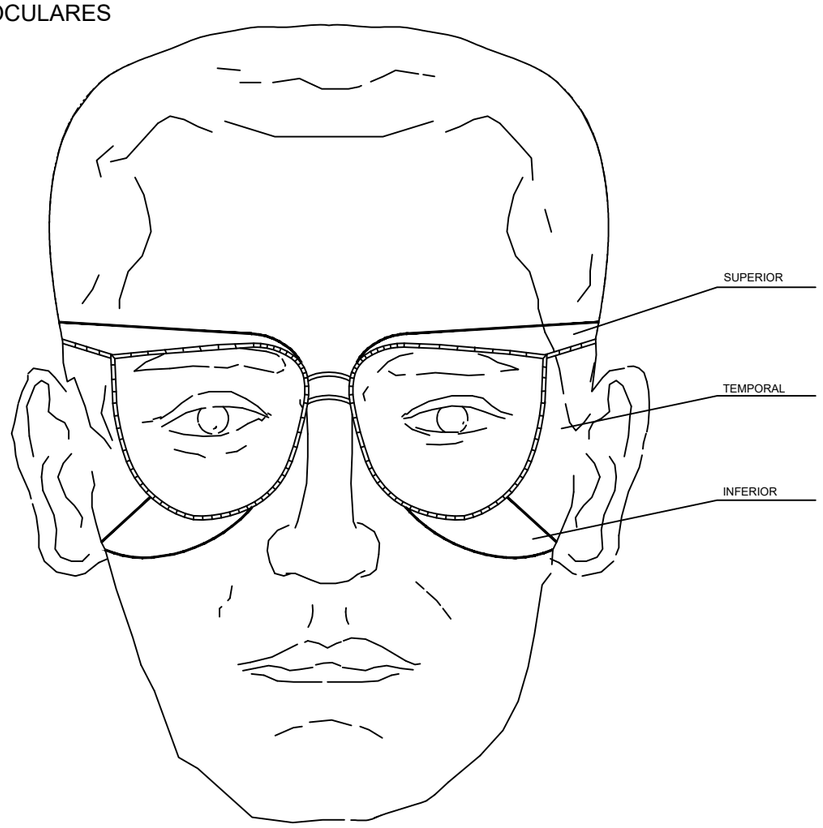
PROTECCIONES INDIVIDUALES (CASCO DE SEGURIDAD)

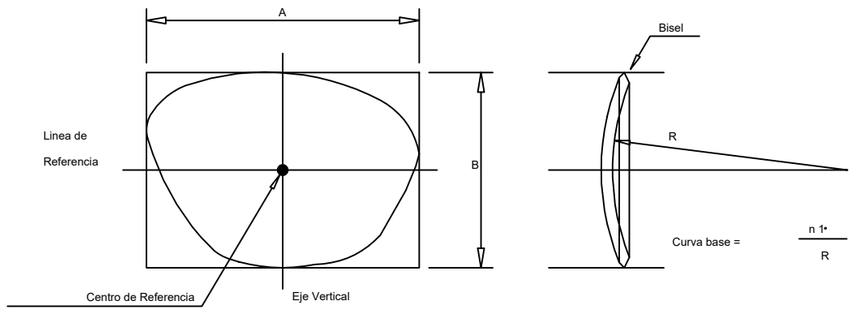




PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD II)

OCULARES



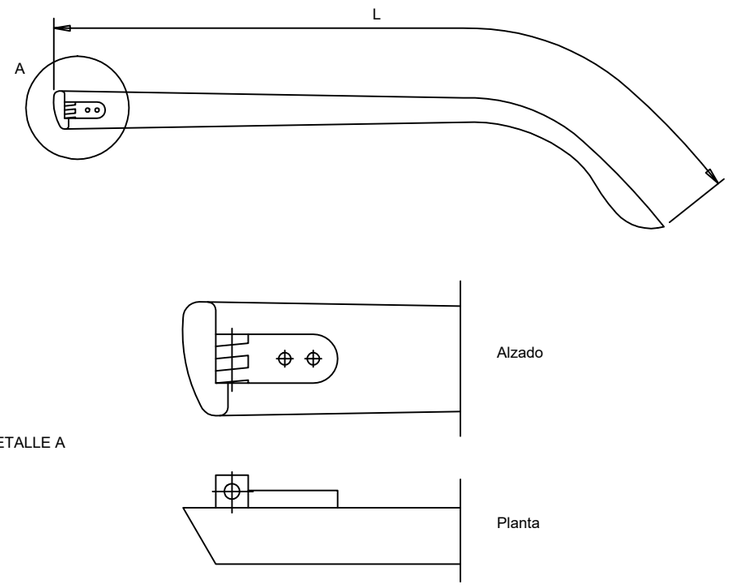


IberSun

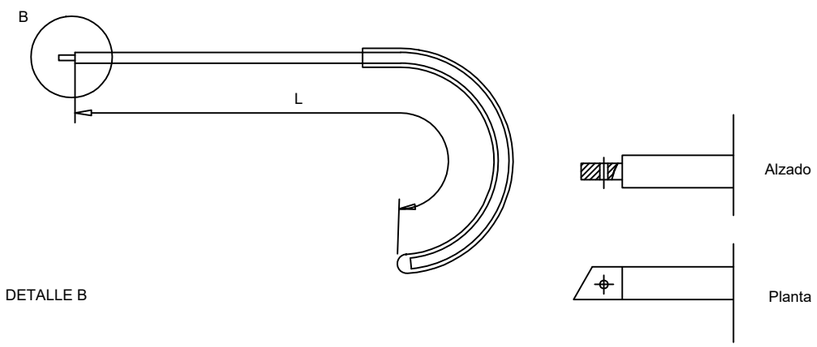
PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE EPIS I		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	11
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD I)

PATILLA DE SUJECCION TIPO ESPATULA

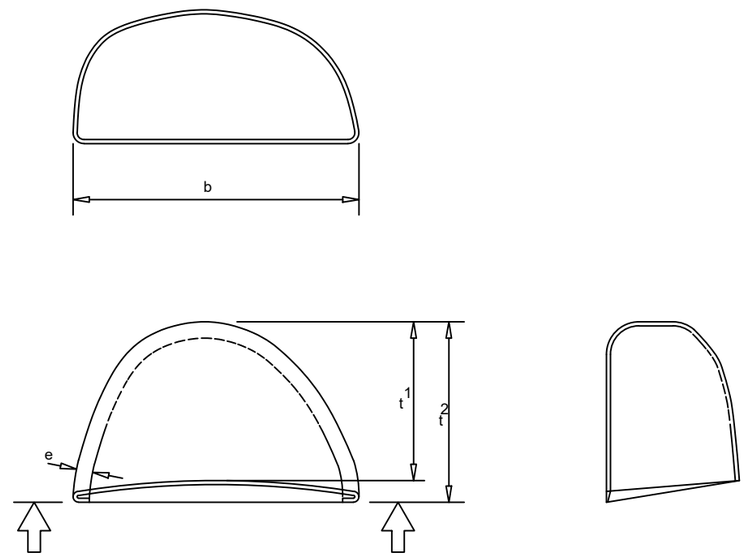


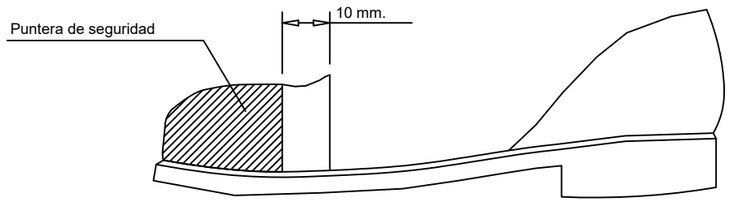
PATILLA DE SUJECCION TIPO CABLE



PROTECCIONES INDIVIDUALES (BOTAS DE SEGURIDAD -REFUERZOS -)

PUNTERA





IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE EPIS II		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	12
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

GAZAS REALIZADAS A PIE DE OBRA

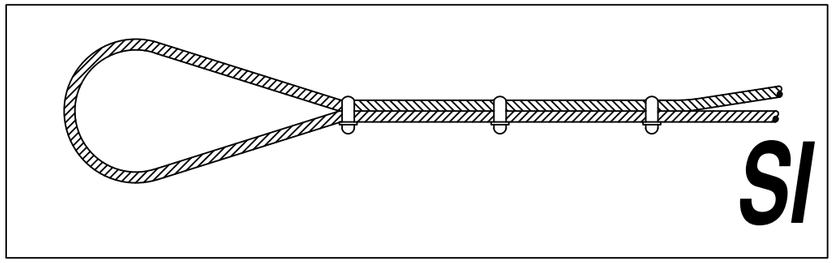
El numero de perrillos y la separacion entre los mismos depende del diametro del cable a utilizar.
Una orientación la da la tabla siguiente:

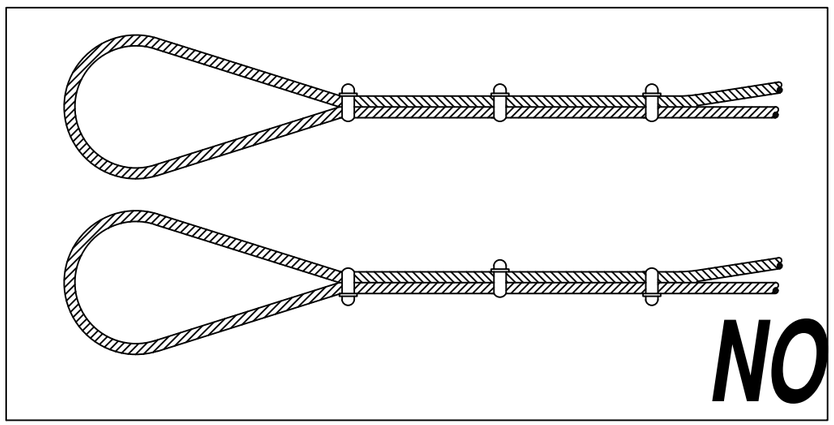
DIAMETRO DEL CABLE (mm)	Nº DE PERRILLOS	DISTANCIA ENTRE PERRILLOS
Hasta 12	3	6 diametros
de 12 a 20	4	6 diametros
de 20 a 25	5	6 diametros
de 25 a 35	6	6 diametros

Normas a tener en cuenta :

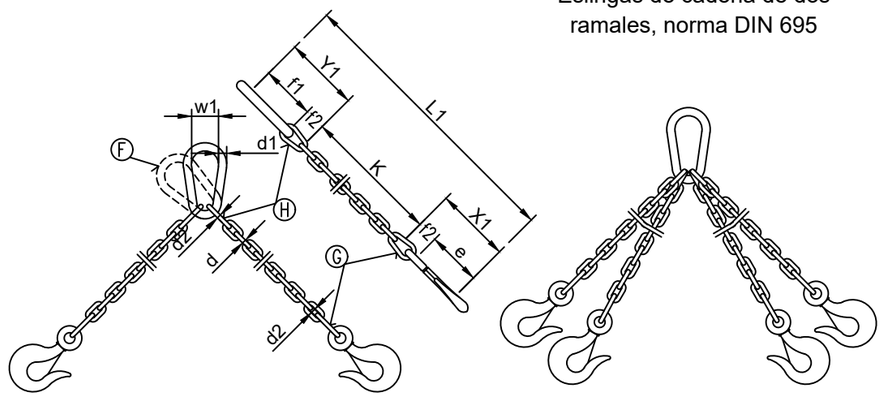
Por lo sencillo de su construccion, las Gazas confeccionados con perrillos son las mas empleadas para los trabajos normales en obra.
Es importante tener en cuenta su forma de construccion, para poder evitar al maximo accidentes de cualquier tipo.
Una mala colocación de los perrillos puede dañar el cable que va a soportar grandes tensiones, con lo que puede producir graves accidentes.
Una mala ejecución de la Gaza puede tener como consecuencia, la caida de la carga.

Forma correcta de construccion de una Gaza :





Eslingas de cadena de dos ramales, norma DIN 695



CADENA DE CARGA	CADENA DE ARRASTRE	CARGA UTIL ∝ = 45°	CARGA UTIL ∝ = 90°	CARGA UTIL ∝ =120°			Longitud de la cadena terminada para K=1000 mm.	ESLABON F			ESLABONES G H		
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.

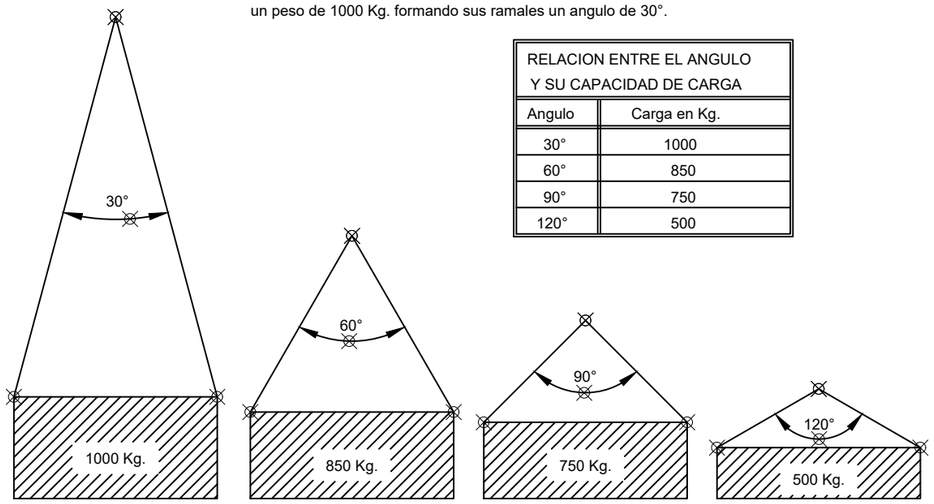
IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
TITULO DE PLANO	DETALLE GAZAS Y ESLIGAS I	
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No. 13
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.	

ANGULO DE LOS RAMALES EN LAS ESLINGAS PARA EL MANEJO DE MATERIALES CON LA MISMA ESLINGA.

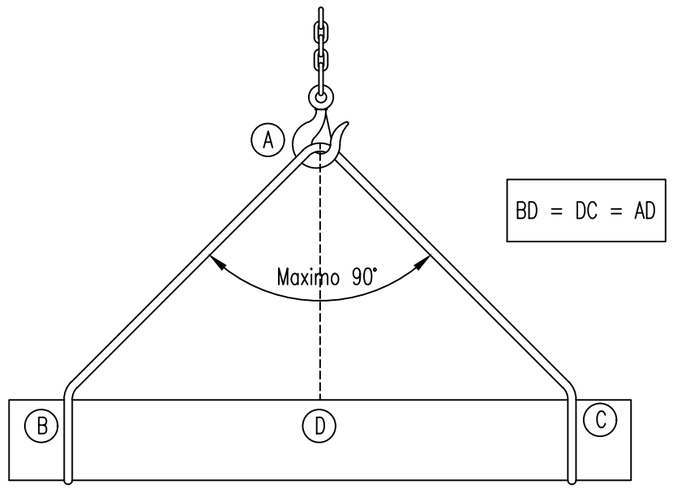
Cuadro de ejemplo, suponiendo que una eslinga sea capaz de soportar un peso de 1000 Kg. formando sus ramales un angulo de 30°.

RELACION ENTRE EL ANGULO Y SU CAPACIDAD DE CARGA	
Angulo	Carga en Kg.
30°	1000
60°	850
90°	750
120°	500

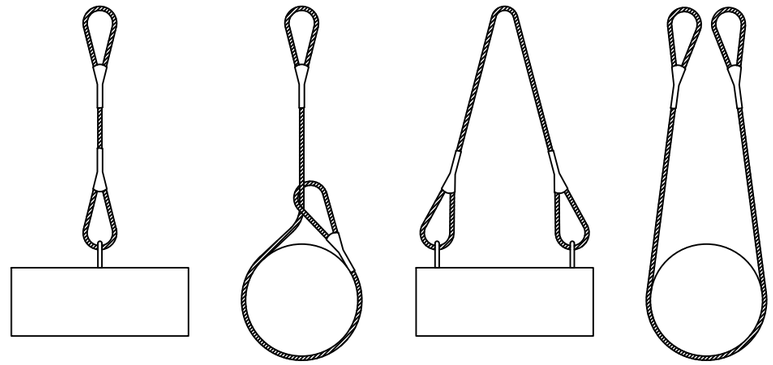


La carga maxima que puede soportar una eslinga depende, fundamentalmente, del angulo formado por los ramales de la misma. A mayor angulo, menor será la capacidad de carga de la eslinga.

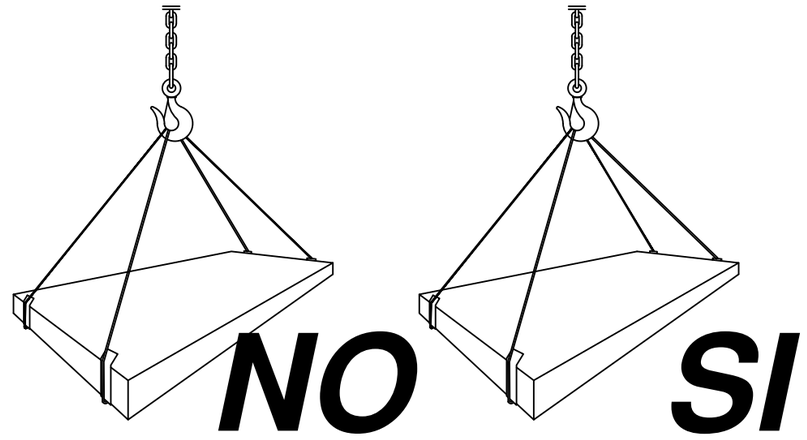
NUNCA SE DEBE HACER TRABAJAR UNA ESLINGA CON UN ANGULO MAYOR DE 90°.
Y LA CARGA SIEMPRE IRA CENTRADA.

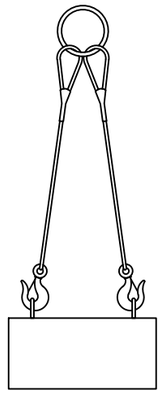


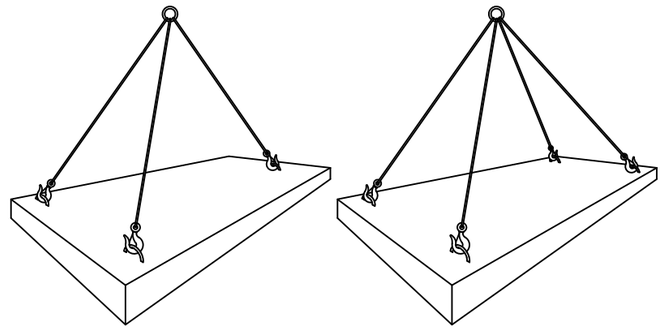
FORMAS QUE PUEDEN SER UTILIZADAS EN ESLINGAS Y ESTROBOS:



NUNCA SE DEBEN CRUZAR LAS ESLINGAS. SI SE MONTA UNA SOBRE OTRA, PUEDE PRODUCIRSE LA ROTURA DE LA ESLINGA QUE QUEDA APRISIONADA.





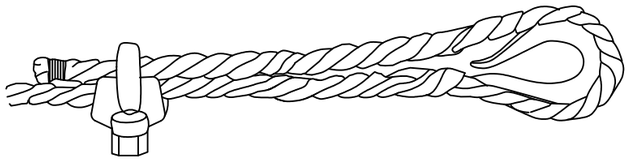


CARGAS HORIZONTALES
(PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA
PARA TENERLAS BIEN SUJETAS)

IberSun

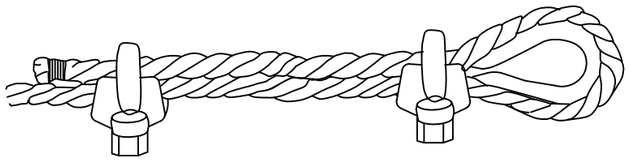
PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE GAZAS Y ESLIGAS II		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	14
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

PRIMERA OPERACION



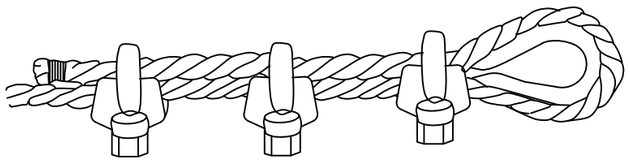
APLICACION DE LA PRIMERA GRAPA : Se dejara una longitud de cable adecuada para poder aplicar las grapas en numero y espaciamiento dados por la tabla.
Se coloca la primera a una distancia del extremo del cable igual a la anchura de la base de la grapa. La concavidad del perno en forma de U aprieta el extremo libre del cable. APRETAR LA TUERCA CON EL PAR RECOMENDADO.

SEGUNDA OPERACION



APLICACION DE LA SEGUNDA GRAPA : Se colocara tan proxima a la gaza como sea posible.
La concavidad del perno en forma de U, aprieta el extremo libre del cable.
NO APRETAR LAS TUERCAS A FONDO.
mendado.

TERCERA OPERACION

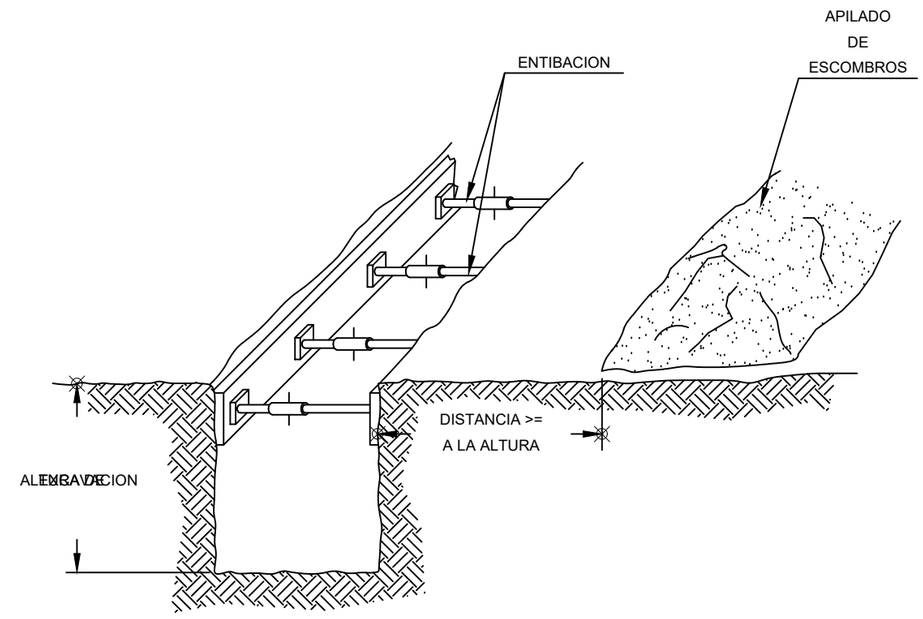


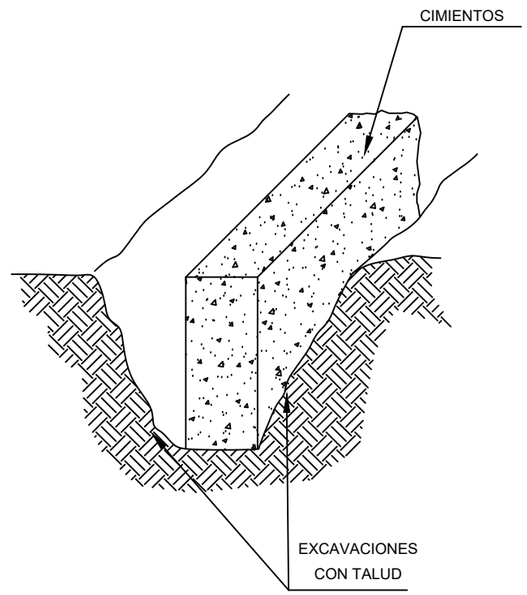
APLICACION DE LAS DEMAS GRAPAS : Se colocaran distanciandolas a partes iguales entre las dos primeras (A distancia no mayor que la anchura de la base de la grapa). Se giran las tuercas y se tensa el cable.
APRETAR A FONDO Y DE FORMA REGULAR TODAS LAS GRAPAS hasta el par recomendado.

COLOCACION DE GRAPAS EN LAS GAZAS

(Metodo de instalacion de las grapas)

PRECAUCIONES EN LAS EXCAVACIONES





IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE ESLIGA Y ZANJAS		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	15
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

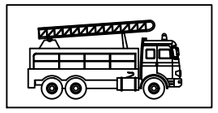
TELEFONOS DE EMERGENCIA

DIRECCION DE LA OBRA

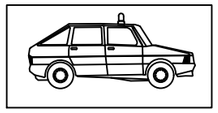
_____

_____

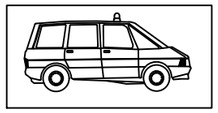
(_____



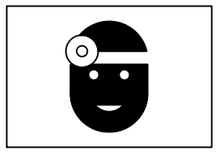
BOMBEROS (_____



POLICIA NACIONAL (_____



GUARDIA CIVIL (_____



SERVICIO MEDICO
Dr. _____

MEDICO ASISTENCIAL
PARA LA OBRA
Dr. _____

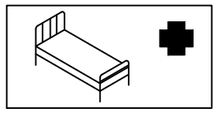
(_____

(_____



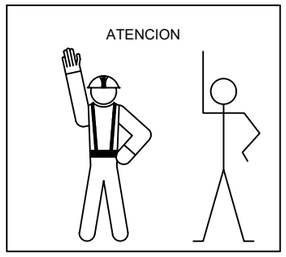
AMBULANCIAS (_____

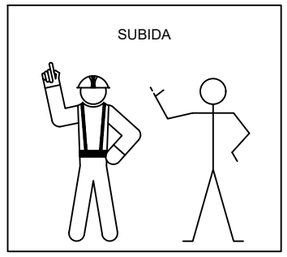
(_____

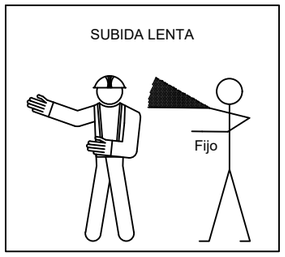


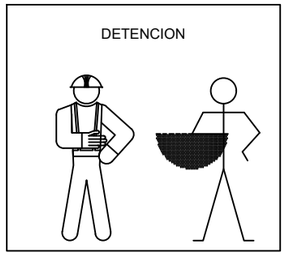
HOSPITALES (_____

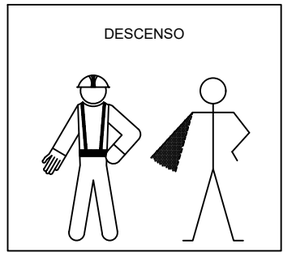
(_____



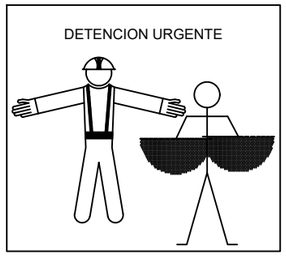


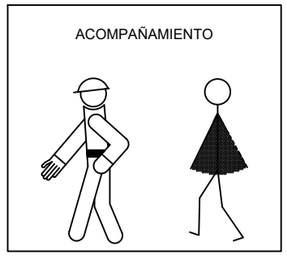


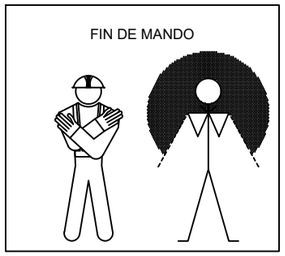


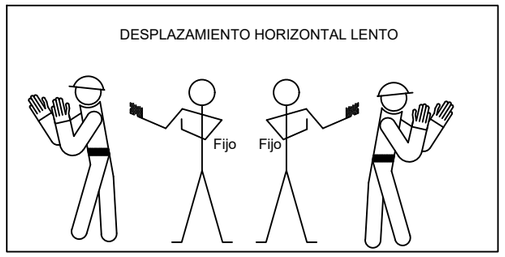














SEÑALES ACUSTICAS

O LUMINOSAS

DE CONTESTACION

COMPRENDIDO	
Obedezco	Una señal breve
REPITA	Dos señales
Solicito órdenes	breves
CUIDADO	Señales largas
Peligro inminente	o una contínua
EN MARCHA LIBRE	
Aparato desplazándose	Señales cortas

SEÑALES PARA MANEJO DE GRUAS

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE SEÑALIZACION		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No. 16	
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

SE¥ALES DE OBLIGACION

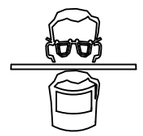
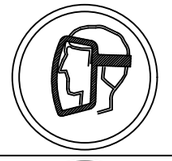
SIGNIFICADO DE LA SE¥AL	SIMBOLO	COLORES			SE¥AL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA DE VIAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Establecimiento de las dimensiones de una se¤al hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la se¤al y S la superficie en metros de la se¤al

SEÑALES DE OBLIGACION (II)

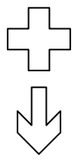
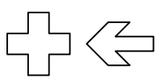
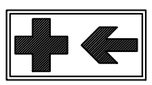
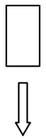
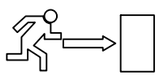
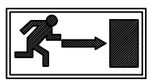
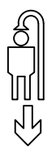
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
USO OBLIGATORIO DE CINTUROS DE SEGURIDAD		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE GAFAS O PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
OBLIGACION DE LAVARSE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE CALZAADO ANTIESTATICO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
EMPUJAR NO ARRASTRAR		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE SEÑALIZACION II		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No. 17	
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

SEÑALES DE SALVAMENTO

SIGNIFICADO DE LA SE¥AL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DUCHA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	

Establecimiento de las dimensiones de una se¤al hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geqslant \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metrosd desde donde se puede ve la señal y SD la superficie en metros de la señal.

SEÑALES DE SEGURIDAD (UNE 81.501)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO FUMAR Y LLAMAS DESNUDAS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
AGUA NO POTABLE		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO PASARN A LOS PEATONES		NEGRO	ROJO	BLANCO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geqslant \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal.

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE SEÑALIZACION III		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	18
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

EL COLOR EN LA SEGURIDAD (I)

COLOR	ESTIMULACION
ROJO	* PELIGRO, EXCITACION, PASION
ANARANJADO	* INQUIETUD
AMARILLO	* ACTIVIDAD
VERDE	* QUIETUD, REPOSO, RELAJACION
AZUL	* FRIO, LENTITUD
VIOLETA	* APATIA, DEJADEZ

POR LO TANTO, EN LA INDUSTRIA, NO DEBERAN SER UTILIZADOS COLORES FUERTES O SEDANTES, PUESTO QUE AMBOS EXTREMOS SON PERJUDICIALES.

LA REFLEXION DE LA LUZ EN TECHOS Y PAREDES, VARIA SEGUN EL COLOR Y SERA:

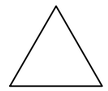
COLOR	REFLEXION
BLANCO	85 %
MARFIL	70 %
CREMA	65 %
AZUL CELESTE	65 %
VERDE CLARO	60 %
AZUL CLARO	50 %

EL COLOR EN LA SEGURIDAD (II)

COLOR	SIGNIFICADO	APLICACION
ROJO	PARADA PROHIBICION	* Señales de parada * Señales de prohibicion * Dispositivos de conexion de urgencia * Localización y señalizacion contra incendios
AMARILLO	ATENCION ZONA DE PELIGRO	* Señales de parada * Señales de prohibicion * Dispositivos de conexion de urgencia
VERDE	SITUACION DE SEGURIDAD	* Señalizacion de pasillos de salidas de socorro
AZUL	OBLIGACION	* Obligacion de llevar equipo de proteccio personal.

COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE	COLOR DE SIMBOLO
ROJO	BLANCO	NEGRO
AMARILLO	NEGRO	NEGRO
VERDE	BLANCO	BLANCO
AZUL	BLANCO	BLANCO

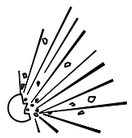
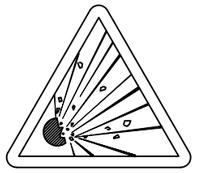
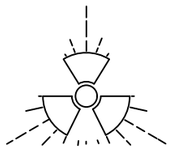
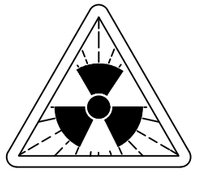
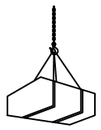
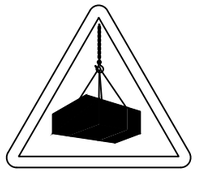
PARA EVITAR LOS INCONVENIENTES DERIVADOS DE LA DIFICULTAD QUE ALGUNAS PERSONAS TIENE PARA DISTINGUIR LOS COLORES, ESTOS SE COMPLEMENTAN CON FORMAS GEOMETRICAS.

FORMA GEOMETRICA DE LA SEÑAL	ESPECIFICACION
	OBLIGACION O PROHIBICION
	ADVERTENCIA DE PELIGRO
	INFORMACION

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE SEGURIDAD		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	19
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

SEÑALES DE ADVERTENCIA (Hoja I)

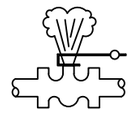
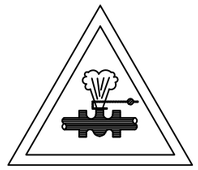
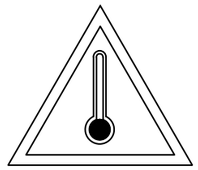
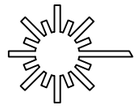
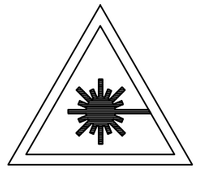
SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INCENDIO MATERIAS EXPLOSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE RADIACION MATERIAL RADIOACTIVO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INTOXICACION SUSTANCIAS TOXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CORROSION SUSTANCIAS CORROSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geqslant \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal.

SEÑALES DE ADVERTENCIA (Hoja II)

SIGNIFICADO DE LA SE¥AL	SIMBOLO	COLORES			SE¥AL DE ADVERTENCIA
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CAIDAS AL MISMO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA PRESION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
BAJA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LASER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CARRETILLAS DE MANUTENCION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Establecimiento de las dimensiones de una se¤al hasta una distancia de 50 metros:

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE SEÑAL DE ADVERTENCIA		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No. 20	
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

SEÑALES DE PELIGRO (Hoja I)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
SEMAFOROS		ROJO AMBAR NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A DERECHA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A IZQUIERDA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A DERECHAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A IZQUIERDAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
PERFIL IRREGULAR		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
RESALTO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
BADEN		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESTRECHAMIENTO DE CALZADA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	

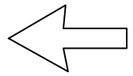
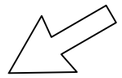
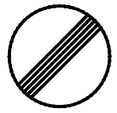
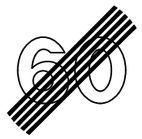
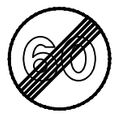
SEÑALES DE PELIGRO (Hoja II)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
SEMAFOROS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A DERECHA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVA PELIGROSA A IZQUIERDA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A DERECHAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
CURVAS PELIGROSAS A IZQUIERDAS		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
PERFIL IRREGULAR		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
RESALTO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
BADEN		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESTRECHAMIENTO DE CALZADA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	

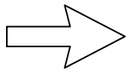
IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE SEÑAL DE PELIGRO		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	21
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

SEÑALES DE REGLAMENTACION Y PRIORIDAD (Hoja III)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
SENTIDO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PASO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PASO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
FIN DE PROHIBICIONES		NEGRO	BLANCO	NEGRO	
FIN DE LIMITACION DE VELOCIDAD		NEGRO GRIS	BLANCO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO		NEGRO GRIS	BLANCO	NEGRO	
FIN DE PROHIBICION DE ADELANTAMIENTO PARA CAMIONES		NEGRO GRIS	BLANCO	NEGRO	

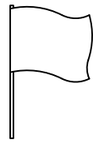
SEÑALES DE REGLAMENTACION Y PRIORIDAD (Hoja II)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
VELOCIDAD MAXIMA		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
GIRO A LA DERECHA PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	BLANCO	
GIRO A LA IZQUIERDA PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ADELANTAMIENTO PROHIBIDO		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ADELANTAMIENTO PROHIBIDO A CAMIONES		NEGRO	AMARILLO	ROJO	
ESTACIONAMIENTO PROHIBIDO		ROJO	AZUL	ROJO	
SENTIDO OBLIGATORIO		BLANCO	AZUL	BLANCO	

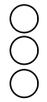
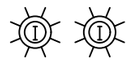
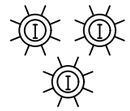
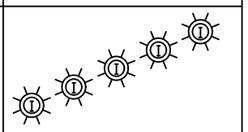
IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	Detalle señal de reglamentacion y prioridad		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	22
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

SEÑALES MANUALES

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
BANDERA ROJA		ROJO	ROJO	ROJO	
DISCO AZUL DE PASO PERMITIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
DISCO DE STOP DE PASO PERMITIDO	STOP	BLANCO	ROJO	BLANCO	

ELEMENTOS LUMINOSOS

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
SEMAFORO (TRICOLOR)		ROJO AMBAR VERDE	ROJO AMBAR VERDE	NEGRO	
LUZ AMBAR INTERMITENTE		AMBAR	AMBAR	NEGRO	
LUZ AMBAR ALTERNATIVAMENTE INTERMITENTE		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
TRIPE LUZ AMBAR INTERMITENTE		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
DISCO LUMINOSO MANUAL DE PASO PERMITIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
DISCO LUMINOSO MANUAL DE STOP O PASO PERMITIDO	STOP	BLANCO	ROJO	BLANCO	
LINEA DE LUCES AMARILLAS FIJAS		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
CASCADA LUMINOSA		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
LUZ AMARILLA FIJA		AMBAR	AMBAR	AMBAR	
LUZ ROJA FIJA		ROJO	ROJO	ROJO	

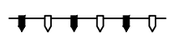
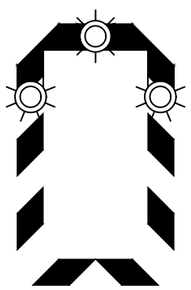
IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	Detalle señal manual y efectos luminosas		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	23
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE (Hoja I)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PANEL DIRECCIONAL ALTO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DIRECCIONAL ESTRECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DOBLE DIRECCIONAL ALTO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DOBLE DIRECCIONAL ESTRECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
PANEL DE ZONA EXCLUIDA AL TRAFICO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
CONO		ROJO	BLANCO	BLANCO	

ELEMENTOS DE BALIZAMIENTO REFLECTANTE (Hoja II)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			ELEMENTO DE SEÑALIZACION
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PIQUETE		ROJO	BLANCO	BLANCO	
BALIZA DE BORDE DERECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
BALIZA DE BORDE DERECHO		ROJO	BLANCO	BLANCO	
HITO DE BORDE REFLEXIVO Y LUMINISCENTE		NARANJA	NARANJA	NARANJA	
GUIRNALDA		ROJO BLANCO	ROJO BLANCO	ROJO BLANCO	
BASTIDOR MOVIL		ROJO AMBAR (Segun señales interiores)	BLANCO	BLANCO	

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	Detalle elemento balizamiento reflectantes		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No. 24	
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

DOCUMENTO Nº 5: PLANOS DEL PROYECTO

LISTADO DE PLANOS

Plano nº 1: Situación

Plano nº 2: Emplazamiento

Plano nº 3: Emplazamiento en el PGOU

Plano nº 4.1: Afecciones Planta I

Plano nº 4.2: Afecciones Planta II

Plano nº 5: Línea Evacuación

Plano nº 5.1: Línea Evacuación I

Plano nº 5.2: Línea Evacuación II

Plano nº 6: Implantación

Plano nº 6.1: Detalle Implantación I

Plano nº 7: Implantacion

Plano nº 7.1: Detalle Implantación II

Plano nº 8: Zanjas I

Plano nº 9: Zanjas II

Plano nº 10: Conexión a Línea de Evacuación

Plano nº 11: Esquema Unifilar

Plano nº 12: Detalle de Seguidor Solar

Plano nº13: Detalle de Inversor

Plano nº 14: Centro de Transformación

Plano nº 15: Centro de Seccionamiento

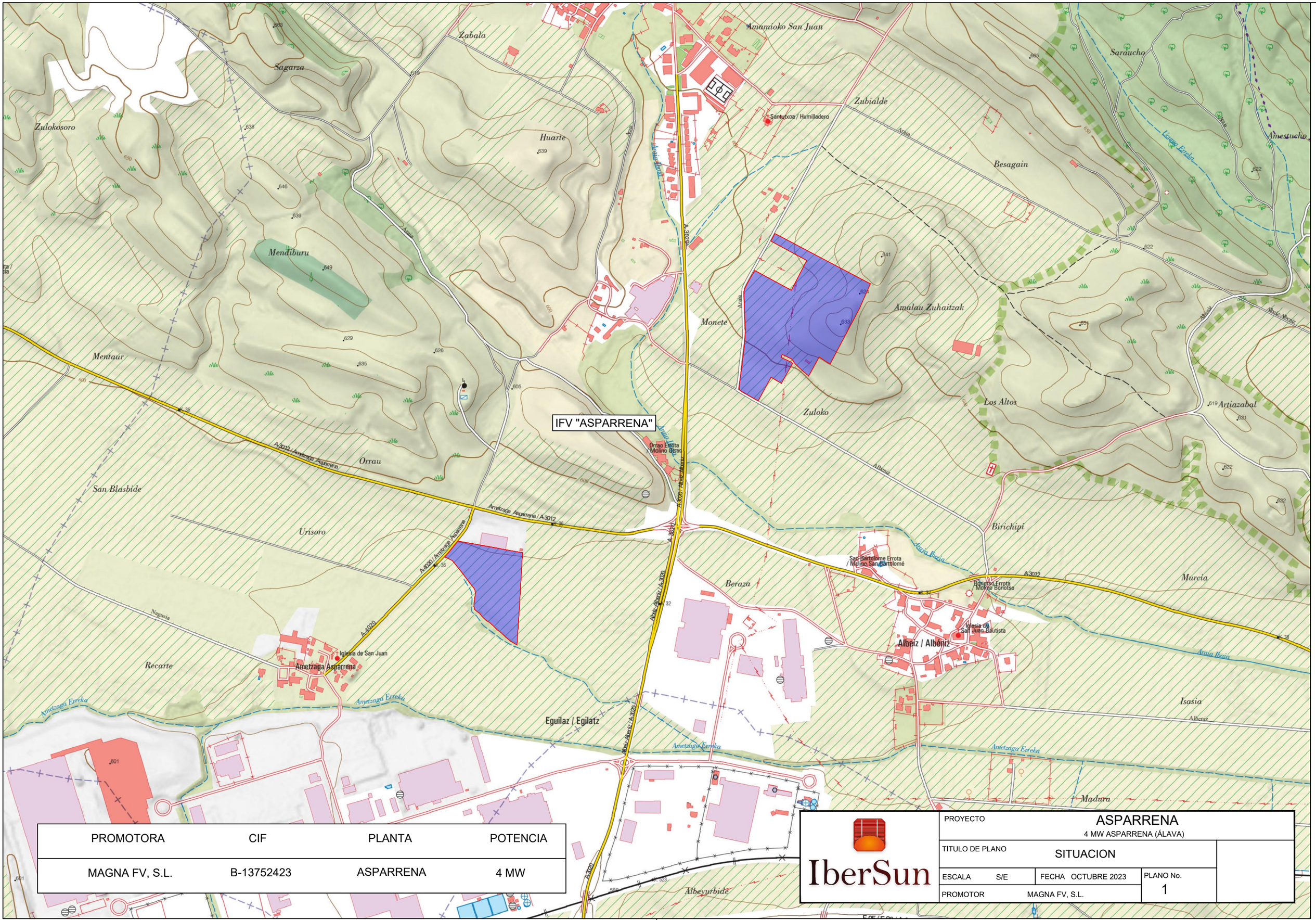
Plano nº 16: Detalle de Vallado

Plano nº 17: Gateras

Plano nº 17.1: Gateras

Plano nº 18: Residuos

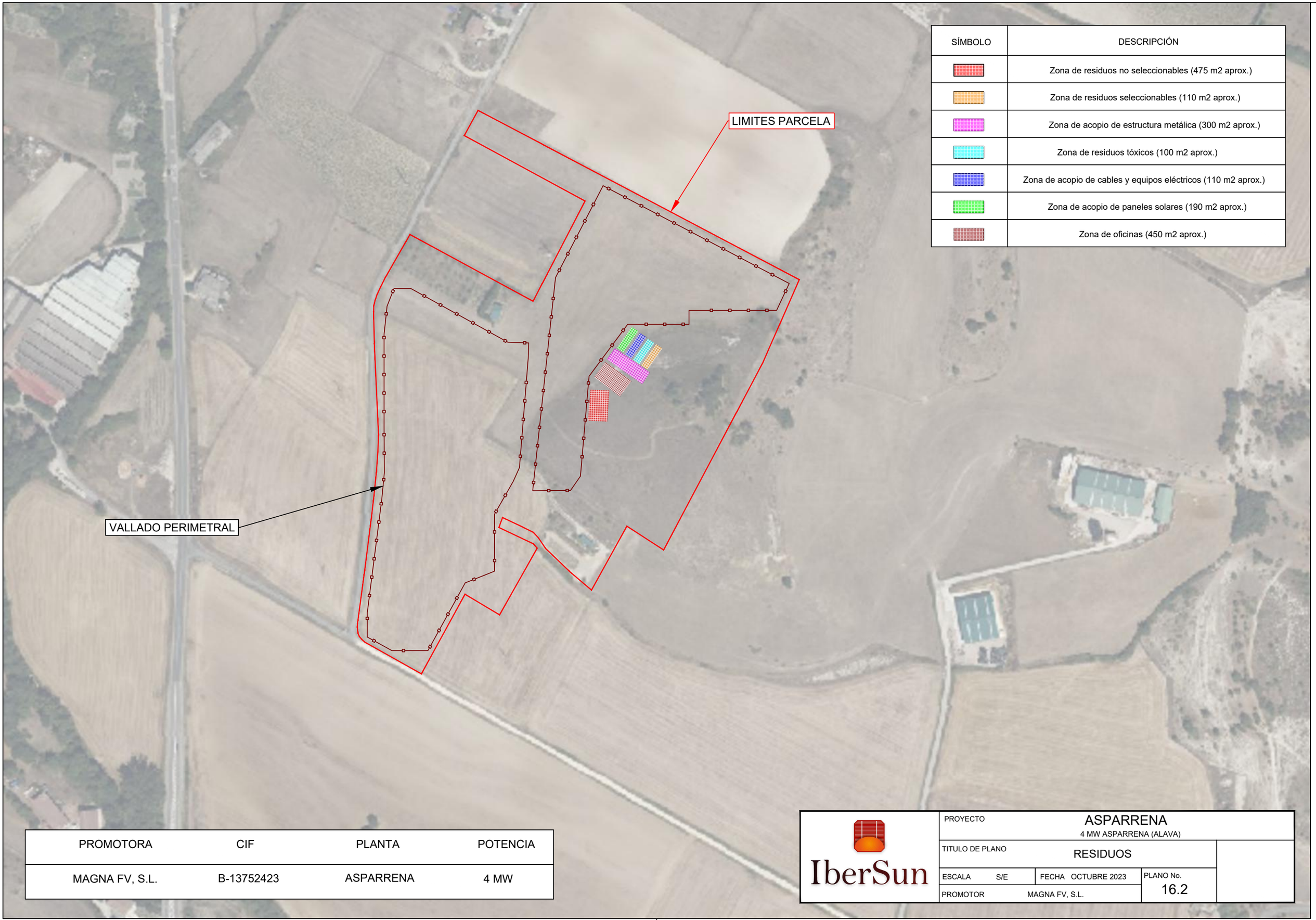
Plano nº 18.1: Residuos



PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ÁLAVA)		
TITULO DE PLANO	SITUACION		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No.	1
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

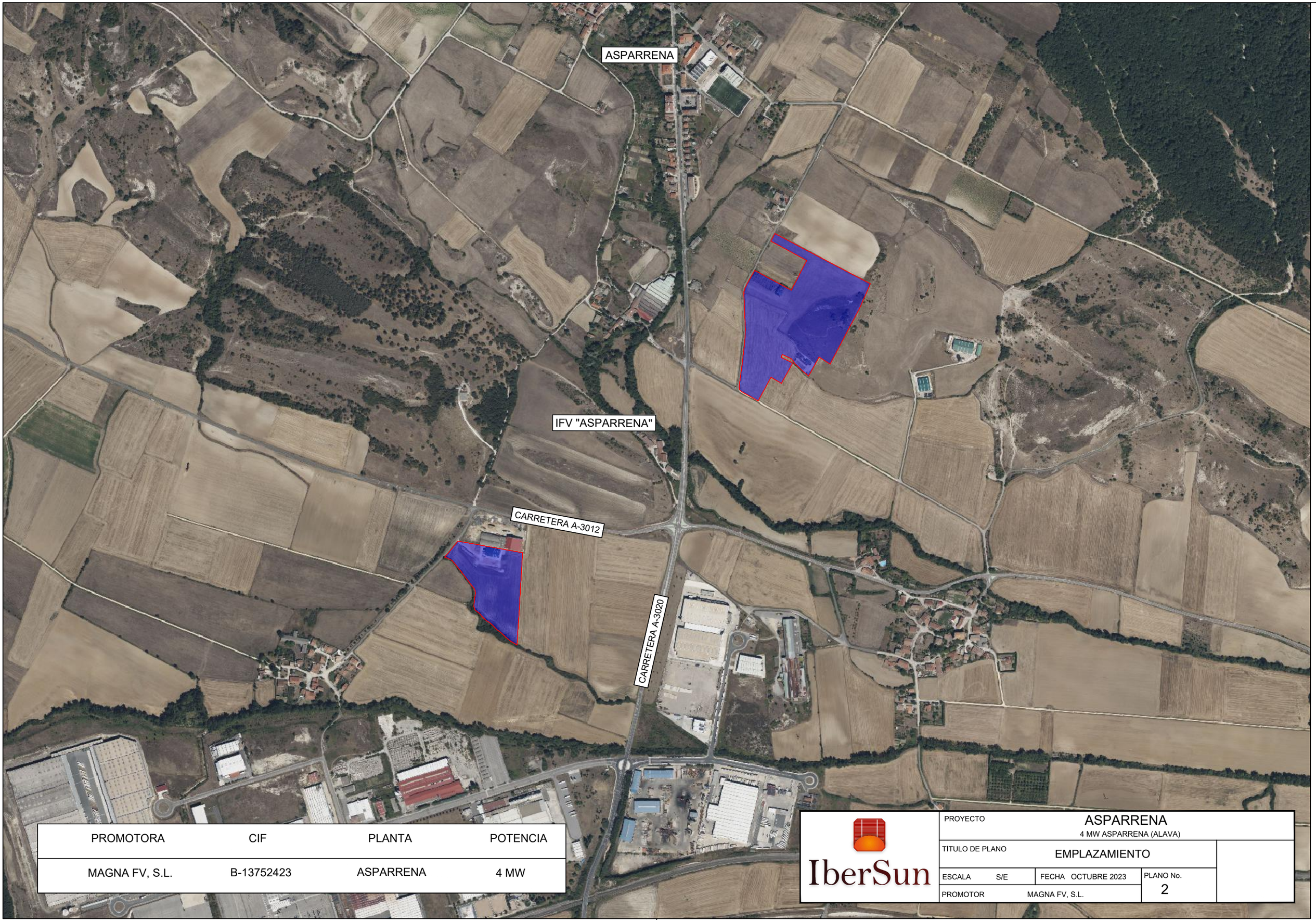


SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Zona de residuos no seleccionables (475 m2 aprox.)
	Zona de residuos seleccionables (110 m2 aprox.)
	Zona de acopio de estructura metálica (300 m2 aprox.)
	Zona de residuos tóxicos (100 m2 aprox.)
	Zona de acopio de cables y equipos eléctricos (110 m2 aprox.)
	Zona de acopio de paneles solares (190 m2 aprox.)
	Zona de oficinas (450 m2 aprox.)

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	RESIDUOS		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No. 16.2	
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		



PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	EMPLAZAMIENTO		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No.	2
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

Babes Berezlko Zonak
Zonas de Especial Proteción

J.11	Balio Naturaleko Zona Zona de valor natural	J.12	Balio historikoa eta kulturala duen zona Zona de valor historico cultural
J.13	Ingurumena hobetzeko A zona Zona de mejora ambiental A	J.14	Basogintzarako balloko zona Zona de valor forestal
J.15	Balio handidun abelzaintza-nekazari zona Zona agroganadera alto valor estratégico		
J.16	Menditar larreak A - harkaitzak Zona de pastos montanos A - roquedos		
J.17	Gainazaleko urak babesteko zona Zona de protección de aguas superficiales		
*	Conectividad ecológica		

Babestutako Zonak
Zonas Preservadas

J.21	Interes naturala duen gunea Zona interes natural	J.23	Ingurumena hobetzeko B zona Zona de mejora ambiental B
J.22	Interes historiko kultural gunea Zona de interes historico cultural	J.24	Baso gunea- mendi barbana Zona forestal - monte ralo
J.25	Nekazaritza eta abeltzaintza Intereseko zona - Trantsizio landa paisaia Zona de interés agroganadero - Paisaje rural de transición		
J.26	Menditar larreetako B zona Zona de pastos montanos B	J.30	Landa guneak LEHn Nucleos rurales en SNU
J.27	Hiri-garapenerako gune desegokia Zona inadecuada para el desarrollo urbano		

IFV "ASPARRENA"

AMETZAGA

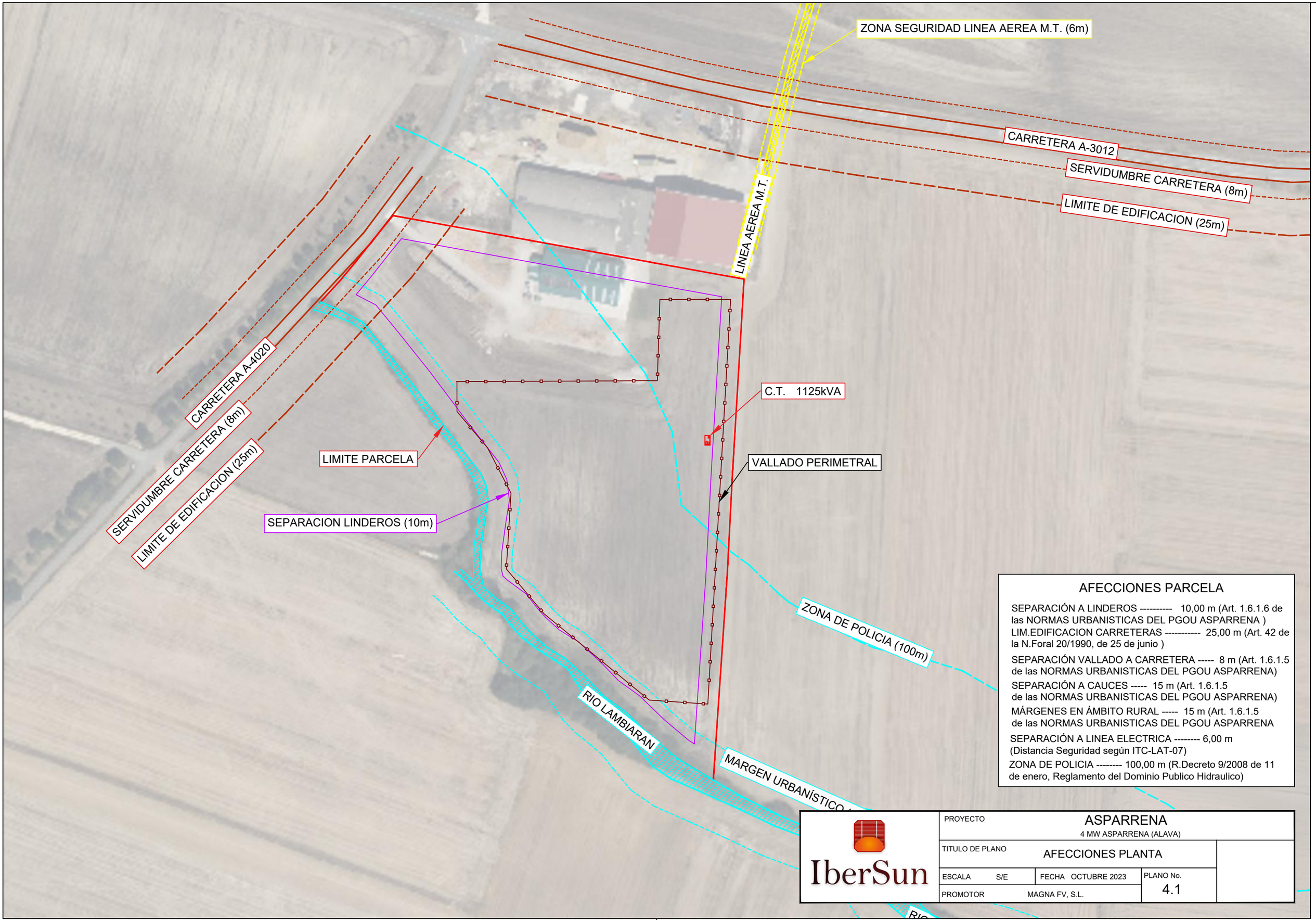
ALBENIZ

POLÍGONO ASPARRENA-SAN MILLAN

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ÁLAVA)		
TITULO DE PLANO	EMPLAZAMIENTO EN EL PGOU		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No. 3	
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		



AFECCIONES PARCELA

SEPARACIÓN A LINDEROS ---------- 10,00 m (Art. 1.6.1.6 de las NORMAS URBANISTICAS DEL PGOU ASPARRENA)
LIM.EDIFICACION CARRETERAS ---------- 25,00 m (Art. 42 de la N.Foral 20/1990, de 25 de junio)

SEPARACIÓN VALLADO A CARRETERA ----- 8 m (Art. 1.6.1.5 de las NORMAS URBANISTICAS DEL PGOU ASPARRENA)

SEPARACIÓN A CAUCES ----- 15 m (Art. 1.6.1.5 de las NORMAS URBANISTICAS DEL PGOU ASPARRENA)

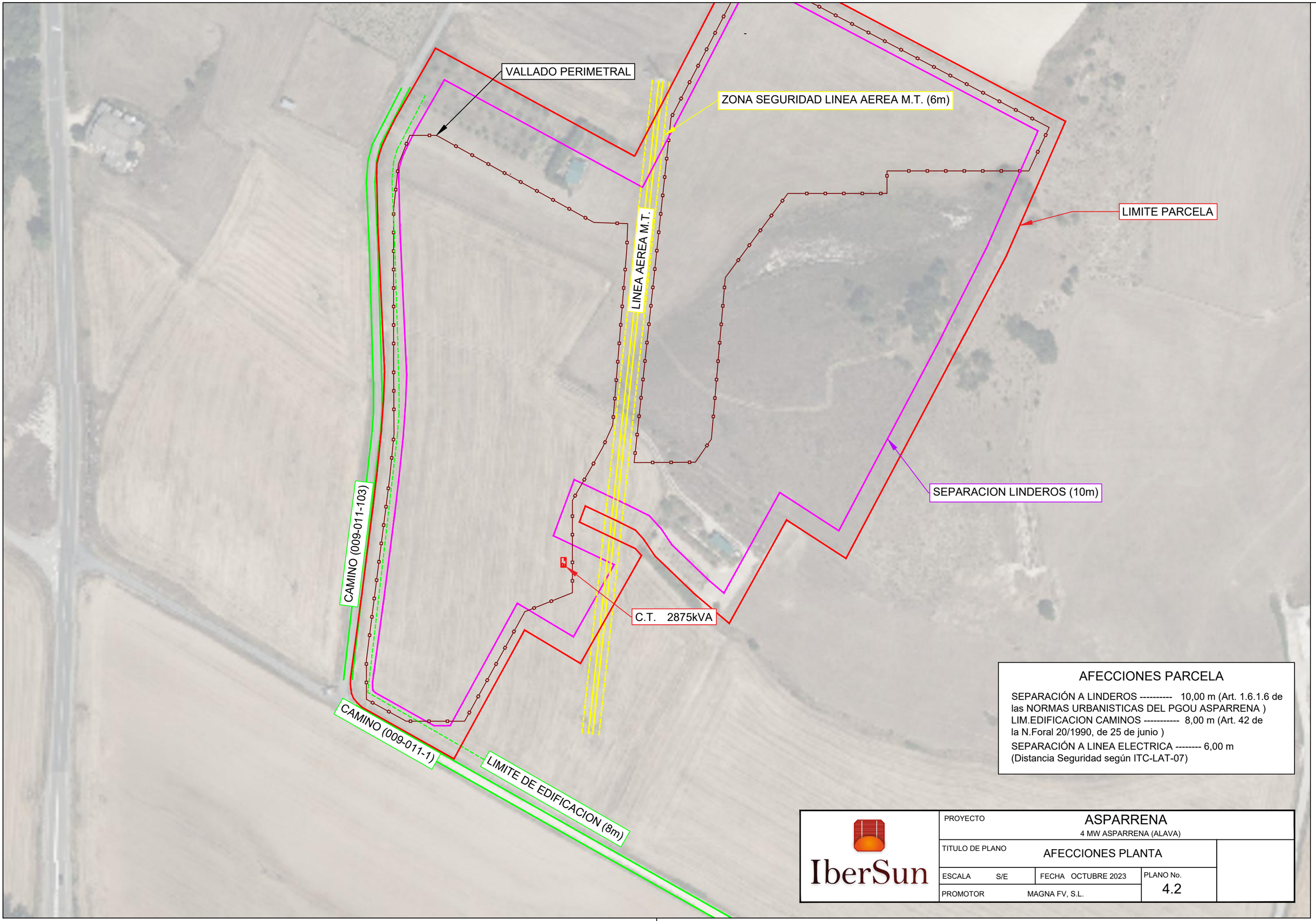
MÁRGENES EN ÁMBITO RURAL ----- 15 m (Art. 1.6.1.5 de las NORMAS URBANISTICAS DEL PGOU ASPARRENA

SEPARACIÓN A LINEA ELECTRICA -------- 6,00 m (Distancia Seguridad según ITC-LAT-07)

ZONA DE POLICIA -------- 100,00 m (R.Decreto 9/2008 de 11 de enero, Reglamento del Dominio Publico Hidraulico)

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	AFECCIONES PLANTA		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No.	4.1
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		



AFECCIONES PARCELA

SEPARACIÓN A LINDEROS ---------- 10,00 m (Art. 1.6.1.6 de las NORMAS URBANISTICAS DEL PGOU ASPARRENA)
LIM.EDIFICACION CAMINOS ---------- 8,00 m (Art. 42 de la N.Foral 20/1990, de 25 de junio)
SEPARACIÓN A LINEA ELECTRICA -------- 6,00 m (Distancia Seguridad según ITC-LAT-07)

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	AFECCIONES PLANTA		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No.	4.2
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

LINEA/ SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Limite Parcela
	Vallado Perimetral
	Línea Subterranea de M.T.
	Perforacion Horizontal Dirigida (PHD).
	Arqueta
	Punto Conexion Linea M.T.
	Apoyo

CAMINO (009-011-103)

VALLADO PERIMETRAL

C.T. 2875KVA

2-641

2-90005

CAMINO (009-011-1)

RIO ARAIA

2-661

CARRETERA (A-3012)

2-1509

C.T. 1125KVA

2-1510

2-1511

2-1512

2-39

2-40

2-41

2-42

2-29

2-90005

CARRETERA (A-3012)

2-664

CARRETERA (A-4020)

VALLADO PERIMETRAL

RIO LANBIARAN

2-90005

CARRETERA (A-3020)

2-1962

CENTRO SECCIONAMIENTO

RIO AMETZAGA

2-1961

LINEA 30KV ALSASUA-GAMARRA 1-2

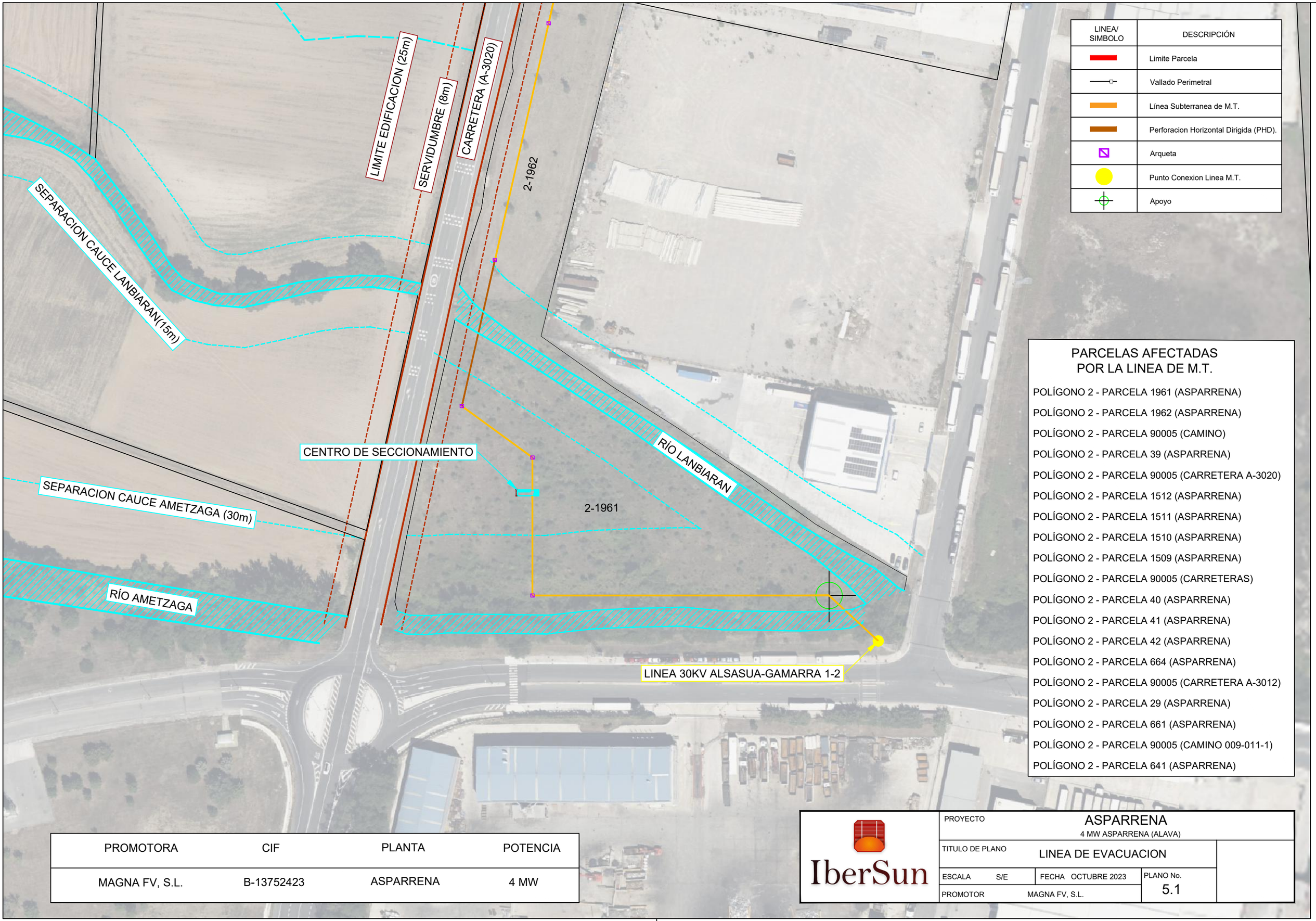
PARCELAS AFECTADAS POR LA LINEA DE M.T.

- POLÍGONO 2 - PARCELA 1961 (ASPARRENA)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 1962 (ASPARRENA)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CAMINO)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 39 (ASPARRENA)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CARRETERA A-3020)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 1512 (ASPARRENA)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 1511 (ASPARRENA)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 1510 (ASPARRENA)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 1509 (ASPARRENA)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CARRETERAS)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 40 (ASPARRENA)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 41 (ASPARRENA)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 42 (ASPARRENA)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 664 (ASPARRENA)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CARRETERA A-3012)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 29 (ASPARRENA)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 661 (ASPARRENA)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CAMINO 009-011-1)
- POLÍGONO 2 - PARCELA 641 (ASPARRENA)

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	LINEA DE EVACUACION		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No.	5
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		



LINEA/ SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Limite Parcela
	Vallado Perimetral
	Línea Subterranea de M.T.
	Perforacion Horizontal Dirigida (PHD).
	Arqueta
	Punto Conexion Linea M.T.
	Apoyo

PARCELAS AFECTADAS POR LA LINEA DE M.T.

POLÍGONO 2 - PARCELA 1961 (ASPARRENA)
POLÍGONO 2 - PARCELA 1962 (ASPARRENA)
POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CAMINO)
POLÍGONO 2 - PARCELA 39 (ASPARRENA)
POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CARRETERA A-3020)
POLÍGONO 2 - PARCELA 1512 (ASPARRENA)
POLÍGONO 2 - PARCELA 1511 (ASPARRENA)
POLÍGONO 2 - PARCELA 1510 (ASPARRENA)
POLÍGONO 2 - PARCELA 1509 (ASPARRENA)
POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CARRETERAS)
POLÍGONO 2 - PARCELA 40 (ASPARRENA)
POLÍGONO 2 - PARCELA 41 (ASPARRENA)
POLÍGONO 2 - PARCELA 42 (ASPARRENA)
POLÍGONO 2 - PARCELA 664 (ASPARRENA)
POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CARRETERA A-3012)
POLÍGONO 2 - PARCELA 29 (ASPARRENA)
POLÍGONO 2 - PARCELA 661 (ASPARRENA)
POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CAMINO 009-011-1)
POLÍGONO 2 - PARCELA 641 (ASPARRENA)

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	LINEA DE EVACUACION		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No.	5.1
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

LINEA/ SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Limite Parcela
	Vallado Perimetral
	Línea Subterranea de M.T.
	Perforacion Horizontal Dirigida (PHD).
	Arqueta
	Punto Conexion Linea M.T.
	Apoyo

CAMINO (009-011-103)

VALLADO PERIMETRAL

C.T. 2875kVA

CAMINO (009-011-1)

2-1510

SEPARACION CAMINO (8m)

2-90005

SEPARACION CAUCE ARAIA(15m)

RÍO ARAIA

2-661

SERVIDUMBRE CARRETERA (8m)

CARRETERA A-3012

LIMITE EDIFICACION (25m)

2-1511

2-1512

2-39

2-40

2-41

2-42

2-664

2-661

2-90005

CARRETERA A-3020

2-1962

VALLADO PERIMETRAL

C.T. 1125kVA

PARCELAS AFECTADAS POR LA LINEA DE M.T.

POLÍGONO 2 - PARCELA 1961 (ASPARRENA)

POLÍGONO 2 - PARCELA 1962 (ASPARRENA)

POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CAMINO)

POLÍGONO 2 - PARCELA 39 (ASPARRENA)

POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CARRETERA A-3020)

POLÍGONO 2 - PARCELA 1512 (ASPARRENA)

POLÍGONO 2 - PARCELA 1511 (ASPARRENA)

POLÍGONO 2 - PARCELA 1510 (ASPARRENA)

POLÍGONO 2 - PARCELA 1509 (ASPARRENA)

POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CARRETERAS)

POLÍGONO 2 - PARCELA 40 (ASPARRENA)

POLÍGONO 2 - PARCELA 41 (ASPARRENA)

POLÍGONO 2 - PARCELA 42 (ASPARRENA)

POLÍGONO 2 - PARCELA 664 (ASPARRENA)

POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CARRETERA A-3012)

POLÍGONO 2 - PARCELA 29 (ASPARRENA)

POLÍGONO 2 - PARCELA 661 (ASPARRENA)

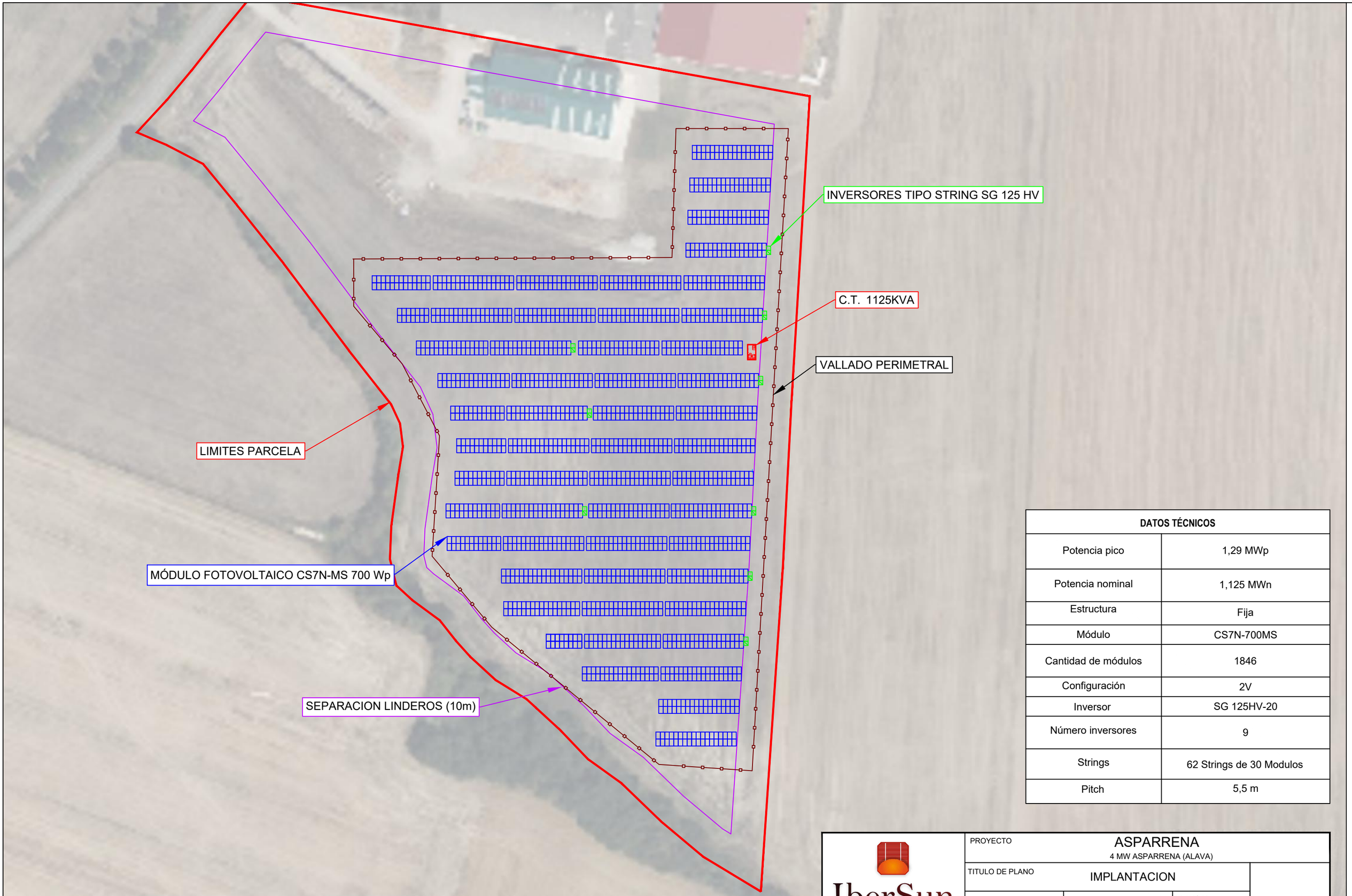
POLÍGONO 2 - PARCELA 90005 (CAMINO 009-011-1)

POLÍGONO 2 - PARCELA 641 (ASPARRENA)

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

IberSun

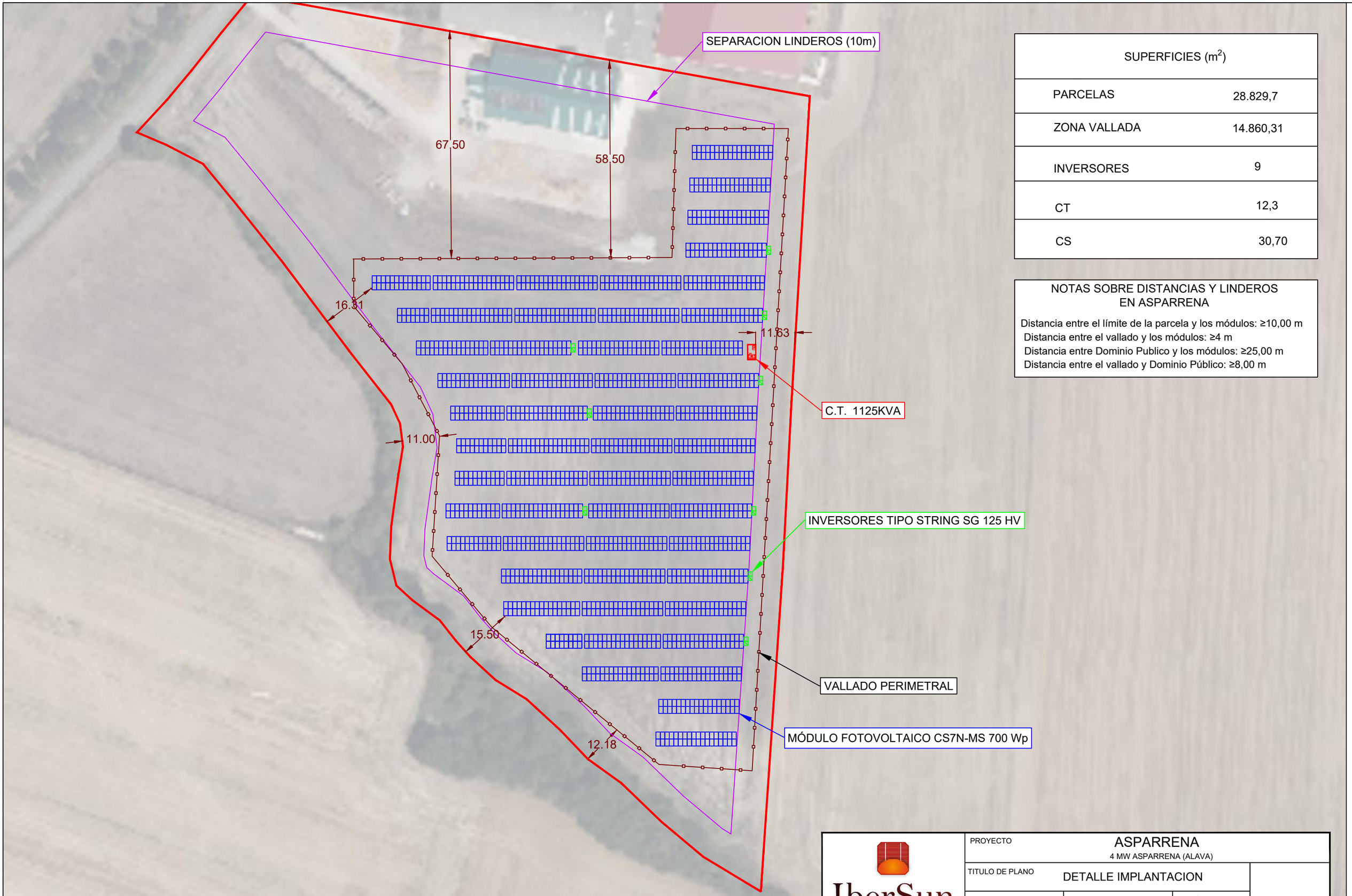
PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	LINEA DE EVACUACION		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No.	5.2
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		



DATOS TÉCNICOS	
Potencia pico	1,29 MWp
Potencia nominal	1,125 MWn
Estructura	Fija
Módulo	CS7N-700MS
Cantidad de módulos	1846
Configuración	2V
Inversor	SG 125HV-20
Número inversores	9
Strings	62 Strings de 30 Modulos
Pitch	5,5 m

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	IMPLANTACION		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No. 6.1	
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		



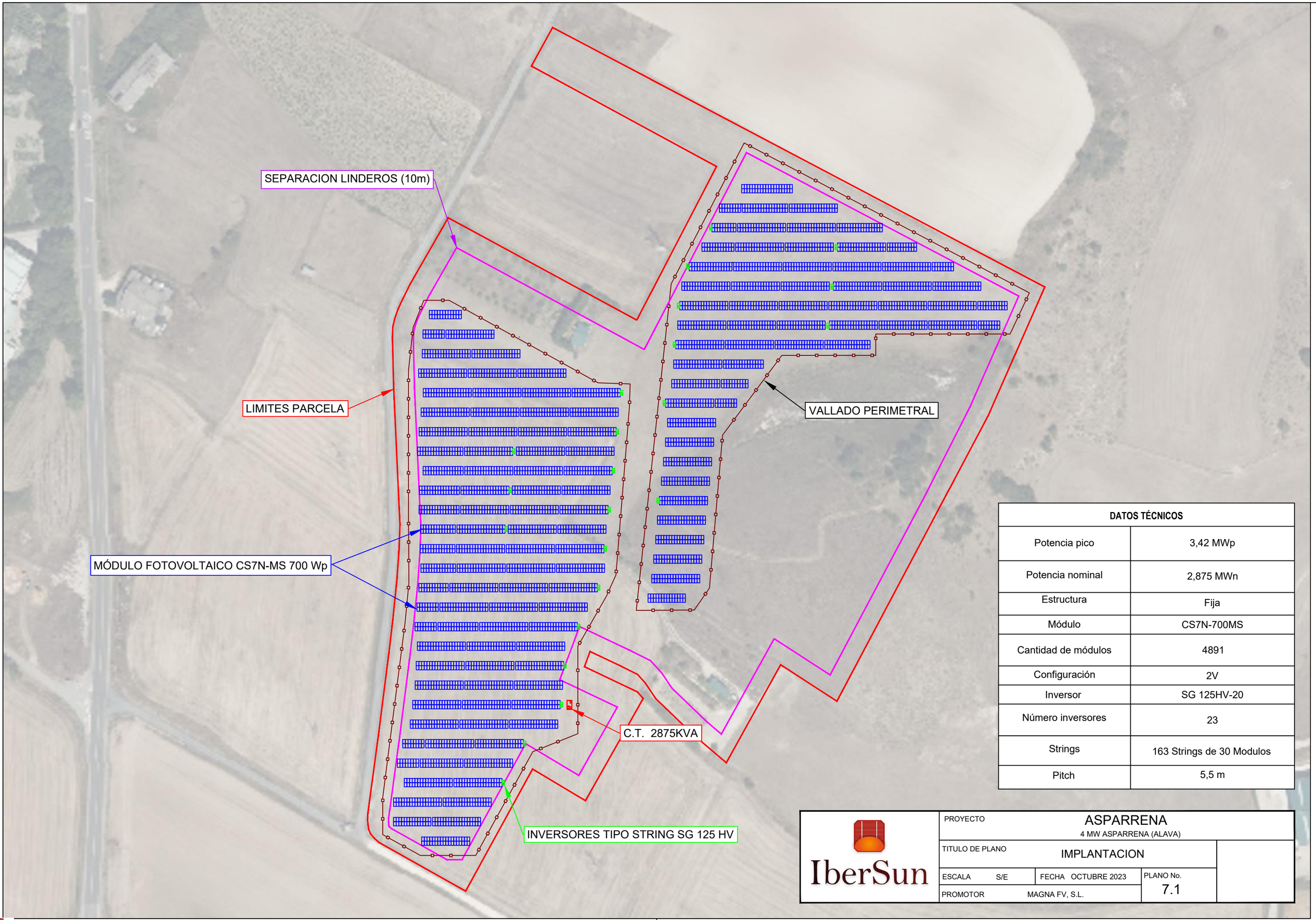
SUPERFICIES (m^2)	
PARCELAS	28.829,7
ZONA VALLADA	14.860,31
INVERSORES	9
CT	12,3
CS	30,70

NOTAS SOBRE DISTANCIAS Y LINDEROS EN ASPARRENA

Distancia entre el límite de la parcela y los módulos: ≥10,00 m
Distancia entre el vallado y los módulos: ≥4 m
Distancia entre Dominio Publico y los módulos: ≥25,00 m
Distancia entre el vallado y Dominio Público: ≥8,00 m

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE IMPLANTACION		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No.	6.2
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

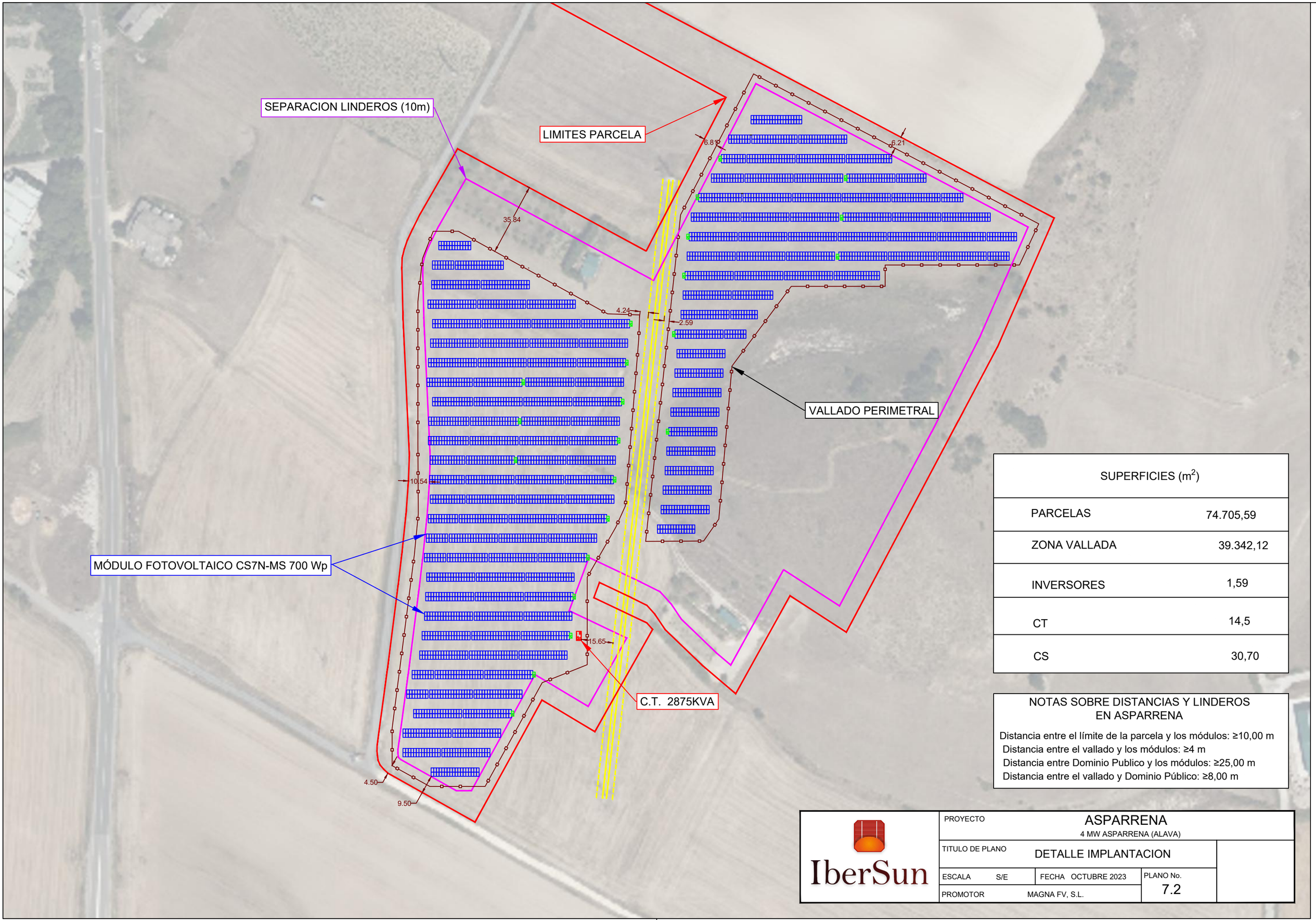


DATOS TÉCNICOS	
Potencia pico	3,42 MWp
Potencia nominal	2,875 MWn
Estructura	Fija
Módulo	CS7N-700MS
Cantidad de módulos	4891
Configuración	2V
Inversor	SG 125HV-20
Número inversores	23
Strings	163 Strings de 30 Modulos
Pitch	5,5 m

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	IMPLANTACION		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No.	7.1
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

IberSun



SUPERFICIES (m^2)	
PARCELAS	74.705,59
ZONA VALLADA	39.342,12
INVERSORES	1,59
CT	14,5
CS	30,70

NOTAS SOBRE DISTANCIAS Y LINDEROS EN ASPARRENA

Distancia entre el límite de la parcela y los módulos: ≥10,00 m
Distancia entre el vallado y los módulos: ≥4 m
Distancia entre Dominio Publico y los módulos: ≥25,00 m
Distancia entre el vallado y Dominio Público: ≥8,00 m

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE IMPLANTACION		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No. 7.2	
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN
SUBTERRÁNEA 30 KV
RHZ1-18/30KV H16.3(1X240)mm2 AL

C.T. 1125KVA

MÓDULO FOTOVOLTAICO CS7N-MS 700 Wp

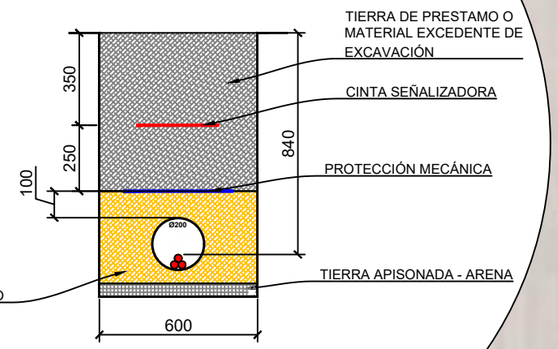
LIMITES PARCELA

VALLADO PERIMETRAL

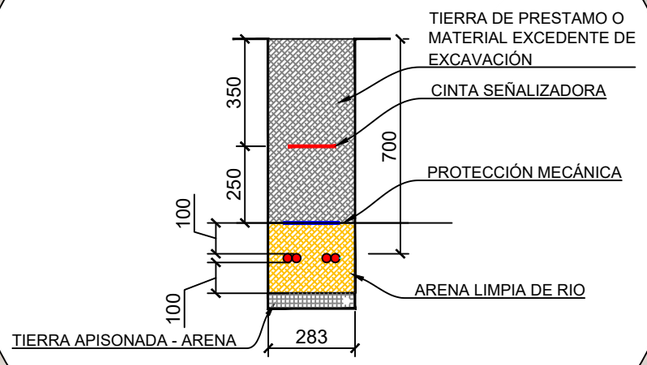
ZANJA LÍNEA DE B.T. CIRCUITO
BT RZ1 3(1x240)mm2 Al

SEPARACION LINDEROS (10m)

DETALLE ZANJA LINEA



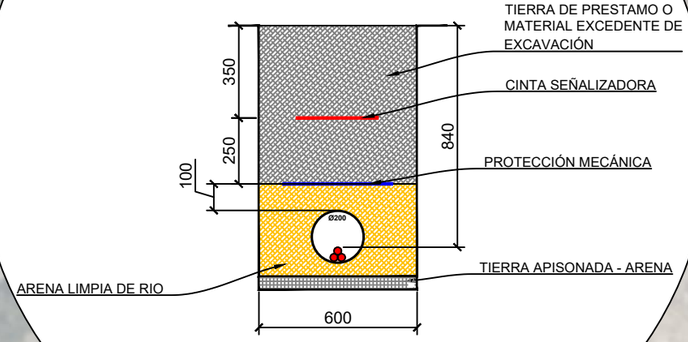
DETALLE ZANJA BT



IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	ZANJAS		
ESCALA S/E		FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No. 8
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

DETALLE ZANJA LINEA



LIMITES PARCELA

ZANJA LÍNEA DE B.T. CIRCUITO BT RZ1 3(1x240)mm2 Al

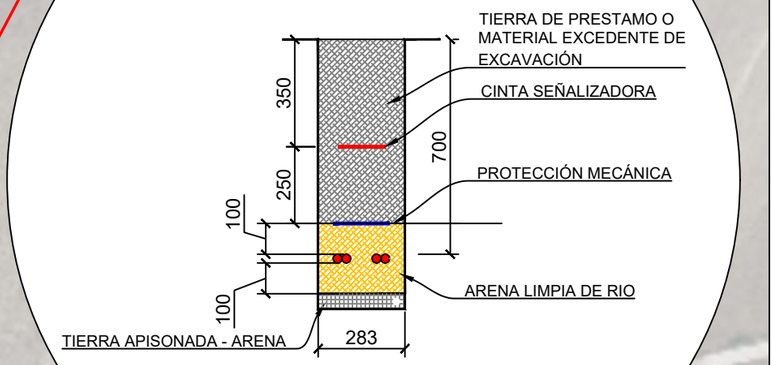
VALLADO PERIMETRAL

MÓDULO FOTOVOLTAICO CS7N-MS 700 Wp

C.T. 2875KVA

LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN SUBTERRÁNEA 30 KV RHZ1-18/30KV H16.3(1X240)mm2 AL

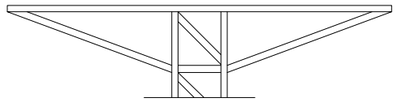
DETALLE ZANJA BT



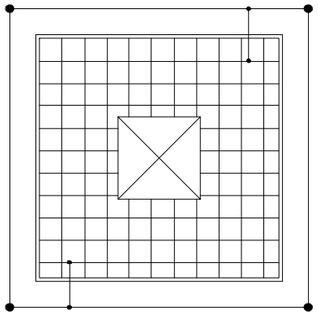
IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	ZANJAS		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No.	9
PROMOTOR	MAGNA FV, S.L.		

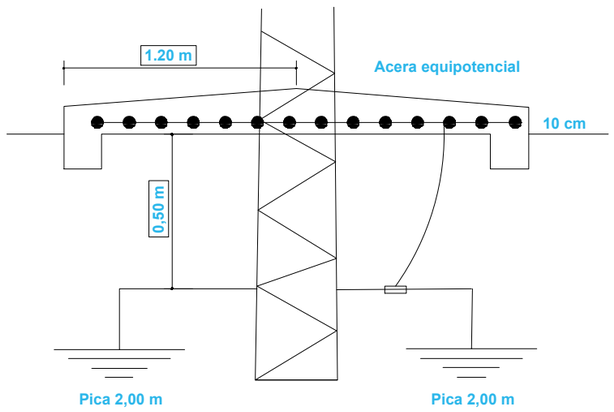
DETALLE CRUCETA

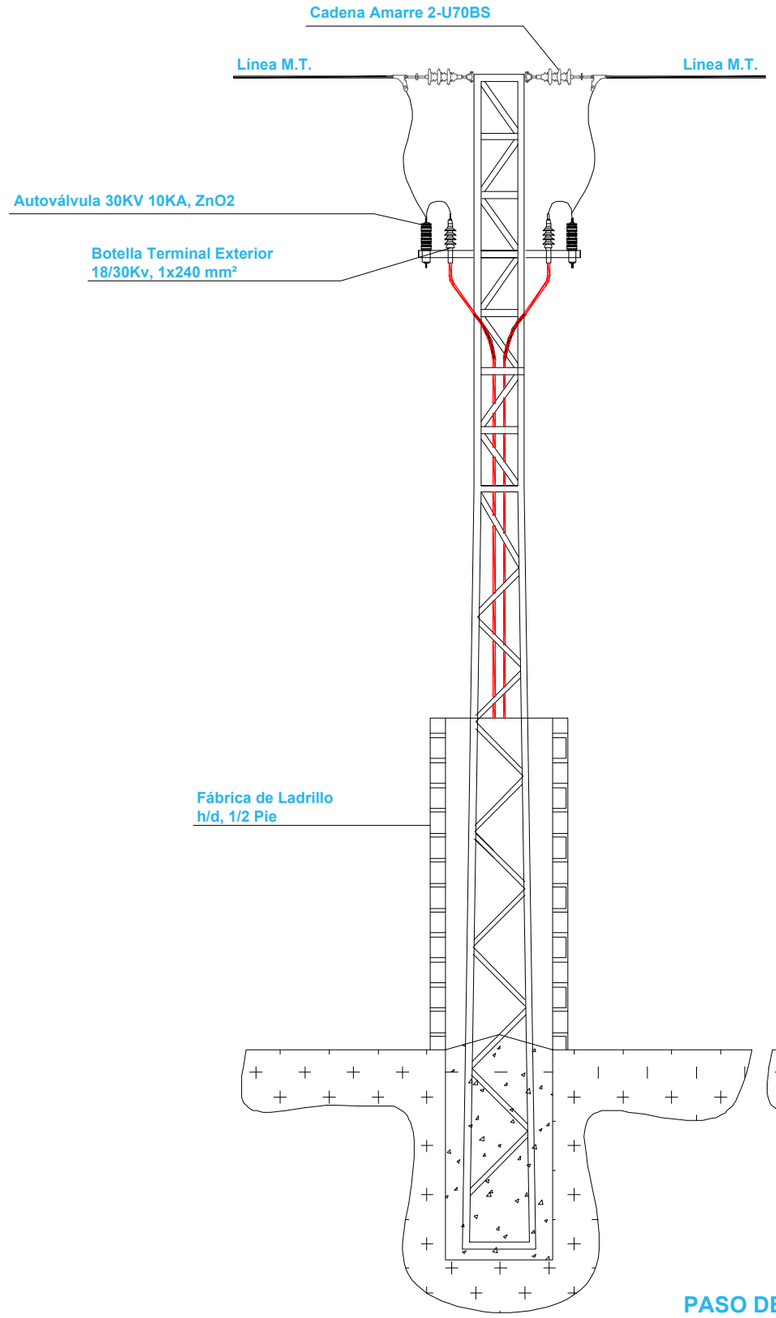


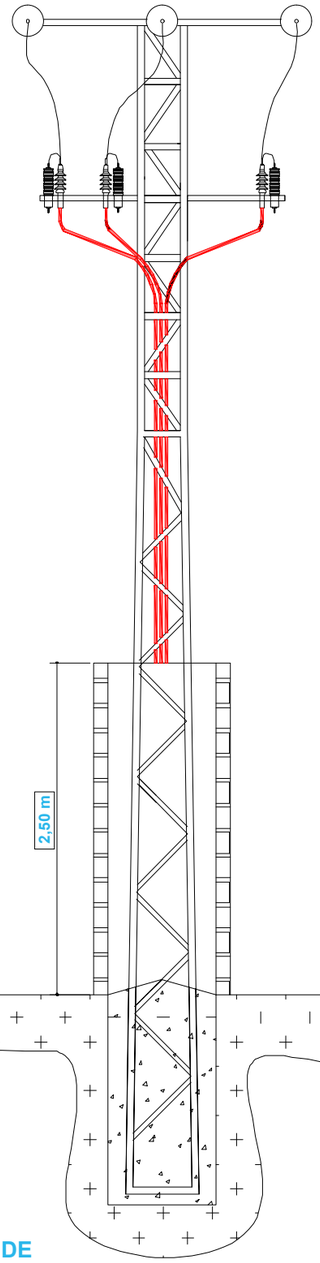
MONTAJE HORIZONTAL ATIRANTADO



PUESTA A TIERRA EN
APOYO ACCESIBLE



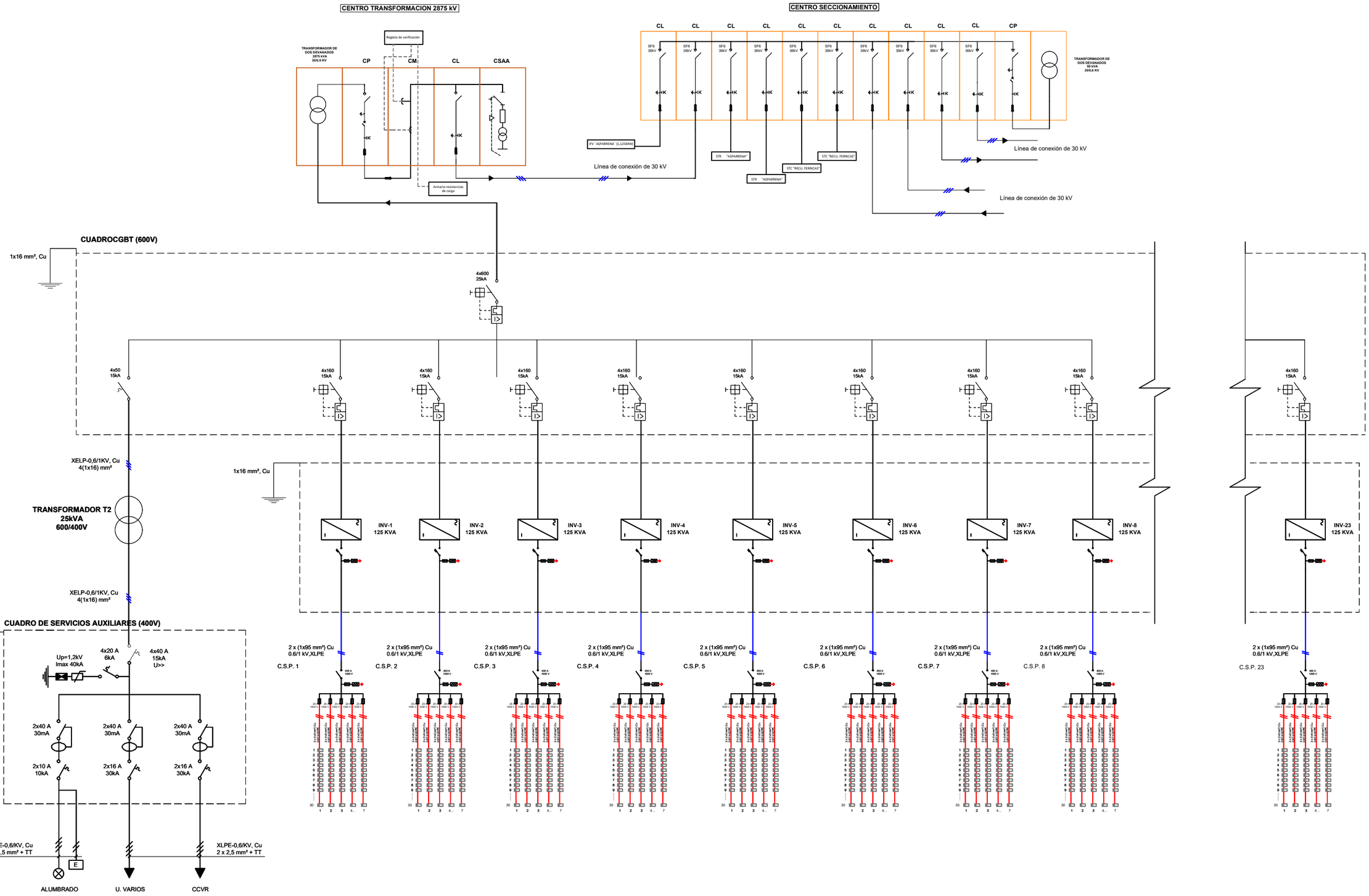




PASO DE LÍNEA DE
SUBTERRÁNEA A AÉREA

IberSun

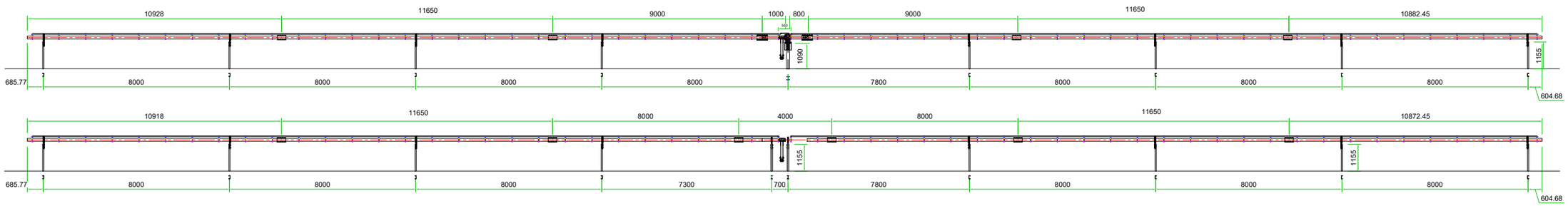
PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	CONEXION A LA LÍNEA DE EVACUACIÓN		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	9
PROMOTOR	SAN MIGUEL ISFV, S.L.		



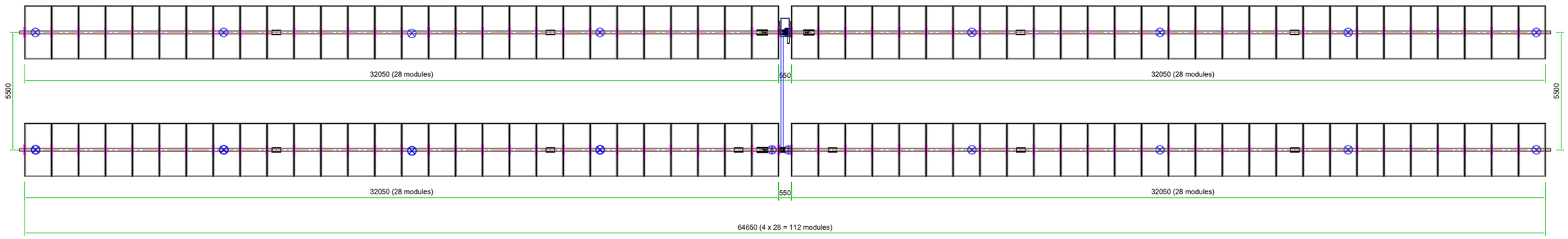
IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	ESQUEMA UNIFILAR		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	10
PROMOTOR	SAN MIGUEL ISFV, S.L.		

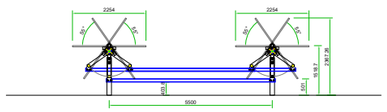
VISTA FRONTAL



VISTA SUPERIOR



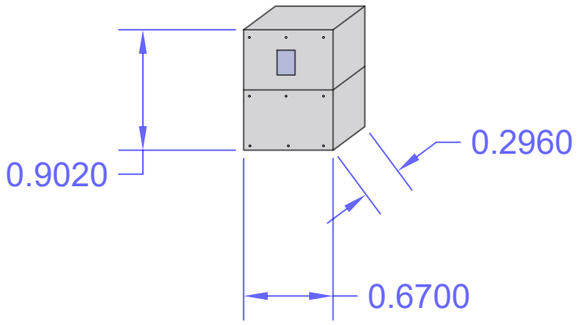
VISTA LATERAL



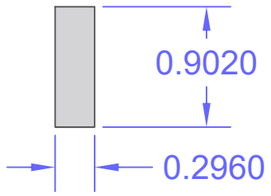
IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	DETALLE DE SEGUIDOR SOLAR		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	11
PROMOTOR	SAN MIGUEL ISFV, S.L.		

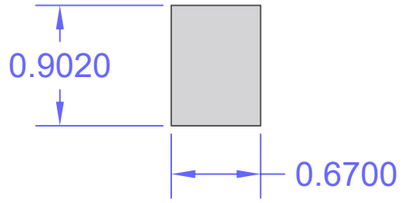
Detalle del inversor



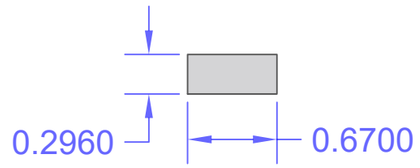
Inversor
de perfil



Inversor
de frente



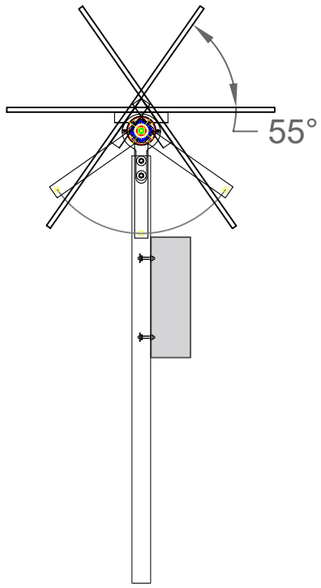
Inversor
desde arriba



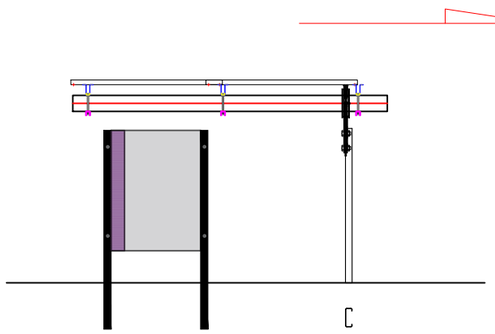
Inversor montado bajo estructura de seguidor

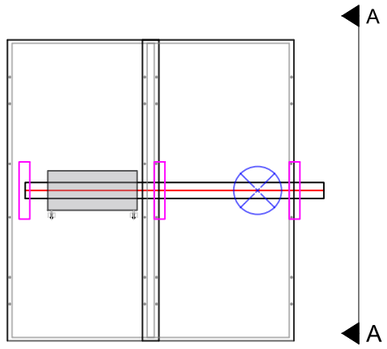
Este

Oeste

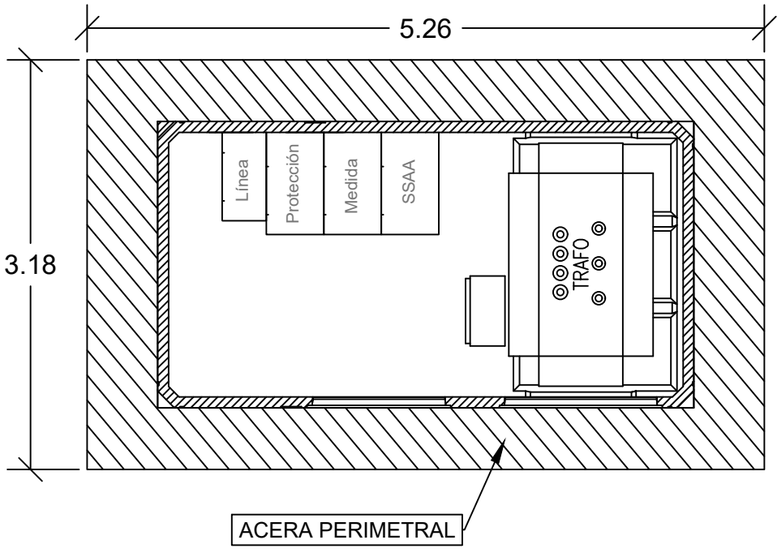


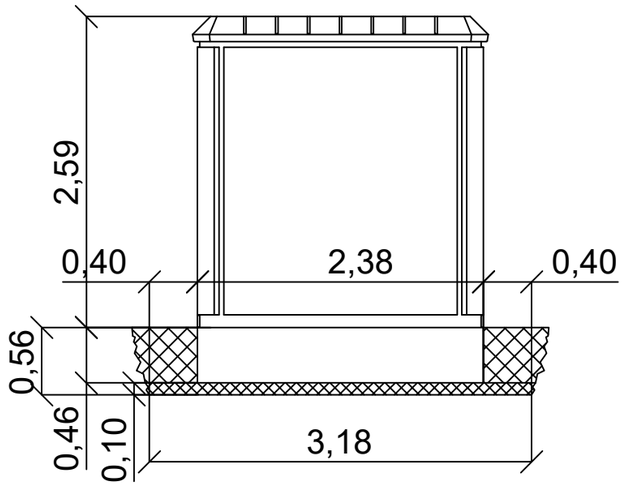
Norte

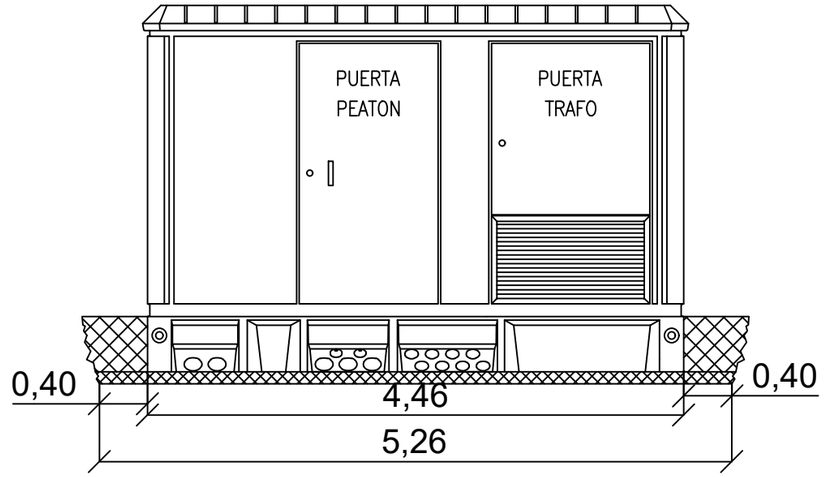




IberSun	PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)	
	TITULO DE PLANO	DETALLE DE INVERSOR	
	ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No. 12
	PROMOTOR	SAN MIGUEL ISFV, S.L.	





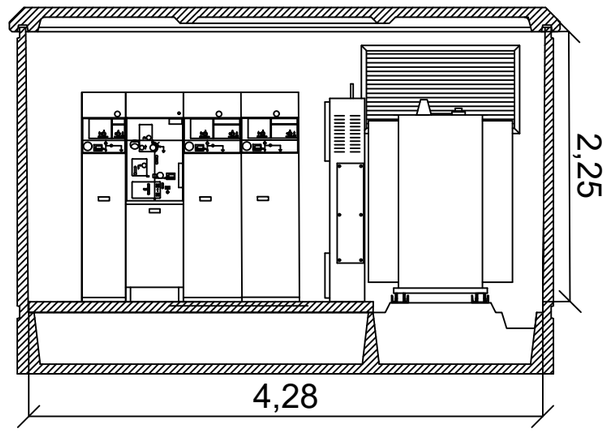


Alzado principal

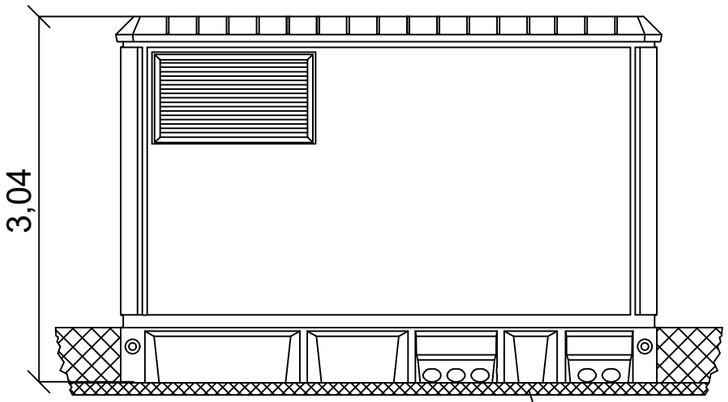
1)No existirán canalizaciones ni tuberías en la zona del centro transformación en proyecto.
2)El centro contará con cerradura homologada
3)Las ranuras de maniobra de las celdas de media tensión quedarán a una altura mínima de 1,10 metros para su correcta maniobra.
4)Las celdas de MT serán de marca y modelo normalizado, así como que se dispondrá de palanca para maniobrar, cartel de primeros auxilios, guantes de clase 3 y banqueta aislante.
5)Las puertas abatirán 180º
6)Los radios de curvatura de cables en las interconexiones, una vez instalados, serán como mínimo de 15 veces el Ø nominal del cable.
7)En las celdas o elementos con SF6 se deberá instalar o un sistema de alarma por pérdida de gas o un manómetro o elemento similar (conforme apartado 3.3 ITC-RAT 17 RD337/2014 de 9mayo)

TABLA DE SUPERFICIES CT PROYECTO:

Superficie Construida del Edificio:	10,61m²
Superficie Útil del Edificio:	9,37m²



Alzado lateral Izquierdo

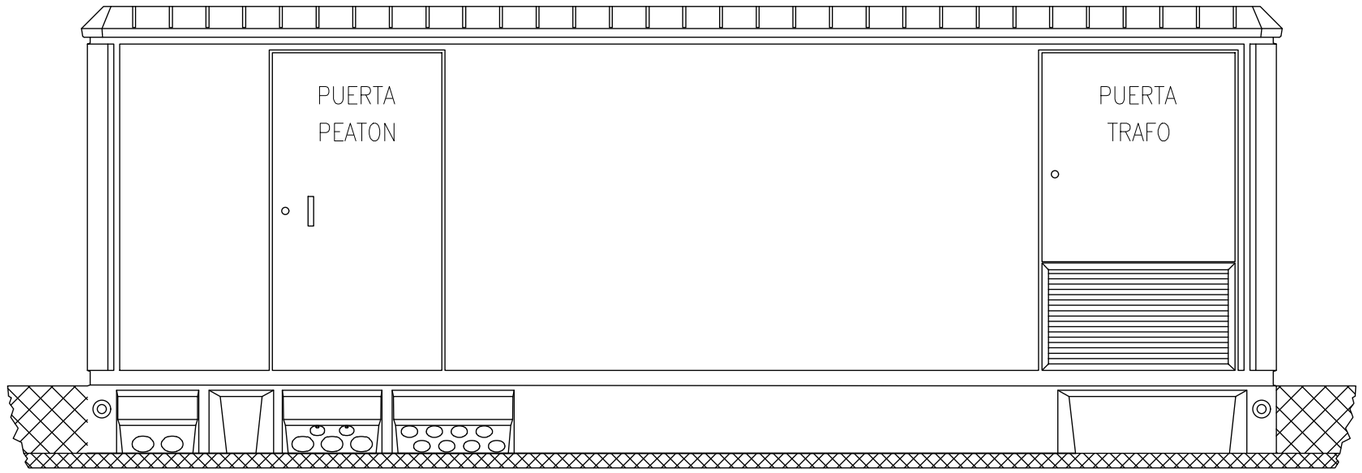


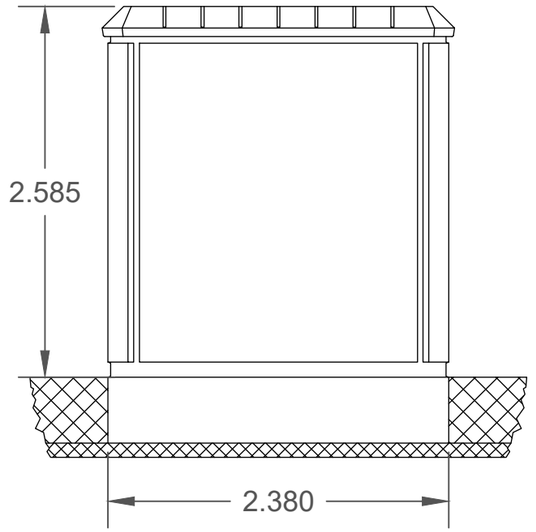
Alzado posterior

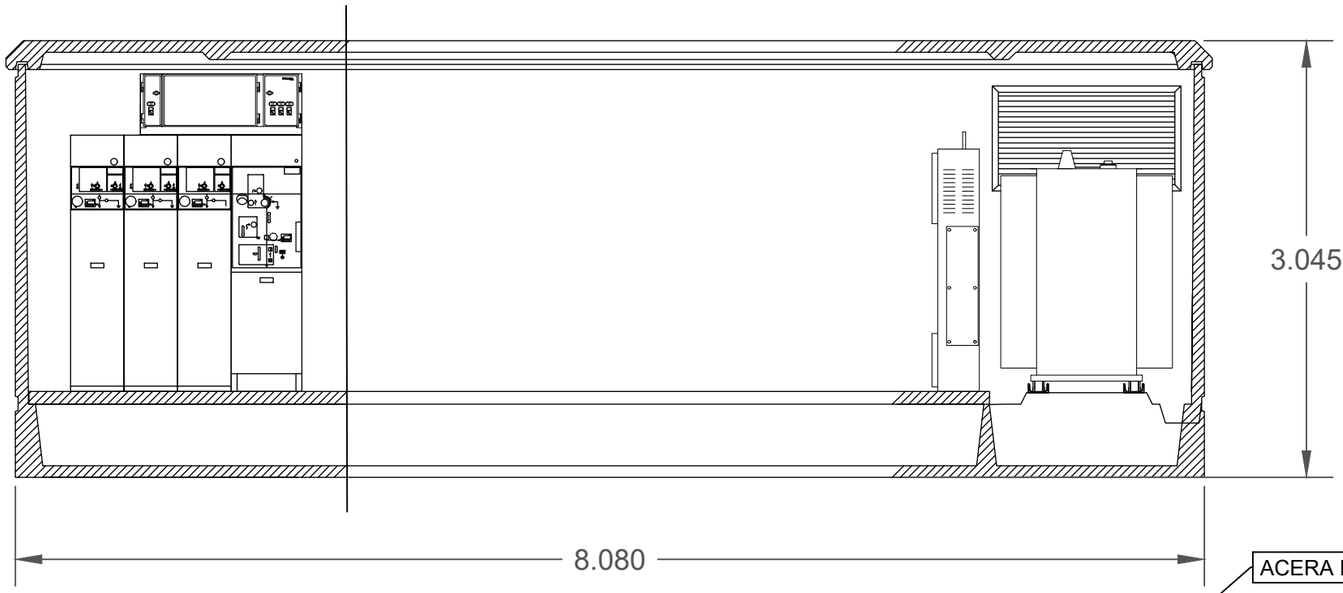
DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

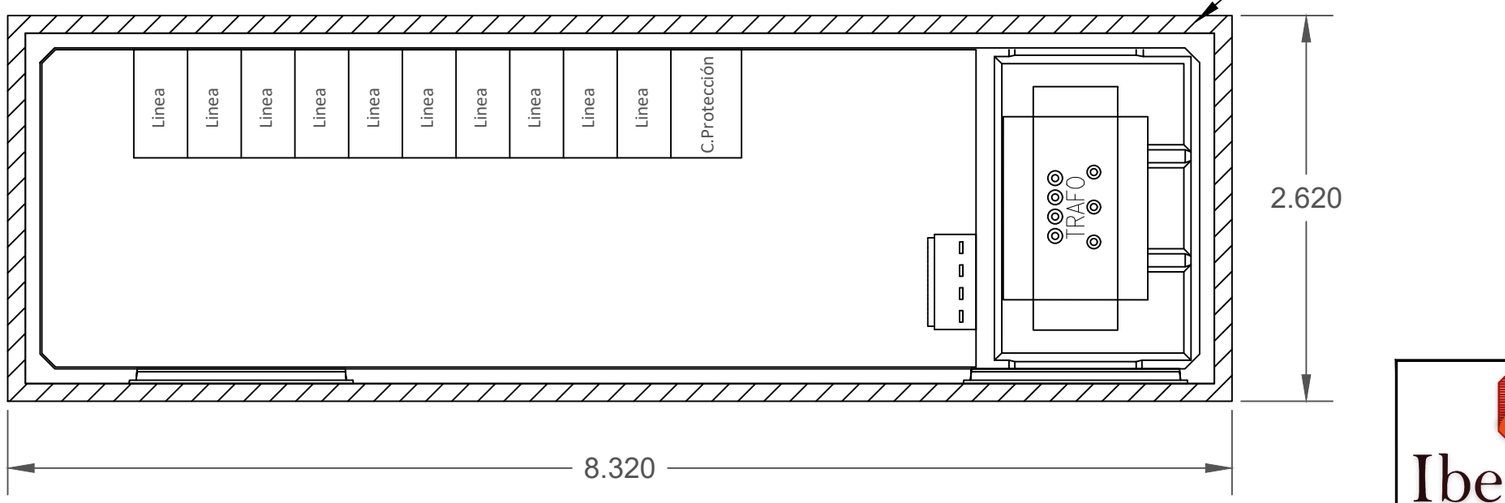
IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	CENTRO DE TRANSFORMACION		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	13
PROMOTOR	SAN MIGUEL ISFV, S.L.		





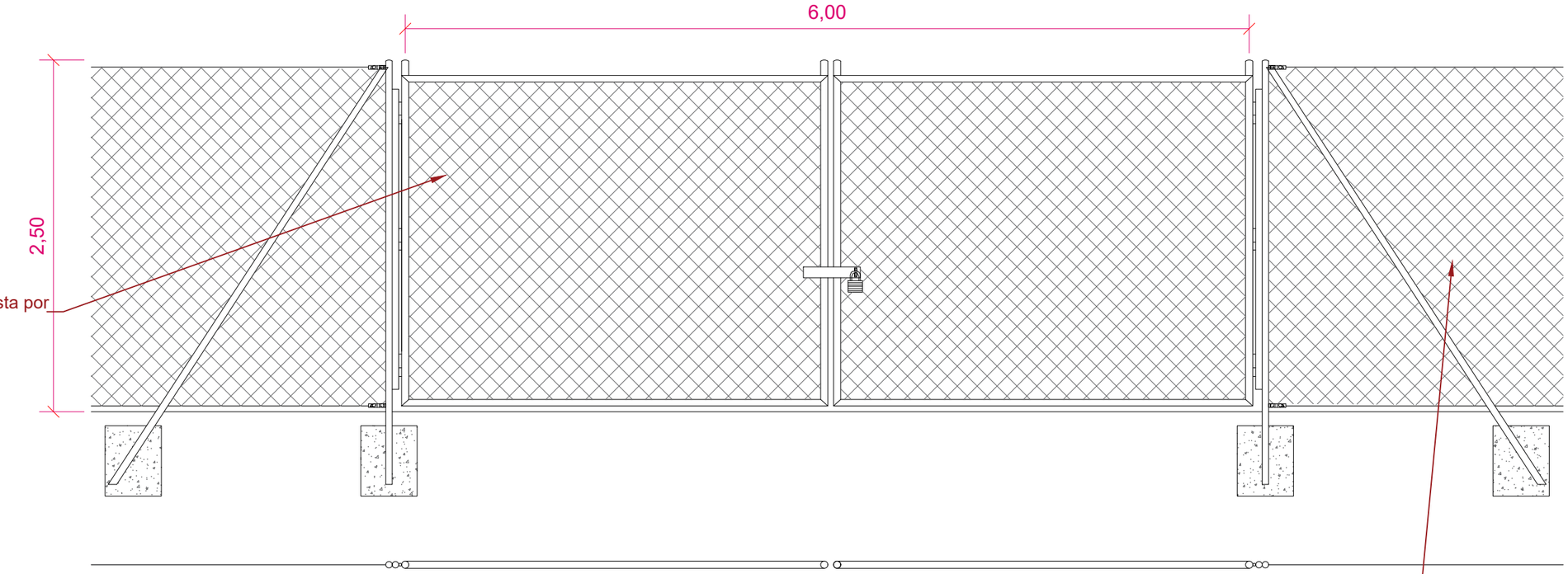


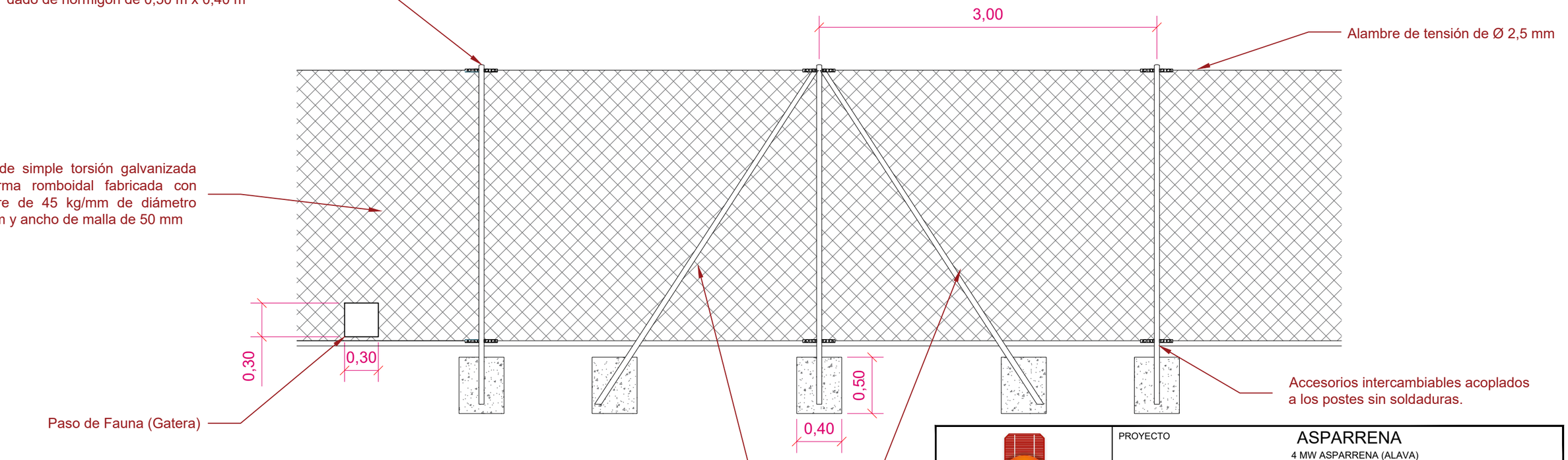


DIMENSIONES DE LA EXCAVACION
8.32 m ancho x 2.62 m fondo x 0.56 m profund.

IberSun

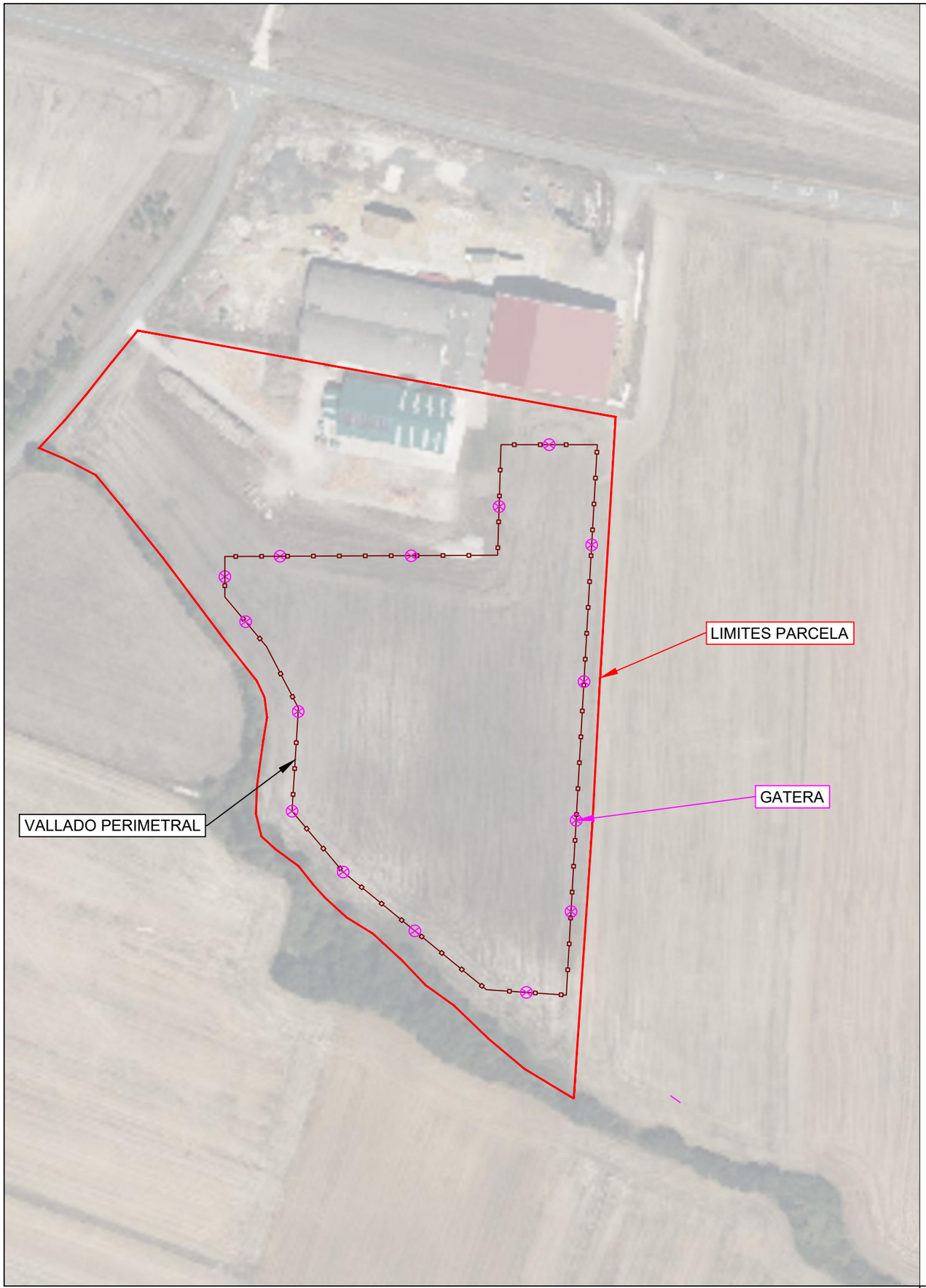
PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	CENTRO DE SECCIONAMIENTO		
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023	PLANO No.	
PROMOTOR	SAN MIGUEL ISFV, S.L.		

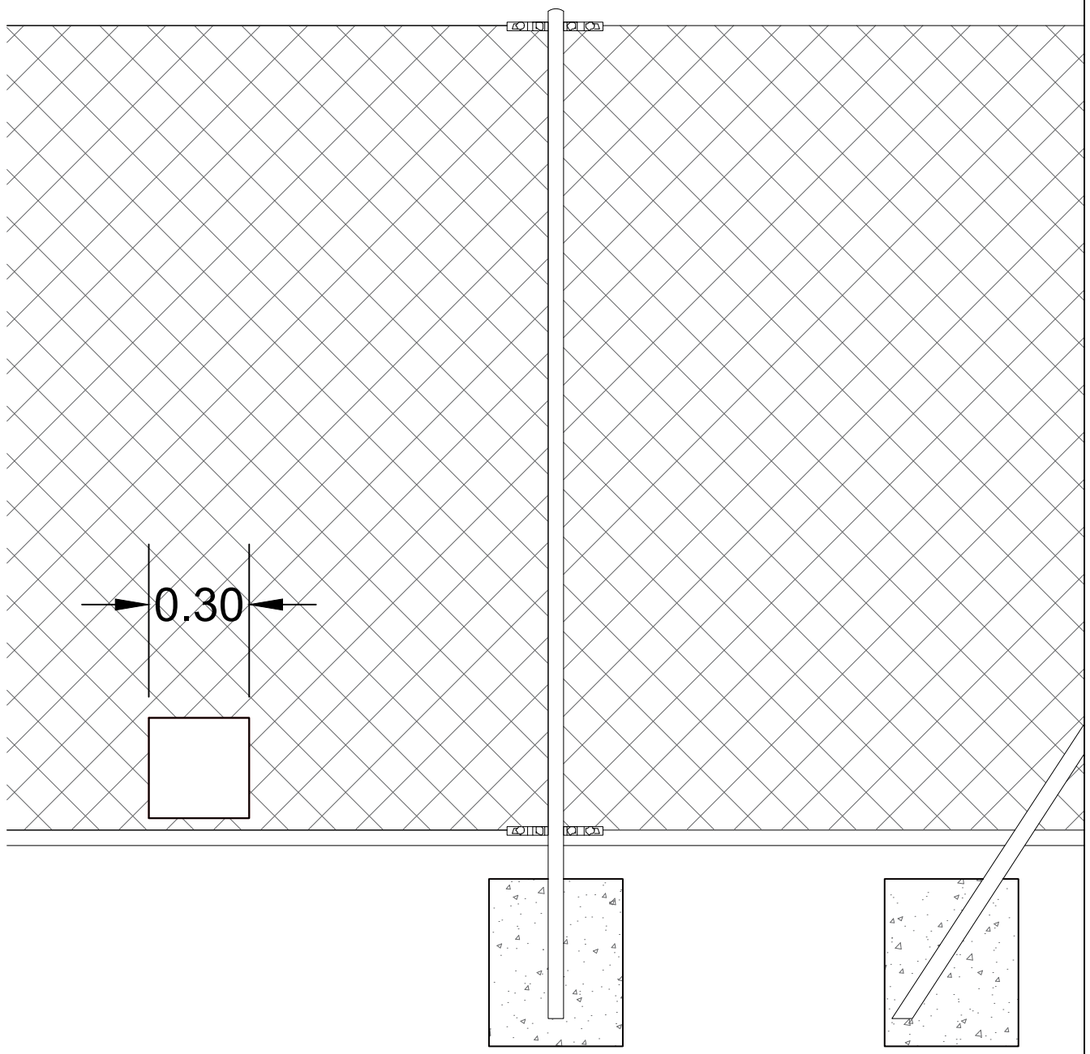




IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)
TITULO DE PLANO	DETALLE VALLADO
ESCALA S/E	FECHA NOVIEMBRE 2023
PLANO No.	15
PROMOTOR	SAN MIGUEL ISFV, S.L.



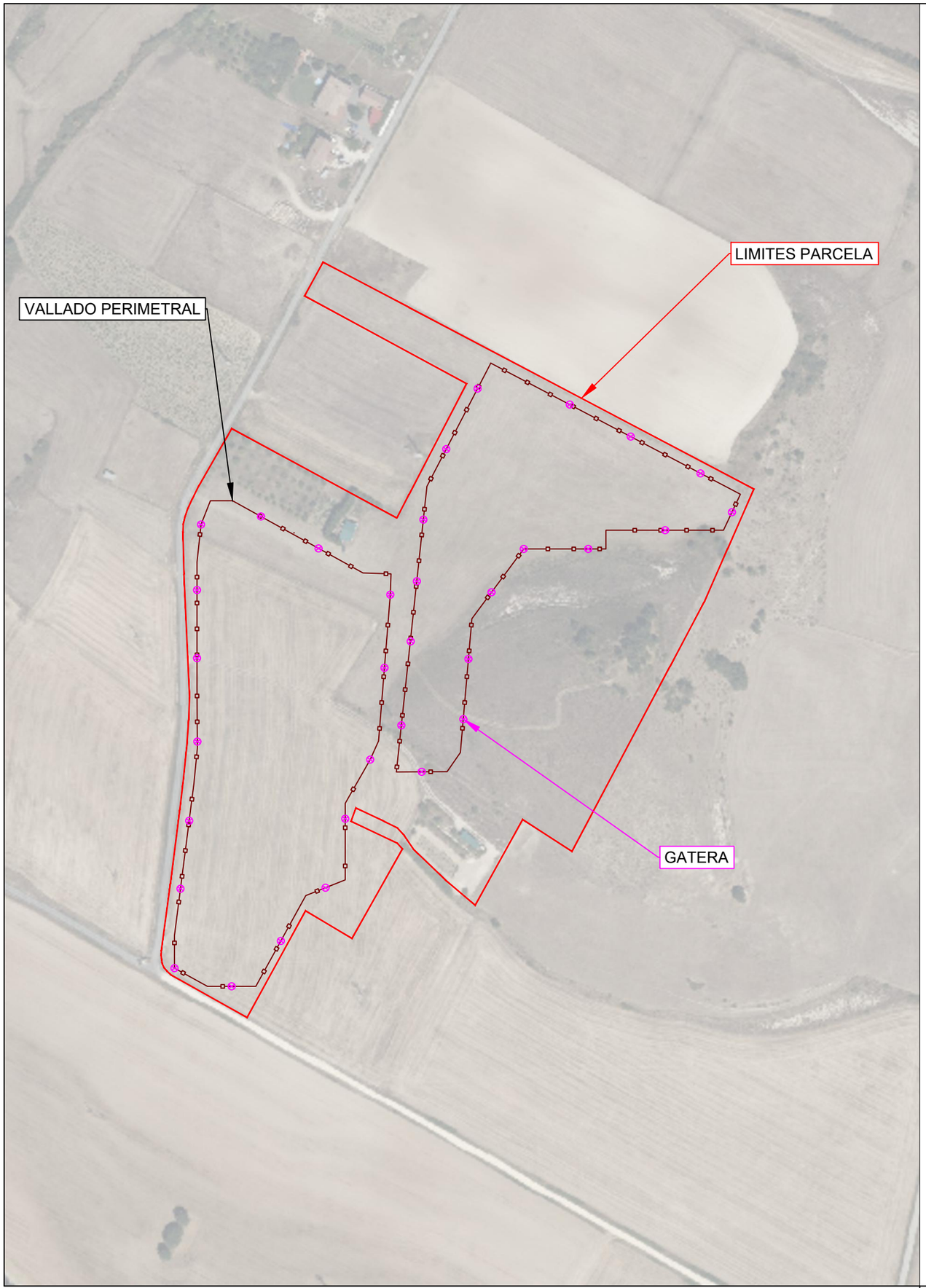


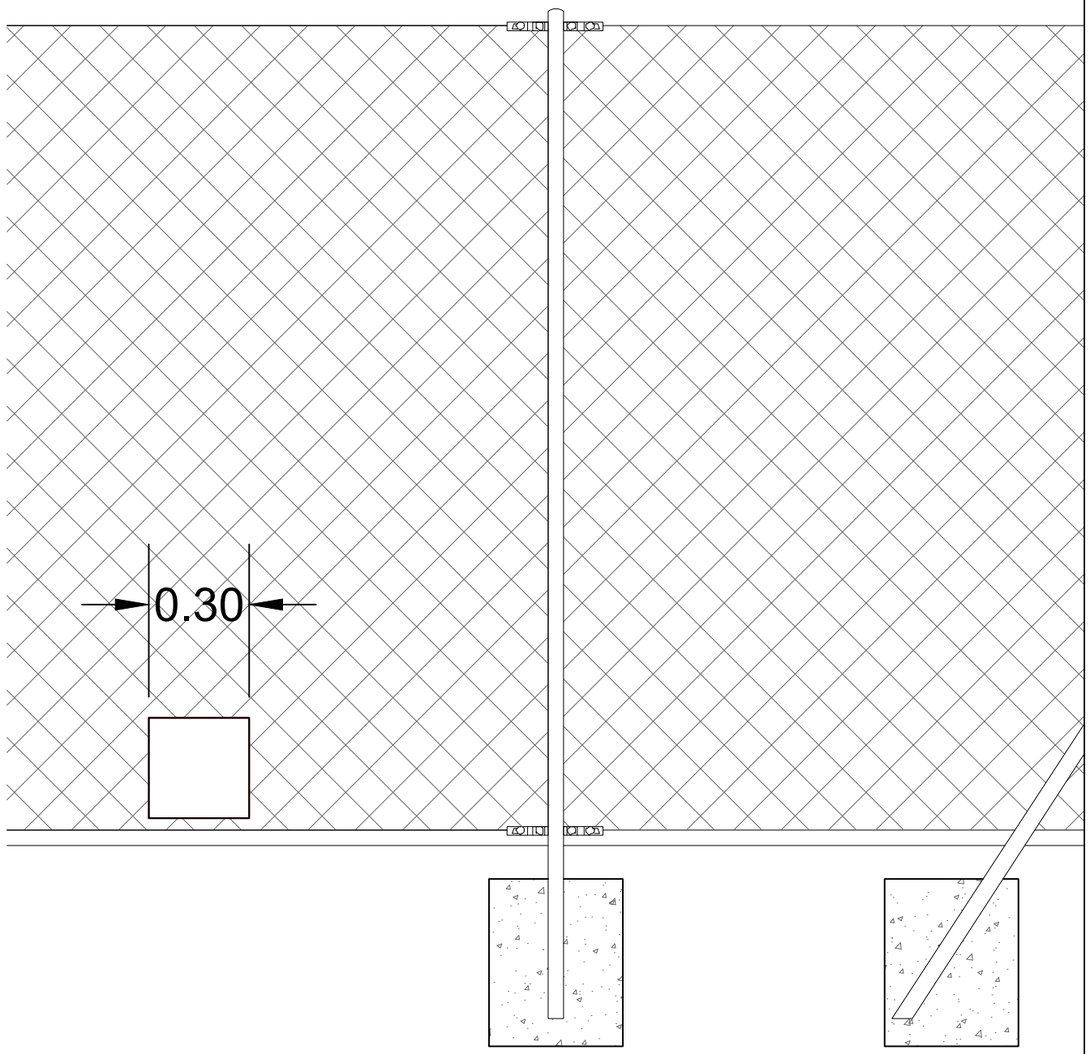
NOTAS SOBRE VALLADO

Con el objeto de preservar el medio, el vallado dispondra de pequeños accesos (gateras) de 0,30 x 0,30 m instalados cada 50 m para permitir el paso de animales pequeños existentes en la zona

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	UBICACION GATERAS		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No.	16.1
PROMOTOR	MAGMA FV, S.L.		



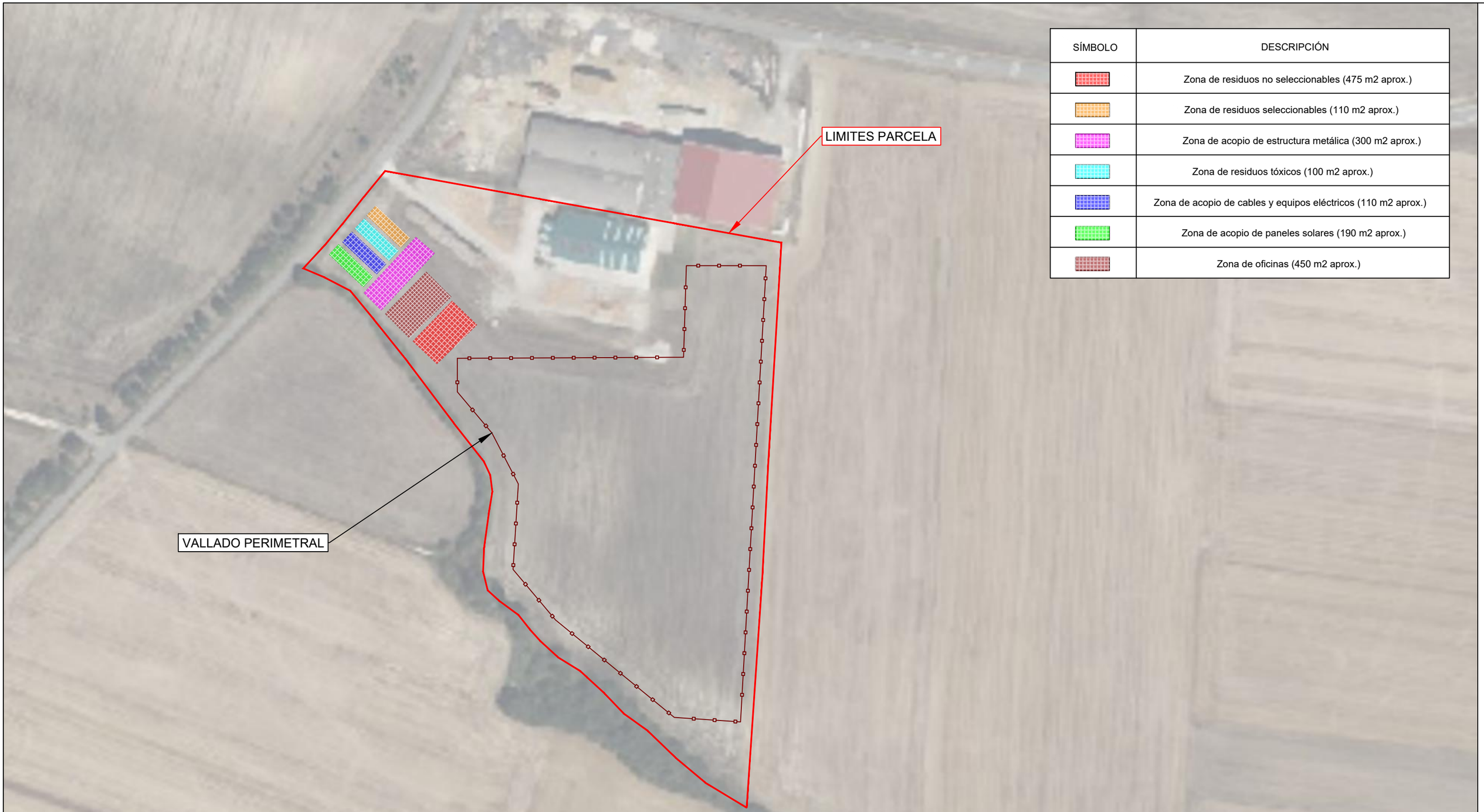


NOTAS SOBRE VALLADO

Con el objeto de preservar el medio, el vallado dispondra de pequeños accesos (gateras) de 0,30 x 0,30 m instalados cada 50 m para permitir el paso de animales pequeños existentes en la zona

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	UBICACION GATERAS		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No. 16.2	
PROMOTOR	MAGMA FV, S.L.		

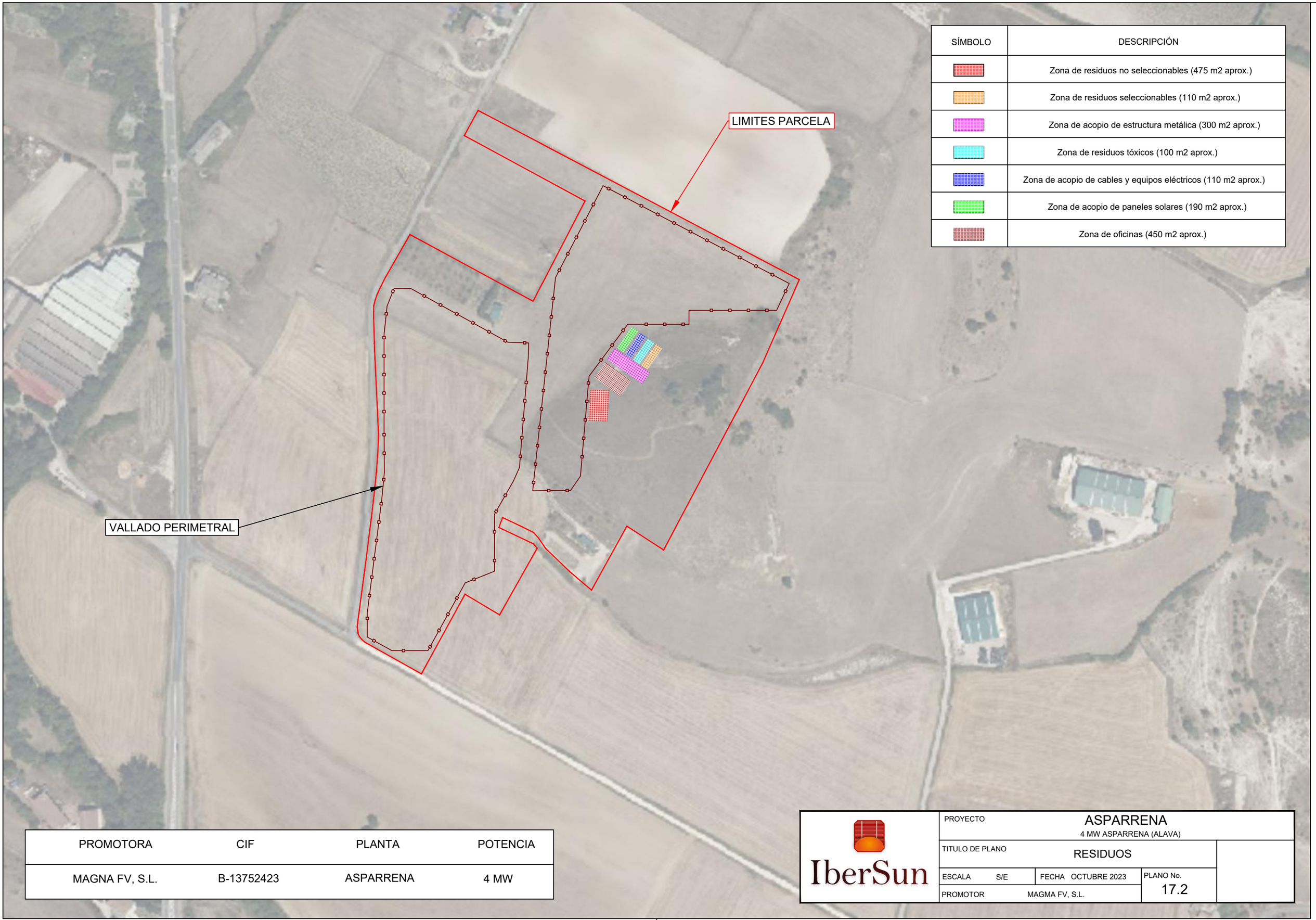


SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Zona de residuos no seleccionables (475 m2 aprox.)
	Zona de residuos seleccionables (110 m2 aprox.)
	Zona de acopio de estructura metálica (300 m2 aprox.)
	Zona de residuos tóxicos (100 m2 aprox.)
	Zona de acopio de cables y equipos eléctricos (110 m2 aprox.)
	Zona de acopio de paneles solares (190 m2 aprox.)
	Zona de oficinas (450 m2 aprox.)

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	RESIDUOS		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No. 17.1	
PROMOTOR	MAGMA FV, S.L.		



SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	Zona de residuos no seleccionables (475 m2 aprox.)
	Zona de residuos seleccionables (110 m2 aprox.)
	Zona de acopio de estructura metálica (300 m2 aprox.)
	Zona de residuos tóxicos (100 m2 aprox.)
	Zona de acopio de cables y equipos eléctricos (110 m2 aprox.)
	Zona de acopio de paneles solares (190 m2 aprox.)
	Zona de oficinas (450 m2 aprox.)

PROMOTORA	CIF	PLANTA	POTENCIA
MAGNA FV, S.L.	B-13752423	ASPARRENA	4 MW

IberSun

PROYECTO	ASPARRENA 4 MW ASPARRENA (ALAVA)		
TITULO DE PLANO	RESIDUOS		
ESCALA S/E	FECHA OCTUBRE 2023	PLANO No. 17.2	
PROMOTOR	MAGMA FV, S.L.		

DOCUMENTO Nº6: ANEXOS

1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS



NEW

CanadianSolar

TOPBiHiKu7

N-type Bifacial TOPCon Technology

675 W ~ 705 W

CS7N-675|680|685|690|695|700|705TB-AG

FRONT BACK

MORE POWER

- 705 W — Module power up to 705 W, Module efficiency up to 22.7 %
- EXTRA POWER — Up to 85% Power Bifaciality, more power from the back side
- Excellent anti-LeTID & anti-PID performance. Low power degradation, high energy yield
- Lower temperature coefficient (Pmax): -0.29%/°C, increases energy yield in hot climate
- Lower LCOE & system cost

MORE RELIABLE

- Minimizes micro-crack impacts
- Heavy snow load up to 5400 Pa, wind load up to 2400 Pa*

* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

- 12 Years — Enhanced Product Warranty on Materials and Workmanship*
- 30 Years — Linear Power Performance Warranty*

1st year power degradation no more than 1%
Subsequent annual power degradation no more than 0.4%

*According to the applicable Canadian Solar Limited Warranty Statement.

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES*

ISO 9001: 2015 / Quality management system
ISO 14001: 2015 / Standards for environmental management system
ISO 45001: 2018 / International standards for occupational health & safety
IEC 62941: 2019 / Photovoltaic module manufacturing quality system

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730 / CE / INMETRO / MCS / UKCA / CGC
CEC listed (US California) / FSEC (US Florida)
UL 61730 / IEC 61701 / IEC 62716 / IEC 60068-2-68
UNI 9177 Reaction to Fire: Class 1 / Take-e-way

* The specific certificates applicable to different module types and markets will vary, and therefore not all of the certifications listed herein will simultaneously apply to the products you order or use. Please contact your local Canadian Solar sales representative to confirm the specific certificates available for your Product and applicable in the regions in which the products will be used.

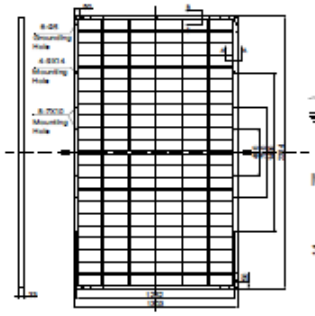
CSI Solar Co., Ltd. is committed to providing high quality solar photovoltaic modules, solar energy and battery storage solutions to customers. The company was recognized as the No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in the IHS Module Customer Insight Survey. Over the past 22 years, it has successfully delivered over 100 GW of premium-quality solar modules across the world.

CSI Solar Co., Ltd.
199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

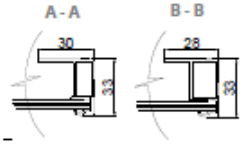
IberSun

ENGINEERING DRAWING (mm)

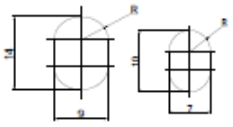
Rear View



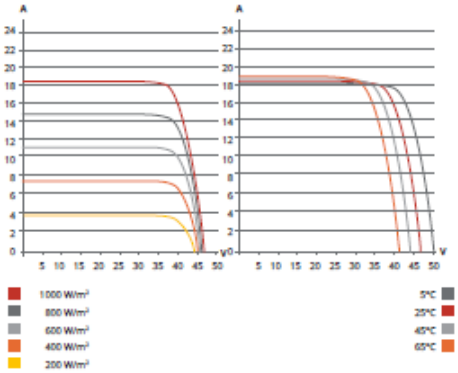
Frame Cross Section



Mounting Hole



CS7N-680TB-AG / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

		Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Operating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)	Module Efficiency
CS7N-675TB-AG		675 W	39.0 V	17.31 A	46.9 V	18.24 A	21.7%
Bifacial Gain**	5%	709 W	39.0 V	18.19 A	46.9 V	19.15 A	22.8%
	10%	743 W	39.0 V	19.04 A	46.9 V	20.06 A	23.9%
	20%	810 W	39.0 V	20.77 A	46.9 V	21.89 A	26.1%
CS7N-680TB-AG		680 W	39.2 V	17.35 A	47.1 V	18.29 A	21.9%
Bifacial Gain**	5%	714 W	39.2 V	18.22 A	47.1 V	19.20 A	23.0%
	10%	748 W	39.2 V	19.09 A	47.1 V	20.12 A	24.1%
	20%	816 W	39.2 V	20.82 A	47.1 V	21.95 A	26.3%
CS7N-685TB-AG		685 W	39.4 V	17.39 A	47.3 V	18.34 A	22.1%
Bifacial Gain**	5%	719 W	39.4 V	18.26 A	47.3 V	19.26 A	23.1%
	10%	754 W	39.4 V	19.14 A	47.3 V	20.17 A	24.3%
	20%	822 W	39.4 V	20.87 A	47.3 V	22.01 A	26.5%
CS7N-690TB-AG		690 W	39.6 V	17.43 A	47.5 V	18.39 A	22.2%
Bifacial Gain**	5%	725 W	39.6 V	18.31 A	47.5 V	19.31 A	23.3%
	10%	759 W	39.6 V	19.17 A	47.5 V	20.23 A	24.4%
	20%	828 W	39.6 V	20.92 A	47.5 V	22.07 A	26.7%
CS7N-695TB-AG		695 W	39.8 V	17.47 A	47.7 V	18.44 A	22.4%
Bifacial Gain**	5%	730 W	39.8 V	18.34 A	47.7 V	19.36 A	23.5%
	10%	765 W	39.8 V	20.18 A	47.7 V	20.28 A	24.6%
	20%	834 W	39.8 V	20.96 A	47.7 V	22.13 A	26.8%
CS7N-700TB-AG		700 W	40.0 V	17.51 A	47.9 V	18.49 A	22.5%
Bifacial Gain**	5%	735 W	40.0 V	18.39 A	47.9 V	19.41 A	23.7%
	10%	770 W	40.0 V	20.22 A	47.9 V	20.34 A	24.8%
	20%	840 W	40.0 V	21.01 A	47.9 V	22.19 A	27.0%
CS7N-705TB-AG		705 W	40.2 V	17.55 A	48.1 V	18.54 A	22.7%
Bifacial Gain**	5%	740 W	40.2 V	18.43 A	48.1 V	19.47 A	23.8%
	10%	776 W	40.2 V	20.27 A	48.1 V	20.39 A	25.0%
	20%	846 W	40.2 V	21.06 A	48.1 V	22.25 A	27.2%

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.
** Bifacial Gain: The additional gain from the back side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

	Nominal Max. Power (Pmax)	Opt. Operating Voltage (Vmp)	Opt. Ope-rating Current (Imp)	Open Circuit Voltage (Voc)	Short Circuit Current (Isc)
CS7N-675TB-AG	510 W	36.9 V	13.84 A	44.4 V	14.71 A
CS7N-680TB-AG	514 W	37.1 V	13.88 A	44.6 V	14.75 A
CS7N-685TB-AG	518 W	37.2 V	13.91 A	44.8 V	14.79 A
CS7N-690TB-AG	522 W	37.4 V	13.94 A	45.0 V	14.83 A
CS7N-695TB-AG	526 W	37.6 V	13.97 A	45.2 V	14.87 A
CS7N-700TB-AG	529 W	37.8 V	14.00 A	45.4 V	14.91 A
CS7N-705TB-AG	533 W	38.0 V	14.03 A	45.5 V	14.95 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m² spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	TOPCon cells
Cell Arrangement	132 [2 x (11 x 6)]
Dimensions	2384 × 1303 × 33 mm (93.9 × 51.3 × 1.30 in)
Weight	37.8 kg (83.3 lbs)
Front Glass	2.0 mm heat strengthened glass with anti-reflective coating
Back Glass	2.0 mm heat strengthened glass
Frame	Anodized aluminium alloy
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4.0 mm² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	410 mm (16.1 in) (+) / 250 mm (9.8 in) (-) or customized length*
Connector	T6 or MC4-EVO2 or MC4-EVO2A
Per Pallet	33 pieces
Per Container (40' HQ)	594 pieces or 495 pieces (only for US & Canada)

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

ELECTRICAL DATA

Operating Temperature	-40°C ~ +85°C
Max. System Voltage	1500 V (IEC/UL) or 1000 V (IEC/UL)
Module Fire Performance	TYPE 29 (UL 61730) or CLASS C (IEC61730)
Max. Series Fuse Rating	35 A
Application Classification	Class A
Power Tolerance	0 ~ + 10 W
Power Bifaciality*	80 %

* Power Bifaciality = $P_{max_{rear}}$ / $P_{max_{front}}$, both $P_{max_{rear}}$ and $P_{max_{front}}$ are tested under STC, Bifaciality Tolerance: ± 5 %

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.25 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	41 ± 3°C

PARTNER SECTION

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.
Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CSI Solar Co., Ltd.
199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

September 2023. All rights reserved, PV Module Product Datasheet V1.6_EN

2. INVERSOR FOTOVOLTAICO

SUNGROW

SG125HV-20

String Inverter for 1500 Vdc System



High Yield

- Patent five-level topology, max. efficiency 98.9 %, European efficiency 98.7 %, CEC efficiency 98.5 %
- Full power operation without derating at 50 ℃
- Patented anti-PID function

Easy O&M

- Virtual central solution, easy for O&M
- Compact design and light weight for easy installation

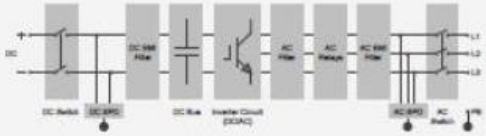
Saved Investment

- DC 1500 V, AC 600 V, low system initial investment
- 1 to 5 MW power block design for lower MV transformer and labor cost
- Max. DC/AC ratio up to 1.5
- Night Static Var Generator (SVG) function

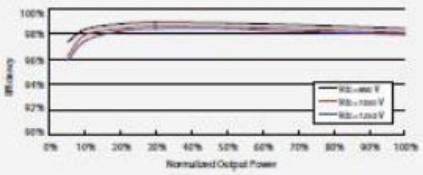
Grid Support

- Compliance with both IEC and UL safety, EMC and grid support regulations
- Low/High voltage ride through (L/HVRT)
- Active & reactive power control and power ramp rate control

Circuit Diagram



Efficiency Curve



© 2018 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved.
Subject to change without notice. Version 1.0

IberSun

SG125HV-20

Input (DC)	SG125HV-20
Max. PV input voltage	1500 V
Min. PV input voltage / Startup input voltage	860 V / 920 V
Nominal input voltage	1050 V
MPP voltage range	860 – 1450 V
MPP voltage range for nominal power	860 – 1250 V
No. of independent MPP inputs	1
No. of DC inputs	1
Max. PV input current	148 A
Max. DC short-circuit current	240 A

Output (AC)	
AC output power	125000 VA @ 50 ℃
Max. AC output current	120 A
Nominal AC voltage	3 / PE, 600 V
AC voltage range	480 – 690 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range	50 Hz / 45 – 55 Hz; 60 Hz / 55 – 65 Hz
THD	< 3 % (at nominal power)
DC current injection	< 0.5 % In
Power factor at nominal power / Adjustable power factor	> 0.99 / 0.8 leading – 0.8 lagging
Feed-in phases / Connection phases	3 / 3

Efficiency	
Max. efficiency / Euro. efficiency / CEC efficiency	98.9 % / 98.7 % / 98.5 %

Protection	
DC reverse connection protection	Yes
AC short-circuit protection	Yes
Leakage current protection	Yes
Grid monitoring	Yes
DC switch / AC switch	Yes / Yes
Overvoltage protection	DC Type II / AC Type II
Night SVG function	Yes
Anti-PID function	Yes

General Data	
Dimensions (W*H*D)	670*902*296 mm 26.4"*35.5"*11.7"
Weight	76 kg 167.5 lb
Isolation method	Transformerless
Degree of protection	IP 65 NEMA 4X
Night power consumption	< 4 W
Operating ambient temperature range	-25 to 60 ℃ (> 50 ℃ derating) -13 to 140 ℉ (> 122 ℉ derating)
Allowable relative humidity range (non-condensing)	0 – 100 %
Cooling method	Smart forced air cooling
Max. operating altitude	4000 m (> 3000 m derating) 13123 ft (> 9843 ft derating)
Display / Communication	LED, Bluetooth+APP / RS485
DC connection type	OT or DT terminal (Max. 185 mm² 350 Kcmil)
AC connection type	OT or DT terminal (Max. 185 mm² 350 Kcmil)
Compliance	CE, IEC 62109-1/-2, IEC 61000-6-2/-4, IEC 61727, IEC 62116, IEC 61000-6-1/-3/-12, UL 1741, UL 1741 SA, IEEE 1547, IEEE 1547.1, CSA C22.2 107.1-01 and California Rule 21
Grid support	SVG, LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control
Type designation	SG125HV-20

© 2018 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved.
Subject to change without notice. Version 1.0

CERTIFICATE

of Conformity
EC Council Directive 2014/30/EU
Electromagnetic Compatibility

TÜVRheinland®

Registration No.: AE 50390325 0001

Report No.: 50102942 001

Holder: Sungrow Power Supply Co., Ltd.
No.1699 Xiyou Rd.,New & High
Technology Industrial
Development Zone,
Hefei 230088
P. R. China

Product: PV-Inverter
(Grid-connected PV Inverter)

Identification: SG125HV

Serial No.: n.a.
Remark: Refer to test report 50102942 001 for details.

Tested acc. to:
EN 61000-6-2:2005
EN 61000-6-4:2007+A1
IEC 61000-6-2:2005
IEC 61000-6-4:2006+A1

This certificate of conformity is based on an evaluation of a sample of the above mentioned product. Technical Report and documentation are at the Licence Holder's disposal. This is to certify that the tested sample is in conformity with all provisions of Annex III of Council Directive 2014/30/EU. This certificate does not imply assessment of the production of the product and does not permit the use of a TÜV Rheinland mark of conformity. The holder of the certificate is authorized to use this certificate in connection with the EC declaration of conformity according to the a.m. Directive.

Certification Body

Date 22.11.2017

Yinhua Lu

TÜV Rheinland LGA Products GmbH - Tillystraße 2 - 90431 Nürnberg

CE The CE marking may only be used if all relevant and effective EC Directives are complied with. CE

3. CAJA DE CONEXIÓN

PVS-8/12/16MH-DB

SUNGROW
Clean power for all

PV combiner box for 1500 Vdc system



EFFICIENT AND SAFE

- 1500V-Specific PV fuse, both positive and negative terminal
- 1500V-Specific PV SPD with fault alarm
- Specialized 2 in 1 fuse with favorable heat dissipation performance and compact size
- String current and voltage monitoring
- Main load switch state monitoring (optional)

FLEXIBLE

- IP65 protection, meet the outdoor installation and usage requirements
- Self-powered power supply with lightning protection
- Output cable sectional area 120 – 400 mm² (max. 400 mm² Al cable)
- MC4 connector

RELIABLE

- Highly optimize the system wiring
- Modular design for easy and quick maintenance
- CE

Type designation	PVS-8MH-DB	PVS-12MH-DB	PVS-16MH-DB
Parameters			
Max. PV string voltage		1500 V	
Max. PV string parallel inputs	8 * 2	12 * 2	16 * 2
Rated fuse current for each string (replaceable)		30 A	
Switch disconnector	250 A	400 A	400 A
SPD		Type II	
Input terminal type		6 mm² (MC4)	
Output terminal type	120 – 300 mm²	120 – 300 mm²	120 – 400 mm²
Protection class		IP65	
Environment temperature		-40 ℃ to 60 ℃	
Enironment humidity		0 – 95 %	
Dimensions (W*H*D)	730*580*260 mm	730*580*260 mm	930*730*260 mm
Weight	28 kg	30 kg	40 kg
Material		SMC Plastic	
Standard Accessories			
DC main output load swich		Yes	
PV specific application SPD		Yes	
PV SPD failure monitoring		Yes	
PV self power supply for internal loads		Yes	
Communication port		Yes	
Current and voltage monitoring for each string		Yes	
Optional Accessories			
Negative grounding		Optional	
Monitoring for load switch state		Optional	

4. ESTRUCTURA DE SOPORTE



5. PERMISO DE ACCESO Y CONEXIÓN

i-DE
Grupo IBERDROLA

i-DE REDES ELÉCTRICAS INTELIGENTES, S.A.U. con sede social en Avenida San Adrián, 48 - 48003 BILBAO. Inscrita en el Registro Mercantil de Vizcaya al Tomo 3663, Libro 0, Folio 170, Sección 8, Hoja BI-27057, Inscripción 1ª - CIF A-95075578

IBERSAN RENOVABLE S.L.
Avda ZUGAZARTE, 32 , 2º12
48930 LAS ARENAS (BIZKAIA)

Referencia: 9041805193
Asunto: Permiso de Acceso y Conexión

02 de Febrero de 2023

Estimados clientes,

Le comunicamos que una vez cumplidos los requisitos establecidos por la normativa vigente, emitimos, para la instalación que se detalla a continuación, los **PERMISOS DE ACCESO Y CONEXIÓN:**

Referencia: 9041805193 CUPS: ES0021000042615245GZ
Titular del Permiso: IBERSAN RENOVABLE S.L.
Capacidad de acceso concedida: 4000 kW
Tensión de conexión: 30.000 V
Situación: Poli DOS, PARCELA 1511 AMETZAGA ASPARRENA - ARABA
Potencia instalada: 4004 kW
Tecnología de Generación: Fotovoltaica

Centro Geométrico de la Planta:
Las coordenadas del centro geométrico de la planta generadora, a efectos de lo dispuesto en disposición adicional decimocuarta y en el anexo II del Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre son las siguientes (formato ETRS89 H30):

X: 555728 Y: 4747171

Fecha de emisión del Permiso de Acceso y Conexión: 02.02.2023

Las condiciones técnicas y económicas correspondientes a los permisos de acceso y conexión emitidos son las ya informadas para esta instalación con fecha 13.01.2023, aceptadas por Vd. con fecha 01.02.2023.

En el momento de emisión de este permiso, las garantías económicas constituidas ante la administración correspondiente son las presentadas en el día 05.10.2022 por un importe de 160.000,00 €.

La fecha de emisión de estos permisos es la que determinará el inicio del cómputo de los plazos para el cumplimiento de las obligaciones contempladas en el RD 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.

Aprovechamos la ocasión para saludarle atentamente,

Ignacio Olarreaga
Jefe Distribución Zona Alava

Asparrena, noviembre de 2023

Graduado en Ingeniería Eléctrica

Fdo.: Ander Aranburu Retegui

Colegiado nº 5613

