

**PROYECTO “FÉLIX DE AZARA”**  
**SISTEMA DE ALMACENAMIENTO EN BATERÍAS DE**  
**9,6 MW/17,88 MWH CON AUTOCONSUMO DE PLANTA**  
**FOTOVOLTAICA DE 2,45MW/2,88MWP**

---

Abril 2025

Localización: T.M. Palma (Islas Baleares)  
Petitionario: BESS BETA 1 S.L.  
Realizado por: ALTERNATIVE GREEN ENGINEERING SXXI.  
Avda. Granvia 8-10, 4º 1ª, L' Hospitalet de Llobregat, Barcelona 08902

## ÍNDICE GENERAL

---

- Documento I – Memoria
- Documento II – Especificaciones de los equipos
- Documento III – Cálculos de producción (PVSYST)
- Documento IV – Cálculos eléctricos
- Documento V – Cronograma
- Documento VI – Gestión de residuos
- Documento VII – Desmantelamiento de las instalaciones
- Documento VIII – Mediciones y presupuesto
- Documento IX – Sistema de vigilancia y CCTV
- Documento X – Informe de cumplimiento de las normas en materia ecológica
- Documento XI – Planos
- Documento XII – Pliego de condiciones
- Documento XIII – Plan de seguridad y salud
- Documento XIV – Campos electromagnéticos

## **I - MEMORIA DESCRIPTIVA**

---

## ÍNDICE

<b>1. RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>7</b>
<b>2. GENERALIDADES .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES .....</b>	<b>9</b>
2.1.1. Baterías de ion-litio.....	11
2.1.2. Permiso de acceso a la red eléctrica .....	13
<b>2.2. OBJETO .....</b>	<b>13</b>
<b>2.3. ALCANCE.....</b>	<b>14</b>
<b>2.4. LOCALIZACIÓN.....</b>	<b>14</b>
<b>2.5. PROMOTOR.....</b>	<b>16</b>
<b>2.6. DATOS DEL PROYECTISTA .....</b>	<b>16</b>
<b>2.7. DESCRIPCIÓN GENERAL .....</b>	<b>17</b>
<b>2.8. APTITUD FOTOVOLTAICA Y AGRÍCOLA.....</b>	<b>20</b>
<b>2.9. MURO MEDIANERO .....</b>	<b>22</b>
<b>2.10. RETORNO ENERGÉTICO .....</b>	<b>22</b>
<b>2.11. BARRERA VEGETAL .....</b>	<b>25</b>
<b>2.12. ACCESOS, VIALES Y CAMINOS .....</b>	<b>27</b>
<b>2.13. VIDA ÚTIL .....</b>	<b>30</b>
<b>2.14. NORMATIVA APLICABLE.....</b>	<b>30</b>
2.14.1. Electricidad .....	30
2.14.2. Edificación.....	32
2.14.3. Seguridad y salud .....	32
2.14.4. Medio ambiente e impacto ambiental.....	32
2.14.5. Normativa autonómica .....	34
2.14.6. Otra normativa .....	35
<b>3. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO.....</b>	<b>35</b>
<b>3.1. INVERSOR .....</b>	<b>35</b>
<b>3.2. BATERÍAS.....</b>	<b>36</b>
<b>3.3. TRANSFORMADOR.....</b>	<b>37</b>
<b>3.4. ENVOLVENTE EQUIPO PCS.....</b>	<b>37</b>
3.4.1. Descripción .....	38
3.4.2. Envolvente .....	38
3.4.3. Ventilación .....	38
3.4.4. Acabado.....	39
<b>3.5. EQUIPOS.....</b>	<b>39</b>
<b>3.6. RESUMEN CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA BESS .....</b>	<b>39</b>
<b>4. PARQUE FOTOVOLTAICO .....</b>	<b>39</b>
<b>4.1. MÓDULO FV .....</b>	<b>39</b>
<b>4.2. ESTRUCTURA FIJA.....</b>	<b>40</b>
<b>4.3. CAJAS DE <i>STRING</i>.....</b>	<b>41</b>
<b>4.4. INVERSOR .....</b>	<b>42</b>
<b>4.5. TRANSFORMADOR .....</b>	<b>44</b>
<b>4.6. CARACTERÍSTICAS DEL CT .....</b>	<b>44</b>
4.6.1. Descripción .....	45



4.6.2. Envolvente .....	45
4.6.3. Suelo .....	46
4.6.4. Accesos.....	46
4.6.5. Ventilación .....	46
4.6.6. Acabado.....	46
4.6.7. Calidad .....	46
4.6.8. Iluminación .....	46
4.6.9. Varios .....	47
4.6.10. Cimentación.....	47
4.6.11. Equipos del CT .....	47
4.7. ESTACIÓN METEOROLÓGICA .....	47
5. CENTRO DE SECCIONAMIENTO .....	49
5.1. DESCRIPCIÓN .....	49
5.2. ENVOLVENTE .....	50
5.3. PLANTA.....	50
5.4. ACCESOS .....	50
5.5. VENTILACIÓN.....	50
5.6. ACABADO .....	50
5.6.1. Calidad .....	50
5.6.2. Iluminación .....	50
5.6.3. Varios .....	51
5.6.4. Cimentación .....	51
5.7. EQUIPOS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO .....	51
6. CENTRO DE MEDIDA .....	52
6.1. DESCRIPCIÓN .....	53
6.2. ENVOLVENTE .....	54
6.3. PLACA planta .....	54
6.4. ACCESOS .....	54
6.5. VENTILACIÓN.....	54
6.6. ACABADO .....	54
6.6.1. Calidad .....	54
6.6.2. Iluminación .....	55
6.6.3. Varios .....	55
6.6.4. Cimentación .....	55
6.7. EQUIPOS DEL CENTRO DE MEDIDA.....	55
7. EJECUCIÓN .....	56
7.1. OBRA CIVIL .....	56
7.1.1. Estructuras de hormigón .....	56
7.1.2. Estructura de acero .....	56
7.1.3. Zanjas, arquetas y canalizaciones.....	56
7.1.4. Movimiento de tierra .....	58
7.1.5. Accesos y caminos .....	58
7.1.6. Vallado perimetral.....	58
7.1.7. Edificaciones .....	60

7.2. ESTRUCTURA DE LAS PLACAS FOTOVOLTAICAS.....	60
7.3. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN.....	60
7.3.1. Sistema AC/DC.....	60
7.3.2. Protecciones y cuadros de conexión.....	61
7.3.3. Protecciones en corriente continua.....	62
7.3.4. Protecciones en corriente alterna.....	63
7.3.5. Protecciones propias del inversor.....	64
7.4. INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN.....	65
7.5. RESUMEN DE CABLEADO POR TRAMOS.....	66
7.6. PROTECCIONES.....	66
7.7. CUADROS ELÉCTRICOS.....	68
7.8. PUESTAS A TIERRA.....	68
7.9. SERVICIOS AUXILIARES.....	69
7.10. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL.....	69
7.11. SISTEMA DE SEGURIDAD.....	71
8. ESTIMACIONES DE LA INSTALACIÓN.....	72
8.1. RADIACIÓN SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL.....	72
8.2. RADIACIÓN SOBRE SUPERFICIE REAL.....	72
8.3. PÉRDIDAS EN EL SISTEMA FOTOVOLTICO.....	72
8.4. RANGO DE POTENCIA DEL MÓDULO.....	72
8.5. EFECTO DE LA TEMPERATURA.....	73
8.6. PÉRDIDAS POR SUCIEDAD DE LOS MÓDULOS.....	74
8.7. PÉRDIDAS POR MISMATCH.....	74
8.8. PÉRDIDAS POR SOMBRAS.....	74
8.9. DISPONIBILIDAD.....	75
8.10. PÉRDIDAS EN EL INVERSOR.....	75
8.11. RESULTADOS DE SIMULACIÓN.....	75
9. SISTEMA ELÉCTRICO.....	75
9.1. ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSIÓN.....	75
9.1.1. Cuadro de Alimentación de Servicios Auxiliares.....	76
9.1.2. Cuadro de Baterías y Alimentación.....	76
9.1.3. Cuadro de Control.....	77
9.1.4. Grupo electrógeno.....	77
9.1.5. Protecciones.....	77
9.2. TRANSFORMADORES.....	77
9.2.1. Transformador de servicios auxiliares.....	77
9.3. CABINAS DE MEDIA TENSIÓN.....	78
9.3.1. Descripción general.....	78
9.3.2. Cabina de Medida de Tensión de Barras.....	78
9.3.3. Posición de Transformador de Servicios Auxiliares.....	78
9.3.4. Posiciones de Línea.....	79
9.3.5. Posiciones de línea de salida.....	79
10. LINEA DE EVACUACIÓN.....	80
10.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO.....	80

<b>10.2. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO SUBTERRANEO.....</b>	<b>80</b>
<b>10.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA.....</b>	<b>81</b>
10.3.1. Disposición física de la línea subterránea.....	81
10.3.2. Conexión a tierra de las pantallas de los conductores .....	82
10.3.3. Lista de materiales .....	82
10.3.4. Descripción de los materiales .....	82
10.3.5. Cajas de conexión .....	85
10.3.6. Cables de conexión entre pantallas y cajas de conexión .....	86
<b>10.4. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL.....</b>	<b>86</b>
10.4.1. Zanja .....	86
10.4.2. Cámaras de empalme.....	87
10.4.3. Arquetas de ayuda al tendido.....	87
10.4.4. Hitos de señalización .....	88
10.4.5. Perforación dirigida.....	88
10.4.6. Perforación horizontal o hinca .....	88
10.4.7. Canalizaciones bajo carretera.....	88
10.4.8. Perforaciones subterráneas .....	89
10.4.9. Cruzamientos y Paralelismos .....	90
<b>10.5. PARCELAS AFECTADAS.....</b>	<b>93</b>
<b>10.6. CRUZAMIENTO Y ORGANISMOS AFECTADOS.....</b>	<b>94</b>
<b>11. MANTENIMIENTO .....</b>	<b>94</b>
11.1. PANELES FOTOVOLTAICOS .....	94
11.2. CENTRO DE MEDIA TENSIÓN.....	95
11.3. INVERSORES.....	97
11.4. <i>POWER STATIONS</i> Y BATERÍAS .....	98
11.5. TERRENO.....	99
11.6. PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO .....	100
<b>12. CONCLUSIÓN .....</b>	<b>100</b>

## 1. RESUMEN EJECUTIVO

En un entorno de gran y creciente participación de las energías renovables en el *mix* energético, los sistemas de almacenamiento juegan un papel primordial en la capacidad de gestión (“gestionabilidad”) de la red. Las energías renovables son, por su naturaleza, impredecibles e inestables, suponiendo un reto en la gestión de un sistema que requiere, precisamente, predictibilidad de producción y gestión. Los sistemas de almacenamiento acumulan la energía – en baterías en este caso – en momentos de máxima producción renovable, para inyectarla al sistema en horas en las que aumenta la demanda y la producción renovable de ese momento no es suficiente – ya sea por ser de noche y los parques solares no pueden producir o el viento deja de soplar, o por tener una alteración de la frecuencia de la red. Sin embargo, la energía que acumulan los sistemas de almacenamiento es igual de renovable o no, que el *mix* energético que ofrezca la red en el momento de la carga de las baterías.

El presente proyecto tiene como objeto desarrollar la descripción técnica del proyecto denominado **FÉLIX DE AZARA, de planta de almacenamiento energético en baterías** (“BESS” o Battery-Energy Storage System, en inglés) **de 17,88MWh con autoconsumo de planta fotovoltaica de 2,88MW** instalada en suelo, con un **permiso de acceso y conexión de 9.600 kW** en la subestación de distribución San Juan 15 kV (X, Y, Huso: 474398.92, 4377645.52, 31), titularidad de E-distribución Redes Digitales, evacuándose la electricidad generada mediante una línea soterrada de 15kV de 1.132 m de longitud desde el centro de seccionamiento (“CS”). El proyecto se emplaza en las parcelas 41 y 27 del polígono 48 del término municipal de Palma (Islas Baleares), con referencias catastrales 07040A048000410000RL y 07040A048000270000RH.

Cabe destacar que los proyectos de almacenamiento de energía BESS, compuesta por baterías de alta capacidad, representan un avance significativo en el campo de la gestión de energías renovables y la eficiencia energética, pues permiten almacenar energía generada durante períodos de baja demanda para su uso durante picos de alta demanda o en momentos en que la generación de energías renovables es baja debido a condiciones climáticas desfavorables.

El proyecto se ha diseñado de modo similar a un parque fotovoltaico con respaldo de almacenamiento, pero al inverso, siendo en este caso la planta fotovoltaica la que respalda al sistema de almacenamiento. **La energía producida por el autoconsumo se destinará únicamente a la carga de las baterías, garantizado así el origen renovable de la energía inyectada. En resumen, se trata de un proyecto de hibridación, a través de un permiso de acceso y conexión para almacenamiento. Toda la energía almacenada proveniente del autoconsumo, sin exigir energía de la red, éste es un proyecto renovable, puesto que el factor de emisión es cero.**

Del lado del BESS, sobre un área de 526 m<sup>2</sup>, se instalarán un total de **ocho bloques de baterías de ion-Li de 2.236 kWh cada uno**, dispuestos en contenedores de 40 pies, **para un total de 17.888 kWh y 8 inversores de 1.200 kW con una potencia total de 9.600 kW**. El autoconsumo se desarrollará a través de **4.060 módulos de 710 vatios (W)** cada uno, para una **potencia de 2,882 megavatios pico (MWp)**, con una potencia instalada de **2,45 MWac por medio de siete inversores de 350 kW**, sobre 137 estructuras fijas inclinadas 33 grados en una disposición de 14, 28, 42 y 56 módulos en una alineación 2 horizontal (2H). en un área de 35.665 m<sup>2</sup> sobre el total de 51.880 m<sup>2</sup>, entre las dos parcelas. El área total del proyecto, incluyendo la barrera vegetal, es de 38.216m<sup>2</sup>.

Con una producción específica de 1.629 kWwh/kWp y una total de 4.695 MWh<sup>1</sup>, supondría cubrir las necesidades eléctricas actuales de 1.346 viviendas y la electrificación completa de unas 561<sup>2</sup>, un ahorro de 1.965,21 toneladas de CO<sub>2</sub> el primer año, y un ahorro total, en 30 años, de 54.107,38 toneladas. El tiempo de compensación de las emisiones por la producción, transporte y construcción de la PFV de autoconsumo se sitúa entre 12 y 19 meses.

El terreno es, todo él, de **categoría suelo rústico general y de alta aptitud fotovoltaica**, la prioritaria, según el Plan Director Sectorial Energético de las Islas Baleares (PDSEIB), para la instalación de parques fotovoltaicos. La matriz de ordenación del suelo rústico y definición del Plan Territorial Insular de Mallorca (PTM) permite este tipo de instalaciones, según lo establecido en su norma 19.2.c. Es decir, si se tratase únicamente de un parque fotovoltaico, sin las baterías, estaría exento de evaluación ambiental por su tamaño y categoría de suelo. La PFV es de tipo C, según el PSDEIB,

Situándose en una zona fuertemente antropizada, al lado de MercaPalma y el aeropuerto de Son San Joan, pero con objeto de minimizar el impacto visual, paisajístico y ambiental, la Planta BESS con autoconsumo se diseña para que quede a baja altura, las estructuras de perfil de acero galvanizado levantarán únicamente 2,2 m los paneles del suelo, estando el punto más bajo de las estructuras a 80 cm del suelo y el más alto por debajo de los 4m, cumpliendo con los requerimientos del PDSEIB. La altura de los bloques de baterías es de 2,6m y la del centro de transformación (“CT”) – edificio prefabricado - es 3,04 m. El aspecto visual de los materiales y acabados de las fachadas será de la gama de la piedra, del marés o de los ocres tierra, según lo establecido en la norma 22 del PTM.

Las parcelas 27 y 41 conforman *de facto* una única finca, siendo del mismo propietario y conformando una única unidad de trabajo, habiendo perdido su función el actual muro existente. Por tanto, el proceso de construcción del Proyecto, deberá levantarse un nuevo muro medianero muro de “*pedra en sec*” del mismo tipo en la separación efectiva de las fincas, colindante al este con la parcela 28 del polígono 48 de Palma, que refleje la situación real, con base en la norma 48 1. b del PTM.

La instalación tendrá, en conjunto, un vallado cinegético de 1.017 m realizado con malla simple torsión de alambre galvanizado con altura 2 m, manteniendo una distancia mínima al suelo de 20 cm. El proyecto irá rodeado de una barrera vegetal de una longitud de 880m, con una altura inicial de 2m, estará conformada por unos 200 acebuches y 700 matas, según especifique el estudio de impacto ambiental (EIA). En cumplimiento del condicionante SOL-D05 del PDSEIB, en ningún caso llevará alambre espinoso para evitar daños a las aves o rapaces nocturnas y no interrumpirá los cursos naturales de agua ni favorecerá la erosión ni el arrastre de tierras.

En atención a los campos electromagnéticos de Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) para las PFVs y sus posibles campos electromagnéticos<sup>3</sup> se desarrollan en el anexo XIV los cálculos que se demuestran que esto se sitúan por debajo del umbral de 0,4  $\mu$ T.

El presupuesto total estimado del proyecto de ejecución de materiales asciende a cuatro millones treinta y siete mil noventa y tres euros con seis céntimos (4.037.093,06 €).

El Proyecto se tramitará mediante la Declaración de Proyecto de Interés Autonómico Energético, para lo que se adjunta la memoria correspondiente.

---

<sup>1</sup> Cálculo estimado mediante PVSyst para el primer año de funcionamiento de la PFV.

<sup>2</sup> “Consumo medio por hogar. Medias referidas al parque total de viviendas. Para la zona mediterránea, se estima un consumo anual de 8.363 kWh las necesidades energéticas totales y en 3.487kWh únicamente las eléctricas. Fuente: IDAE (Consumos del Sector Residencial en España, Resumen de Información Básica”).

<sup>3</sup> “Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos de plantas solares fotovoltaicas y sus infraestructuras de evacuación, MITECO, 2022.

En la página 22 se presenta un resumen más detallado de las características técnicas.

## **2. GENERALIDADES**

### **2.1. ANTECEDENTES**

Entre 2019 y 2023, la potencia instalada renovable ha crecido en un 40%, pasando de 55.349 MW en 2019 a 77.039 MW en 2023, según datos de Red Eléctrica de España. La fuente de generación que más ha aumentado ha sido la solar fotovoltaica, que ha crecido un 193% en este periodo, pasando de 8.747 MW a 25.549 MW.

La generación fotovoltaica de autoconsumo ha crecido un 1.600% desde 2018, pasando de 0,4 GW a superar los 7 GW. Por su parte, la potencia eólica se ha incrementado un 20% en este tiempo, pasando de 25.678 MW en 2019 a 30.810 MW en 2023.

En relación con proyectos de hidrógeno, España concentra alrededor del 20% de los proyectos de hidrógeno renovable anunciados en el mundo el pasado 2022.

Estos datos han permitido que en 2023 la generación renovable ha superado el 50% de la generación eléctrica total por primera vez en la historia, convirtiendo España en la primera de las grandes economías europeas en conseguirlo. Contextualizando estos datos a nivel internacional, el ranking de IRENA en el año 2022, sitúa a España como el 2º país de la UE en capacidad eólica y 5º en el mundo, y el 8º país en capacidad renovable instalada del mundo.

A todo esto, hay que añadir que actualmente la tecnología solar fotovoltaica sigue optimizando su diseño y reduciendo los costes de instalación, operación y mantenimiento, por lo que cada vez resulta más viable técnica y económicamente la construcción de plantas con esta tecnología.

Asimismo, desde el punto de vista ambiental, se trata de una tecnología de aprovechamiento de un recurso inagotable, compatible con el medio ambiente. La adecuada y exigible gestión de los impactos medioambientales de este tipo de instalación convierte a esta fuente energética en uno de los medios de obtención de energía menos agresivos con el medio ambiente.

La preocupación por la degradación medioambiental, la conveniencia de disminuir la dependencia de las importaciones energéticas y aumentar la seguridad de suministro, son los factores que han contribuido decisivamente a desarrollar la investigación, desarrollo y aplicaciones de las energías renovables que pueden aportar mejores soluciones técnicas y económicas al problema del suministro energético. Dentro de este campo, la energía solar fotovoltaica por su grado de desarrollo, sus actuales costes y su carácter limpio e inagotable, está obteniendo un alto potencial de aplicación, como recurso energético endógeno, en aquellas áreas que cuentan con el sol necesario para explotar su aplicación.

En lo que respecta a la regulación comunitaria, en diciembre de 2019 la Unión Europea actualizó su compromiso de actuación en materia de clima y energía hasta 2030, adoptado por el Consejo Europeo en octubre de 2014 y que incluía el objetivo de reducir un 40% las emisiones de gases de efecto invernadero respecto a los niveles de 1990, aumentándolo a una disminución del 55%. Estos compromisos se diseñaron en línea con el citado Acuerdo de París, y con el objetivo de alcanzar la neutralidad climática para la Unión Europea antes de 2050, habiendo quedado ambos objetivos plasmados en la Ley Europea del Clima, proporciona un marco para avanzar en los esfuerzos de mitigación y adaptación a los impactos del cambio climático.

En julio de 2021 la Comisión Europea presentó el conjunto de propuestas legislativas «Objetivo 55» estableciendo una profunda revisión de las Directivas y Reglamentos que conforman el actual paquete “Energía limpia para todos los europeos”, abordando las reformas necesarias para alcanzar este nuevo objetivo de reducción de emisiones de la Unión Europea para 2030.

En mayo de 2022, en respuesta a las dificultades y a las perturbaciones del mercado mundial de la energía causadas por la invasión rusa de Ucrania, en mayo de 2022 la Comisión presentó el “Plan

REPowerEU”, un plan para reducir rápidamente la dependencia de los combustibles fósiles rusos y adelantar la transición ecológica, reforzando determinados objetivos y medidas para lograrlos. En particular, este plan refuerza la diversificación de fuentes de suministro de gas a Europa, la electrificación del sistema energético y la transformación de la industria intensiva en energía. La investigación e innovación sigue siendo clave para acelerar la necesaria transición energética.

Como resultado del paquete “Objetivo 55” y el “Plan REPowerEU” se han alcanzado acuerdos para el incremento en materia de energías renovables y eficiencia energética. Estos paquetes de medidas legislativas incluyen como objetivos europeos a 2030 alcanzar una cuota del 45% de energías renovables sobre el consumo total de energía final bruta, así como una mejora de la eficiencia energética en un 38% en energía final y un 40,5% en energía primaria, con respecto al escenario de referencia 2007.

En el segundo semestre de 2023, se lograron acuerdos para la mayor parte de los expedientes que conformaban el paquete “Fit for 55”, así como la definición de la posición común de la UE en la COP28. Estos acuerdos se han concretado en la tramitación y aprobación de la mayor parte de Directivas y Reglamentos que van a conformar el contexto de transición ecológica de los próximos años:

- Reglamento y Directiva en relación con la mejora de la configuración del mercado de la electricidad de la Unión
- Ley sobre la industria de cero emisiones netas (NZIA)
- Directiva de Energías Renovables (RED) y Directiva de Eficiencia Energética (EED)
- Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios (EPBD)
- Reforma del régimen de comercio de derechos de emisión (RCDE) de la UE
- Normas actualizadas de la UE para descarbonizar los mercados del gas y promover el hidrógeno
- Nuevo régimen de comercio de derechos de emisión de la UE para los combustibles de los edificios y del transporte por carretera
- Reglamento de reparto del esfuerzo (ESR)
- Reglamento sobre el uso de la tierra, la silvicultura y la agricultura (LULUCF)
- Reglamento por el que se establece un Fondo Social para el Clima
- Normas sobre emisiones de CO<sub>2</sub> para turismos y furgonetas
- Reglamento sobre la infraestructura para los combustibles alternativos (AFIR)
- Reglamento ReFuel EU Aviation
- Reglamento FuelEU Maritime
- Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono (CBAM)
- Reglamento de la UE sobre el metano en el sector energético
- Reglamento para la inclusión del Transporte Marítimo en el RCDE de la UE
- Directiva sobre la contribución de la aviación al objetivo de la Unión de reducción de emisiones

Por otro lado, y desde el punto de vista del sector eléctrico español:

- En noviembre de 2011, el Consejo de Ministros aprobó el Plan de Energías Renovables 2011-2020, estableciendo objetivos acordes con la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables. El PER pretendía impulsar las energías renovables y la eficiencia energética imponiendo políticas económicas y medioambientales, así como seguridad en el suministro, para el fomento de las energías renovables. Así mismo, establecía una cuota mínima del 20% de energía procedente de fuentes renovables en el consumo bruto anual de energía para el año



2020.

- El primer plan nacional de energía y clima, periodo 2021-2030, se adopta en 2020 y recoge los objetivos marcados por la ley Europea sobre el clima y por los planes “objetivo 55”. En consecuencia de este plan, el 24 de septiembre de 2024 se aprueba la actualización del Plan Nacional Integrado de Energía y Clima 2023-2030 que marca los siguientes objetivos para 2030:
  - 55% de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero respecto a 2005, lo que supone una reducción del 32% de emisiones respecto a 1990.
  - 48% de renovables sobre el uso final de la energía.
  - 43% de mejora de la eficiencia energética sobre el uso final de la energía, con respecto las proyecciones de un escenario de referencia sin medidas.
  - 81% de energía renovable en la generación eléctrica.
  - Disponer de 19 GW de autoconsumo y 22,5 GW de almacenamiento.
  - Reducción de la dependencia energética exterior desde el 73% en 2019 al 50% en 2030.
  - 42% de reducción de las emisiones de los sectores difusos y un 70% de los sectores bajo el comercio de derechos de emisión con respecto a 2005.
  - Disponer de una tasa de electrificación de nuestra economía del 35%.
  - En 2050 el objetivo es alcanzar la neutralidad climática con la reducción de al menos un 90% de nuestras emisiones brutas totales de GEI, en total coherencia con los objetivos de Unión Europea. Además, alcanzar un sistema eléctrico 100% renovable en 2050.
  - El sector energético será el sector de la economía que lidera la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.
  - La inversión total requerida para la transformación del sector eléctrico (renovables y redes) superará los 150.000 millones de euros a lo largo de la década 2021-2030. Incluirá las inversiones en tecnologías renovables y en la ampliación y modernización de las redes de transporte y distribución. Esa inversión será realizada mayoritariamente por el sector privado.

### 2.1.1. Baterías de ion-litio

En un entorno de gran y creciente participación de las energías renovables en el *mix* energético, los sistemas de almacenamiento juegan un papel primordial en la capacidad de gestión (“gestionabilidad”) de la red. Las energías renovables son, por su naturaleza, impredecibles e inestables, suponiendo un reto en la gestión de un sistema que requiere, precisamente, predictibilidad de producción y gestión. Los sistemas de almacenamiento acumulan la energía – en baterías en este caso – en momentos de máxima producción renovable, para inyectarla al sistema en horas en las que aumenta la demanda y la producción renovable de ese momento no es suficiente – ya sea por ser de noche y los parques solares no pueden producir o el viento deja de soplar, o por tener una alteración de la frecuencia de la red. Sin embargo, la energía que acumulan los sistemas de almacenamiento es igual de renovable o no, que el *mix* energético que ofrezca la red en el momento de la carga de las baterías.

Además, estas baterías ofrecen servicios adicionales y necesarios al sistema eléctrico, ayudando a mantener su equilibrio, mediante la regulación de frecuencia, el cubrimiento de picos de consumo repentinos o el respaldo en caso de apagones (“*black start*”). En resumen, son una pieza fundamental de la gestión del sistema, en sustitución de las centrales de combustibles fósiles.

Para este Proyecto, se han elegido baterías de ion-litio – concretamente, LFP (litio-ferrofosfato) - siendo hoy en día una de las tecnologías más avanzadas y fiables. Estas baterías funcionan gracias al



movimiento de iones de litio entre dos electrodos: uno positivo (hecho de fosfato de litio) y otro negativo (de grafito u otro material similar). Entre ellos hay una capa que los separa, y todo el sistema está sellado. Durante la carga y descarga, los iones se mueven de un lado a otro dentro de la batería, mientras que los electrones viajan por fuera, a través del circuito eléctrico. El electrolito que hay dentro permite el paso de iones, pero bloquea el de electrones, asegurando un funcionamiento eficiente y seguro. El empleo de sistemas de almacenamiento eléctrico con tecnología de baterías de litio (LFP) ofrece varias ventajas frente a otras tecnologías de baterías.

1. Mayor seguridad: Las baterías LFP son conocidas por su alta estabilidad térmica y química. En comparación con otras tecnologías de litio (como las de litio-cobalto), las LFP son menos propensas a la descomposición térmica (lo que puede generar incendios o explosiones en situaciones extremas). Son menos sensibles a sobrecargas y sobretensiones.
2. Larga vida útil: Las baterías de litio fosfato de hierro tienen una larga vida útil en términos de ciclos de carga y descarga. Pueden alcanzar más de 2.000 a 3.000 ciclos de vida útil (y algunos incluso más) sin perder una cantidad significativa de capacidad. Esto las convierte en una opción más rentable a largo plazo, ya que tienen una vida útil superior a muchas otras tecnologías de baterías.
3. Alta eficiencia energética: Las baterías LFP tienen una eficiencia de carga y descarga muy alta (alrededor del 90-95%). Esto significa que se pierde muy poca energía durante el proceso de almacenamiento y liberación de electricidad. Son una excelente opción para aplicaciones donde la eficiencia es crucial, como en sistemas de energía renovable (por ejemplo, solar y eólica).
4. Mayor estabilidad a temperaturas extremas: Las baterías LFP tienen un buen rendimiento tanto en temperaturas altas como bajas. Esto les da una ventaja sobre otras tecnologías de baterías que pueden tener un rendimiento reducido en ambientes de temperatura extrema.
5. Mayor capacidad de carga rápida: En comparación con otras baterías, las LFP son capaces de manejar cargas rápidas sin dañarse. Esto las hace más eficientes para su uso en aplicaciones donde se requiere recargar las baterías rápidamente.
6. Impacto ambiental reducido: Las baterías LFP no contienen materiales tóxicos como cobalto o níquel, los cuales pueden generar problemas ambientales y de derechos humanos en su extracción. Además, el fosfato de hierro es más abundante y menos costoso que otros materiales utilizados en baterías de litio, lo que hace que el impacto ambiental en términos de minería y extracción sea mucho menor.
7. Costo de producción menor: Aunque las baterías LFP inicialmente fueron más caras que otras tecnologías de litio, los costos han disminuido significativamente en los últimos años. Esto se debe a la mayor producción y la menor demanda de materiales costosos como el cobalto y el níquel. A largo plazo, debido a su durabilidad y la reducción de costos de fabricación, las baterías LFP pueden ser una opción más económica.
8. Más seguras en escalabilidad: Las baterías LFP son ideales para grandes sistemas de almacenamiento de energía a escala industrial o en aplicaciones de almacenamiento en red eléctrica. Su capacidad de manejar una alta carga de manera segura hace que sean muy adecuadas para aplicaciones a gran escala, como en parques solares o eólicos.
9. Menor riesgo de degradación de la capacidad: Las baterías LFP tienen una tasa de degradación más baja con el tiempo, lo que significa que conservan su capacidad de almacenamiento por más tiempo en comparación con otras tecnologías de litio, como las baterías de litio-níquel-cobalto-aluminio (NCA) o litio-níquel-cobalto-manganeso (NCM).

En conclusión, los puntos detallados anteriormente y los objetivos a cumplir tanto en los planes nacional como europeo hacen que resulte conveniente incorporar al sistema eléctrico nueva potencia de

generación con energía barata en el mercado, como es el caso de las energías renovables, justificando por tanto el desarrollo de proyectos como el que es objeto de este documento.

### 2.1.2. Permiso de acceso a la red eléctrica

El gestor de la red de distribución, E-DISTRIBUCIÓN Redes Digitales S.L. Unipersonal ha emitido un permiso de acceso y conexión con potencia nominal de acceso de 9,6 MW para el acceso en la subestación S. Juan 15kV.

## 2.2. OBJETO

El presente documento se redacta con la finalidad de:

- En el orden técnico, para obtener la Aprobación del presente Proyecto, que ha sido redactado de acuerdo con lo preceptuado en el Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueban el Reglamento electrotécnico para baja tensión, así como sus posteriores modificaciones, y en el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- En el orden administrativo, obtener la Autorización Administrativa de Construcción, en concreto del proyecto sistema de almacenamiento de baterías 9,6 MW y 17,88 MWh con autoconsumo de PFV “FÉLIX DE AZARA” con conexión a red de 9,6 MW, según lo establecido en la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Informar a los ayuntamientos de T.M. de Palma, en la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares, de la obra civil que se pretende realizar para el proyecto sistema de almacenamiento de baterías con autoconsumo de PFV “FÉLIX DE AZARA”, así como solicitar la correspondiente licencia de obras.
- Servir de base para la contratación de las obras e instalaciones.

En el presente proyecto de ejecución se realizará la descripción de las características técnicas de las instalaciones de la planta sistema de BESS con autoconsumo de PFV “FÉLIX DE AZARA” de 9,6 MW y 17,88 MWh con conexión a red de 9,6 MW, para su ejecución, definición técnica y detalle.

La carga de las baterías se realizará mediante la instalación de una planta fotovoltaica con el nombre de “FÉLIX DE AZARA” de 2.882,6 kWp y 2.452,0 kWn. **Esta planta no verterá potencia a la red sino que es de uso exclusivo para la carga de baterías.**

Se llevarán a cabo las descripciones detalladas de las instalaciones en Baja Tensión de corriente continua, la elevación a media tensión del sistema de generación de energía solar fotovoltaica y su almacenamiento que será vertido a la red.

La planta solar fotovoltaica se ha realizado usando un sistema de estructura fija a 33° y será la encargada de cargar las baterías, estas baterías son las encargadas de suministrar a la red la potencia de la Planta. Se ubican en las parcelas siguientes, correspondiente al término municipal de Palma (Islas Baleares):

- Polígono 48, parcela 41. Ref. Catastral: 07040A048000410000RL
- Polígono 48, parcela 27. Ref. Catastral: 07040A048000270000RH

La energía generada por esta planta fotovoltaica se transportará a las baterías las cuales se irán cargando hasta obtener los 17,88 MWh, del sistema de baterías partirá una línea de evacuación de 9,6 MW de 15KV hasta el punto de conexión concedido por E-DISTRIBUCIÓN en la subestación

SE S. Juan 15KV. Todos los cálculos se han realizado en base a la potencia requerida de la planta de almacenamiento “FÉLIX DE AZARA”, que es la responsable de enviar los 9,6 MW al punto de conexión.

Al tratarse de un proyecto ejecutivo, la planta fotovoltaica y la planta de almacenamiento quedará perfectamente definidas y, en particular, los componentes y equipos utilizados (marcas, modelos y precios), que se describen en puntos posteriores. En el caso de que, durante la ejecución de la instalación, ante posibles circunstancias y motivos técnico-económicos, se decida proponer cualquier modificación en dichos elementos, se deberán replantear aquellos aspectos y ámbitos que puedan ser de afectación, del mismo modo los cálculos justificativos deberán ser viables y la dirección de obra recogerá detalladamente los cambios realizados.

### 2.3. ALCANCE

El alcance de este proyecto comprende todas las obras e instalaciones necesarias para el correcto funcionamiento de la Planta sistema de almacenamiento de baterías con autoconsumo de Planta Fotovoltaica.

El presente proyecto de ejecución comprende desde la generación de energía de una planta de tecnología solar fotovoltaica en baja tensión y corriente continua, su almacenamiento en baterías y su descarga en una hora dando la entrega de energía en corriente alterna y media tensión por medio de los inversores y transformadores asociados, es decir:

- Paneles fotovoltaicos en CC.
- Inversores de CC/CA
- Baterías de BOL.
- Equipos, edificios y cableados que componen la instalación, tanto en baja como en media tensión.

La infraestructura de evacuación abarca desde un centro de seccionamiento que se construirá dentro del parque y, donde se realizará la medida de esta, hasta una línea enterrada de Media tensión que partirá del CS citado y que transportará la potencia hasta el punto de conexión concedido por E-DISTRIBUCIÓN en la Subestación SE S. Juan 15kV. Se construirá un centro de medida para la compañía eléctrica en las inmediaciones de la subestación en cuestión.

### 2.4. LOCALIZACIÓN

Las instalaciones objeto de esta Memoria se ubicará en el término municipal de Palma, concretamente en las parcelas 27 y 41 del Polígono 48. Las coordenadas del centro de cada terreno seleccionado donde se ubica el proyecto son las siguientes:

Parcela	Latitud	Longitud	Área vallada	Ref. catastral
1	39.550824°	2.710398°	2,38 ha	07040A048000410000RL
2	39.550580°	2.711612°	1,19 ha	07040A048000270000RH



A continuación, se muestra la superficie total dentro del vallado de la planta de autoconsumo.



A continuación, se indican las coordenadas de la poligonal de los terrenos seleccionado:

Pto	Coordenada X	Coordenada Y	UTM
1	475057.00 m E	4377930.00 m N	31S
2	475062.00 m E	4377958.00 m N	31S
3	475058.00 m E	4377959.00 m N	31S
4	475060.00 m E	4377969.00 m N	31S
5	475009.00 m E	4377991.00 m N	31S
6	475037.00 m E	4378041.00 m N	31S
7	475169.00 m E	4377980.00 m N	31S
8	475275.00 m E	4378044.00 m N	31S
9	475305.00 m E	4378103.00 m N	31S
10	475307.00 m E	4378106.00 m N	31S
11	475336.00 m E	4378082.00 m N	31S
12	475205.00 m E	4377829.00 m N	31S
13	475074.00 m E	4377882.00 m N	31S
14	475079.00 m E	4377892.00 m N	31S

En el apartado Planos, se indica la ubicación y el emplazamiento del sistema de autoconsumo, así como una representación con mayor detalle y contenido. A continuación, se muestra el emplazamiento poligonal del Sistema de autoconsumo “FÉLIX DE AZARA”.



*Imagen 1 – Poligonal Planta Fotovoltaica*

La elección de la parcela sobre la que se ubicará el sistema de almacenamiento por baterías y la nueva planta fotovoltaica, se ha realizado teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Cercanía al Punto de Conexión y disponibilidad de alquiler de los terrenos.
- Cumplimiento de la normativa medioambiental y urbanística.
- Grado de desarrollo tecnológico e infraestructuras existentes (redes de distribución eléctrica, carreteras, disposición de mano de obra cualificada, etc.) facilitará los trabajos de transporte, adquisición, instalación y conexión, tanto del equipamiento específico de la Planta, como del relativo a servicios, disminuyendo los costes por estos conceptos.

Con todos estos factores, la instalación planteada permite asegurar unos altos rendimientos de producción energética en relación con la inversión realizada y con la vida útil prevista de la planta fotovoltaica. Estos criterios han sido confirmados mediante el software de simulación PVSyst, hace una estimación para la radiación y la temperatura óptimas para la explotación de la planta.

## 2.5. PROMOTOR

Los datos del Promotor del proyecto son los siguientes:

Nombre del Promotor:	BESS BETA 1, S.L.
NIF:	B72707367
Domicilio Notificaciones:	Avda de la Granvia de l'Hospitalet, 8 – 10, 4º 1ª 08902 l'Hospitalet de Llobregat, (Barcelona)

## 2.6. DATOS DEL PROYECTISTA

El presente Proyecto de Ejecución ha sido redactado por:

Proyectista:	IVAN GARRÉ SIERRA
Titulación:	Ingeniero Técnico Industrial. N.º Colegiado 25.691 CETIB
Empresa:	ALTERNATIVE GREEN ENGINEERING SXXI S.L:



NIF B67582338

Dirección

Av. de la Granvia 8-10, 4º 1ª  
08902 l'Hospitalet de Llobregat, Barcelona,

## 2.7. DESCRIPCIÓN GENERAL

El presente proyecto de ejecución se redacta una vez concedido el punto de conexión por E-distribución con el consecuente envío de las condiciones técnico-económicas, con el fin de realizar la incorporación de un sistema de generación eléctrica renovable basado en el aprovechamiento de la energía procedente del sol y un sistema de almacenamiento en baterías, que evacúe a la red eléctrica la energía producida, en el punto de conexión concedido por E-DISTRIBUCIÓN en la Subestación Eléctrica S. Juan 15kV.

A continuación, se enumeran los elementos principales de la instalación:

- Sistema de almacenamiento en baterías 9,6 MW y 17,88 MWh con conexión a red de 9,6 MW. Este sistema cuenta con ocho **contenedores de baterías de 2.236,0 kWh** cada uno, con un **inversor de 2.475 kW**, conectados cada uno de ellos a su vez a ocho **transformadores de 1.200 kW**, para un total de 9,6MW.
- Los contenedores de baterías será la estructura más alta en el parque de almacenamiento y **se elevarán a 2,89 metros** del nivel del suelo.
- Generador fotovoltaico compuesto por células de silicio monocristalino con tecnología bifacial, con un total de **4.060 módulos fotovoltaicos de 710 Wp** de potencia en condiciones STC (Standard Test Conditions), colocados en estructura fija con una inclinación de 33º agrupados **en 290 strings de 14 módulos conectados en serie para cada string**, para **2.882,6 kWp** de potencia pico DC, mediante **7 inversores de 350 kVA de potencia nominal**, para una potencia nominal de **2.450 kVA**, esta potencia será la encargada de cargar el sistema de baterías, no evacuando nunca a la red.
- La estructura del parque fotovoltaico se diseñará para que quede a baja altura, levantando únicamente alrededor de 2,2 m los paneles del suelo, estando el punto más bajo a 80 cm del suelo y el más alto por debajo de los 4 m, cumpliendo con el PDSEIB. Se trata de **137 estructuras inclinadas a 33 grados en una disposición de 1,2,3 y 4 strings** (71 estructuras de 14 módulos, 17 estructuras de 28, 11 estructuras de 42 y 38 estructuras de 56) en una disposición **2 horizontal (2h)**, realizada mediante perfil de acero galvanizado.
- Los inversores se unirán a 4 CTs de 0.4/15 kV de 0,70 y 035 MW conectados entre sí mediante 2 líneas de media tensión, una unirá 3 CTs entre sí y el CS y la otra ira desde un CT hacia el CS. Cada CT conectará el inversor con la entrada del transformador correspondiente, el cual se encargará de elevar la tensión desde 400 VAC hasta los 15 kV para la red de M.T. A la salida del transformador, habrá una celda de protección y una de salida.
- El CS de la planta conducirá la energía producida por los CTs de parque fotovoltaico de autoconsumo a los transformadores del sistema de baterías, donde se reducirá la tensión de 15/0.4 kV y se conducirá a la entrada de los inversores y estos se conectarán a las baterías. Una vez cargadas las baterías se realizará el camino opuesto llevando una línea de 15 kV y 9,6 MW al CS, de este CS saldrá la línea de evacuación hasta el punto de conexión concedido por E-DISTRIBUCIÓN SE S. Juan 15kV.
- La energía generada, medida por su correspondiente contador, se venderá a la empresa distribuidora tal y como marca el Real Decreto 661/2007.
- Los *strings* de los módulos fotovoltaicos irán agrupados en cajas de *string* y de estas irán a los inversores centrales. Las cajas de *string* serán de 12, 14, 15, 16, 26, 27 y 28 entradas.

- Se incluyen todos los dispositivos de mando y protección y cableado en C.C. necesaria para su correcto funcionamiento. El cableado de los módulos también irá ubicado en estas estructuras.
- Viales de acceso, caminos interiores, cerramiento perimetral, etc.
- Instalaciones auxiliares de la Planta BESS con autoconsumo de PSF (sistema de monitorización y control, red de comunicaciones, estación meteorológica, alumbrado exterior de seguridad, video vigilancia o Circuito Cerrado de TV (CCTV), etc.).
- Desde el CS se evacuará la potencia de las campo mediante una línea subterránea de M.T. de 15 kV y 1.132 m de longitud hasta el punto de conexión concedido por E-DISTRIBUCIÓN SE S. Juan 15kV, en el punto (X, Y, huso): (474398.92, 4377645.52, 31).
- Las protecciones del sistema irán conforme al Real Decreto 1578/2008 y a las normas particulares de E-DISTRIBUCIÓN. El cableado y los elementos de protección serán conformes al Reglamento Electrotécnico de B.T. (e Instrucciones Complementarias).
- **Teniendo en cuenta la producción energética de 4.695,9 MWh/año, se estaría evitando la emisión a la atmósfera de más de 1.965,21 toneladas de CO<sub>2</sub><sup>4</sup> el primer año, y un ahorro total, en 30 años, de 58.956,46<sup>5</sup> toneladas, con un ahorro medio de 1.965.21 toneladas CO<sub>2</sub> anuales.**
- Asimismo, considerando un consumo medio por vivienda de 3.487 kWh/año, la energía producida será **capaz de satisfacer las necesidades actuales de 1.346 viviendas y la electrificación completa de 561**, con un consumo de 8.336kWh/año, según los datos publicados por el IDAE<sup>6</sup>. El tiempo de compensación de las emisiones por la producción, transporte y construcción del Proyecto BESS con autoconsumo de PFV se sitúa entre 12 y 19 meses.
- El proyecto se proyecta, según el PDSEIB, en su totalidad alta aptitud fotovoltaica. Al ocupar la PFV una superficie inferior a cuatro hectáreas y según lo dispuesto en el decreto legislativo 1/2020, del 28 de agosto, mediante el cual se aprueba el Texto refundido de la Ley de evaluación ambiental de las Islas Baleares, la PFV, si fuera tramitada de modo independiente, estaría exenta de evaluación ambiental.
- Según el PTM y la información proporcionada por el visor del IDEIB (Infraestructura de datos espaciales de las Islas Baleares), el proyecto se desarrollará en su totalidad en suelo rústico general común. La matriz de ordenación del suelo rústico y definición del PTM permite este tipo de instalaciones, según lo establecido en su norma 19.2.c.
- Las estructuras se fijarán mediante el método de hincado, en cumplimiento del condicionante SOL-B09 del anexo F del PDSEIB, a 1,3 m de profundidad aproximadamente, para lo cual la empresa constructora realizará el correspondiente estudio (*pullout test*). En cualquier caso, no se usará hormigón en los sistemas de anclado.
- La zona de implantación del Proyecto BESS con autoconsumo de PFV no está afectada por ninguna Área de Prevención de Riesgos (APR), considerada por el PTM.
- Aunque la línea de evacuación soterrada transcurre a menos 200m de núcleos de población,

---

<sup>4</sup> Para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción de energía eléctrica consumida en 2022, el factor de emisión a aplicar al consumo eléctrico es 0,4184 kg CO<sub>2</sub>eq/kWh, según datos de la Dirección General de Economía Circular, Transición Energética y Cambio Climático.

<sup>5</sup> Ahorro estimado en 30 años basado sobre el cálculo de producción ofrecido por PVSyst aplicando una degradación de los módulos solares del 0,4%, según la ficha técnica del fabricante.

<sup>6</sup> Consumo medio por hogar. Medias referidas al parque total de viviendas. Fuente: IDAE (Consumos del Sector Residencial en España, Resumen de Información Básica”).

siguiendo la Guía del MITECO Como se demuestra en el anexo XIV, el Proyecto se sitúa por debajo del umbral de 0,4  $\mu$ T.

- Las parcelas no están clasificadas como suelo protegido ni se ven afectadas por ninguna figura de protección de la Red Natura 2000. Tampoco se han identificado especies ni hábitats protegidos en las cartografías disponibles públicamente.
- En el análisis del posible impacto visual del proyecto, hay que tener en cuenta que se trata de una zona llana, de escasa pendiente, en la que la implantación de medidas correctoras es muy efectiva y conlleva una importante reducción del impacto visual generado.
- El aspecto visual de los materiales y acabados de las fachadas será de la gama de la piedra, del marés o de los ocres tierra, según lo establecido en la norma 22 del PTM.
- La longitud total del vallado es 1.017,00 m. Siempre cumpliendo con lo dispuesto en el apartado 3 de la norma 22 del PTM, todo el recinto de la instalación estará protegido por un cerramiento cinegético realizado con malla simple torsión de alambre galvanizado con altura 2 m, manteniendo una distancia mínima al suelo de 20 cm. En cumplimiento del condicionante SOL-D05 del PDSEIB, en ningún caso llevará alambre espinoso para evitar daños a las aves o rapaces nocturnas y no interrumpirá los cursos naturales de agua ni favorecerá la erosión ni el arrastre de tierras.
- Cumpliendo con el condicionante SOL-D05, la barrera vegetal estará compuesta por especies autóctonas de bajos requerimientos hídricos, adaptadas al clima y las condiciones del terreno, combinando formaciones arbóreas y arbustivas, estando dispuesta en las zonas más expuestas visualmente desde los caminos. La selección será la que determine el EIA. Para garantizar una buena cobertura, la barrera vegetal será de su anchura de 3 metros y, en el momento de su implantación, de 2 metros de altura. La altura de la barrera vegetal viene determinada por las normas urbanísticas de Palma, que establecen un máximo de 2m para los cercados de fincas rústicas. En todo caso, los ejemplares que mueran o dejen de realizar su función serán igualmente reemplazados. El promotor ha presentado al órgano sustantivo un compromiso para el mantenimiento de la barrera vegetal propuesta y la sustitución de los ejemplares débiles que dejen de servir a su función de apantallamiento.
- El Proyecto se tramita mediante la Declaración de Proyecto de Interés Autonómico Energético atendiendo a lo expuesto en la Ley 10/2019, de 22 de febrero, de cambio climático y transición energética, Ley 13/2012, de 20 de noviembre, de medidas urgentes para la activación económica en materia de industria y energía, nuevas tecnologías, residuos, aguas, otras actividades y medidas tributarias, y Decreto Ley 3/2024, de 24 de mayo, de medidas urgentes de simplificación y racionalización administrativas de las administraciones públicas de las Illes Balears
- Se mantendrá la distancia mínima de dos metros y treinta centímetros (3,5 m) del eje del camino indicado en las normas urbanísticas del ayuntamiento de Palma para el vallado de fincas y para la instalación de la barrera vegetal, así como los tres metros de anchura de ésta
- La vida útil del Proyecto se estima de 30 años, al menos. El promotor tiene un acuerdo firmado con la propiedad del terreno para arrendar los terrenos.
- Se da cumplimiento a los múltiples condicionantes del PDSEIB; entre otros, no se utilizará zahorra, ya sea natural o artificial (SOL-B02), ni alambre de espio y se usarán plantas autóctonas de bajo requerimiento hídrico para la barrera vegetal (SOL-D05).
- El proyecto está exento del proceso de participación social estipulado en el artículo 49 de la Ley 10/2019, de 22 de febrero, de Cambio Climático y Transición Energética al ser de una potencia inferior a 5 MW.
- Los viales perimetrales tendrán una anchura de 4 m, que es la mínima necesaria para el paso de los vehículos de mantenimiento, siendo las cunetas de drenaje 0,5m.



- Se adjunta un plan de gestión de residuos y un estudio de gestión de residuos.
- El presupuesto total estimado del proyecto de ejecución de materiales asciende a cuatro millones treinta y siete mil noventa y tres euros con seis céntimos (4.037.093,06 €).

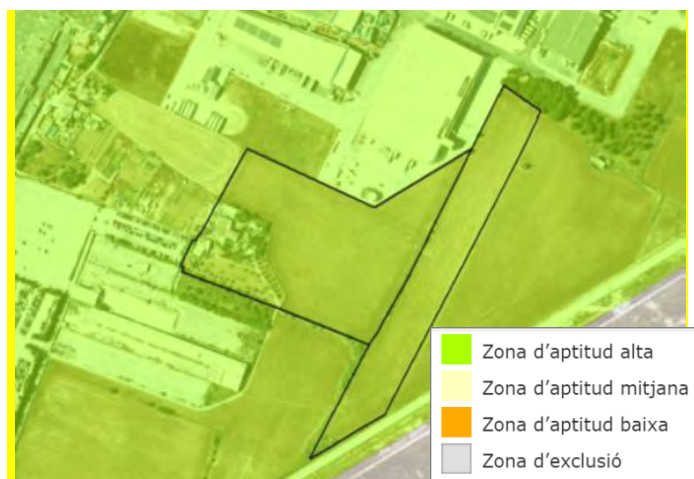
En la siguiente tabla resumen pueden observarse los datos de diseño del Proyecto BESS con autoconsumo de PFV:

Nombre la Planta	Félix de Azara
<b>PFV</b>	
Potencia Pico (kW)	2.882,6
Potencia nominal (kVA)	2.450,0
Vallado (ha)	3,53
Tipo de instalación	Fija Orientación 33°
N.º módulos	4060 – 14 x estructura
Número de <i>strings</i>	290
Módulo Fotovoltaico	TRINA SOLAR, TSM-710NEG21C.20
Tipo de tecnología	Silicio Monocristalino con tecnología bifacial.
Número de módulos	4.060
Modelo del Inversor	SMA, Sunny Central 350
Número de Inversores	7
Localización acceso a la PSF UTM 31 S	475068.22 m E 4377881.07 m N
Municipio	Palma
Provincia	Baleares
Tiempo estimado de construcción	4 meses
Producción estimada (MWh/año)	4.695
<b>ALMACENAMIENTO</b>	
Potencia nominal (MW)	9,6
Potencia baterías (MWh)	13,76h
Potencia en punto de conexión (MW)	9,6
Baterías	8 x 2.236 kWh
Inversor	SUNGROW SC 1.200 UD
Modelo de baterías	SUNGROW ST 2.236 UX

*Tabla 1 - Resumen planta solar fotovoltaica*

## 2.8. APTITUD FOTOVOLTAICA Y AGRÍCOLA

Según el PDSEIB, las zonas de aptitud fotovoltaica pueden ser de 4 tipos: 1) alta; 2) media; 3) baja; 4) zonas de exclusión. En este caso, tal y como se puede observar en la siguiente imagen, el proyecto se ubica en una zona catalogada, en su **totalidad, de aptitud fotovoltaica alta**.



Además, la parcela está clasificada en su totalidad como suelo rústico general, según el PTM actualizada de 2023, como indica el visor urbanístico del Consell:



A efectos administrativos, las instalaciones de producción de energía eléctrica fotovoltaica sobre el terreno se clasifican, según el PDSEIB, en:

- Instalaciones de tipo A: aquellas con una ocupación territorial inferior a 0,3 ha y potencia no superior a 100 kW. En el caso de Ibiza y Formentera forman parte de esta categoría las instalaciones con una ocupación territorial inferior a 0,15 ha y potencia no superior a 100 kW.
- Instalaciones de tipo B: aquellas con una ocupación territorial inferior a 1 ha y potencia no superior a 500 kW, y que no son del tipo A.
- **Instalaciones de tipo C: aquellas con una ocupación territorial inferior o igual a 10 ha, y aquellas que independientemente de su ocupación se ubiquen en espacios degradados, y que no son ni de tipo A ni de tipo B.**
- Instalaciones de tipo D: aquellas con una ocupación territorial superior a 10 ha.

De lo visto anteriormente, se recogen aquí abajo las principales conclusiones:

- El proyecto se desarrollará SRG, totalmente compatible con el proyecto que desarrollar.
- La zona de implantación del proyecto no está afectada por ninguna APR ni está clasificada como suelo protegido ni se ve afectada por ninguna figura de protección de la Red Natura 2000, lo cual es totalmente favorable para obtener el visto bueno por la administración ambiental y energética.
- No se han identificado ni especies ni hábitats protegidos.
- El proyecto se desarrollará en zona de aptitud fotovoltaica alta en casi tres cuartas partes – área

prioritaria por la administración ambiental para acoger este tipo de instalaciones – y media, en el resto,

- No han sido identificadas contingencias susceptibles de impedir la autorización y posterior ejecución del proyecto, a la vista de la información pública a la que se ha tenido acceso.

Atendiendo a todo lo expuesto anteriormente, se llega a la conclusión que la parcela donde se pretende implantar el parque solar es apta para acoger la instalación.

## 2.9. MURO MEDIANERO

El PDSEIB establece en el anexo F el condicionante SOLJ01, para la preservación de elementos catalogados en los inventarios de patrimonio y que puedan tener un interés cultural, como los muros de piedra en seco o las construcciones agrícolas, para garantizar la compatibilidad del proyecto con la preservación de estos elementos.

A su vez, la norma 48 1. b del PTM establece que **los muros que no resulten catalogados y que se usen para separar fincas no se podrán demoler, excepto en los casos de deterioro o agrupación de fincas que impliquen la pérdida de esta función**. En estos casos y todos los otros en que se proceda a la segregación, división o fragmentación de fincas cercadas de esta manera, la separación de las fincas resultantes de la división se deberá hacer necesariamente con muro de “*pedra en sec*” del mismo tipo del que había en el momento de las actuaciones mencionadas.

Las parcelas 27 y 41 conforman *de facto* una única finca, siendo del mismo propietario y conformando una única unidad de trabajo, **habiendo perdido su función el actual muro existente**. Por tanto, el proceso de construcción del Proyecto deberá levantarse un nuevo muro medianero muro de “*pedra en sec*” del mismo tipo en la separación efectiva de las fincas, colindante al este con la parcela 28 del polígono 48 de Palma, que refleje la situación real.

En cualquier caso, en los procesos de evaluación ambiental, el órgano ambiental podrá establecer las determinaciones y restricciones necesarias para minimizar la posible afectación en paredes secas. En caso de que así se establezca algún tipo de protección, el Proyecto

## 2.10. RETORNO ENERGÉTICO

La huella de carbono de la fabricación de un contenedor de almacenamiento energético que utilice baterías de litio fosfato de hierro (LFP) de 2,236 MWh depende de varios factores, entre los que se incluyen los materiales utilizados, la fuente de energía durante la producción, y el proceso de fabricación específico. A continuación se presenta un cálculo aproximado basado en la huella de carbono de las baterías de LFP.

Para las baterías de LFP, la huella de carbono de fabricación suele estar en el rango de 100 a 150 kg de CO<sub>2</sub> por kWh de capacidad. Este valor puede variar según la eficiencia del proceso de fabricación, la fuente de energía utilizada, la minería y el transporte de los materiales, entre otros factores.

- Capacidad total del contenedor: 2.236 kWh
- Huella de carbono por kWh (promedio): 125 kg CO<sub>2</sub>/kWh (usando un valor intermedio para la estimación).
- N. contenedores: 8

Así, la huella de carbono =  $2.236 \text{ kWh} \times 125 \text{ kg CO}_2/\text{kWh} = 279.500 \text{ kg CO}_2 = 279,5 \text{ toneladas de CO}_2$ .  
Para 8 contenedores, el total sería de 2.236 tn CO<sub>2</sub>

Factores que influyen en este cálculo:

- **Proceso de fabricación:** La huella de carbono puede variar dependiendo de la eficiencia del proceso de fabricación, el tipo de energía utilizado para producir las baterías (renovables frente a fuentes fósiles) y las mejoras tecnológicas en la cadena de producción.
- **Minería de materiales:** La extracción de litio, fosfato, y otros minerales, junto con su procesamiento, tiene un impacto ambiental considerable, especialmente si provienen de zonas con métodos de extracción menos sostenibles.
- **Transporte de materiales y baterías:** El transporte de materiales como litio y fosfato desde las minas hasta las fábricas, así como el transporte final de las baterías hacia el sitio de instalación, también contribuye a la huella de carbono.
- **Ciclo de vida de las baterías:** La huella de carbono total depende no solo de la fabricación, sino también del uso a lo largo del ciclo de vida de las baterías. Hay que tener en cuenta, en cualquier caso, que su uso, según las cargas y descargas que se lleven a cabo, y la rapidez de estas, afectarán a su ciclo de vida.

En resumen, la huella de carbono de la fabricación de un sistema de almacenamiento energético en baterías de 2,336 MWh podría estar en el rango de 2.336 toneladas de CO<sub>2</sub> si consideramos una huella de carbono de 125 kg CO<sub>2</sub>/kWh. Este valor puede variar dependiendo de la eficiencia del proceso y los materiales utilizados.

A continuación, se presenta el cálculo de retorno energético de la PFV. **El tiempo de compensación de las emisiones por su producción, transporte y construcción de la PFV se sitúa entre 12 y 19 meses**, según diferentes supuestos.

Potencia unitaria (W):	710
N.º módulos:	4.060
Potencia total:	2.882,6
Producción específica (Kwh/Kwp):	1.625,0
Degradación anual del sistema:	0,55%
Emisiones kg CO <sub>2</sub> eq/kWh (2022):	0,4184
Producción (MWh):	4.025,9
Emisiones kg CO <sub>2</sub> eq/kWh (2022):	0,4184
Mejoría (2020-2022) (%):	15,13%
Mejora anual para emisión 0 en 2050 (kg CO <sub>2</sub> eq/kWh):	0,016736

Año	Año	Producción (MWh)	Ahorro CO <sub>2</sub> (tn)
2025	1	4.684,23	1.959,88
2026	2	4.658,46	1.949,10
2027	3	4.632,70	1.938,32
2028	4	4.606,94	1.927,54
2029	5	4.581,17	1.916,76
2030	6	4.555,41	1.905,98
2031	7	4.529,65	1.895,20
2032	8	4.503,88	1.884,42
2033	9	4.478,12	1.873,65
2034	10	4.452,36	1.862,87
2035	11	4.426,59	1.852,09
2036	12	4.400,83	1.841,31
2037	13	4.375,07	1.830,53
2038	14	4.349,30	1.819,75

2039	15	4.323,54	1.808,97
2040	16	4.297,78	1.798,19
2041	17	4.272,01	1.787,41
2042	18	4.246,25	1.776,63
2043	19	4.220,49	1.765,85
2044	20	4.194,72	1.755,07
2045	21	4.168,96	1.744,29
2046	22	4.143,20	1.733,51
2047	23	4.117,43	1.722,73
2048	24	4.091,67	1.711,95
2049	25	4.065,91	1.701,18
2050	26	4.040,14	1.690,40
2051	27	4.014,38	1.679,62
2052	28	3.988,62	1.668,84
2053	29	3.962,85	1.658,06
2054	30	3.937,09	1.647,28
<b>Total</b>		<b>129.319,74</b>	<b>54.107,38</b>

**Disminución lineal factor emisión hasta 2050**

<b>Año</b>	<b>Año</b>	<b>Factor emisión</b>	<b>Ahorro CO<sub>2</sub> (tn)</b>
2025	1	0,418	1.959,88
2026	2	0,402	1.871,14
2027	3	0,385	1.783,26
2028	4	0,368	1.696,24
2029	5	0,351	1.610,08
2030	6	0,335	1.524,79
2031	7	0,318	1.440,35
2032	8	0,301	1.356,79
2033	9	0,285	1.274,08
2034	10	0,268	1.192,23
2035	11	0,251	1.111,25
2036	12	0,234	1.031,13
2037	13	0,218	951,87
2038	14	0,201	873,48
2039	15	0,184	795,95
2040	16	0,167	719,28
2041	17	0,151	643,47
2042	18	0,134	568,52
2043	19	0,117	494,44
2044	20	0,100	421,22
2045	21	0,084	348,86
2046	22	0,067	277,36
2047	23	0,050	206,73
2048	24	0,033	136,96
2049	25	0,017	68,05
2050	26	0,000	0,00
2051	27	0,000	-
2052	28	0,000	-
2053	29	0,000	-
2054	30	0,000	-
			<b>24.357,39</b>

El autoconsumo de la PFV supone las siguientes horas de carga de las baterías, sin necesidad de respaldo de la red:

Mes	Producción (kWh)	días/mes	Producción diaria media (kWh)	Horas de descarga
Enero	262.312	31	8.461,68	0,88
Febrero	293.470	29	10.119,66	1,05
Marzo	424.321	31	13.687,77	1,43
Abril	451.964	30	15.065,47	1,57
Mayo	496.891	31	16.028,74	1,67
Junio	507.031	30	16.901,03	1,76
Julio	518.033	31	16.710,74	1,74
Agosto	498.757	31	16.088,94	1,68
Septiembre	412.791	30	13.759,70	1,43
Octubre	344.487	31	11.112,48	1,16
Noviembre	247.837	30	8.261,23	0,86
Diciembre	237.996	31	7.677,29	0,80

## 2.11. BARRERA VEGETAL

Como indicado en la EIA, con el fin de minimizar el impacto visual que pudiera generar el Proyecto BESS con autoconsumo de PFV, **y cumpliendo con el condicionante SOL-DO5 del anexo F del PDSEIB**, se ha diseñado una barrera vegetal compuesta por especies autóctonas de bajos requerimientos hídricos, adaptadas al clima y las condiciones del terreno. Con una extensión de, **aproximadamente, 880,00 metros** incluye especies como el acebuche (*Olea oleaster*) y la mata (*Pistacia lentiscus*). La elección de estas especies no solo responde a criterios estéticos y de sostenibilidad, sino que también busca favorecer la recuperación ecológica del entorno, promoviendo la biodiversidad y la creación de un paisaje que se integre de manera armoniosa con el entorno natural. **Se estima por ejemplo la selección de alrededor de 300 acebuches y 700 lentiscos.** La elección de estas especies no solo responde a criterios estéticos y de sostenibilidad, sino que también busca favorecer la recuperación ecológica del entorno, promoviendo la biodiversidad y la creación de un paisaje que se integre de manera armoniosa con el entorno natural.

La barrera vegetal se dispondrá en dos filas que se combinarán de manera estratégica, con el objetivo de cerrar eficazmente los pasos visuales y ofrecer una pantalla natural que oculte las instalaciones desde los distintos ángulos de visión. Se mantendrá una distancia mínima de tres metros y medio (3,5m) desde el eje del camino y la instalación o vallado perimetral con el objetivo cumplir con las normas urbanísticas vigentes de Palma<sup>7</sup>. En este espacio se instalará la vegetación que funcionará de apantallamiento, según lo establecido en el condicionante SOL-DO5 del anexo F del PDSEIB.

**Para garantizar una buena cobertura inicial, la barrera vegetal será de 2 metros de altura en el momento de su implantación y su anchura será de 3 metros**, lo que permitirá un crecimiento saludable y equilibrado de las especies seleccionadas. Se plantea una **altura inicial de 2 metros, para que llegue rápidamente a los 3m en el plazo máximo de 3 años**. Al no disponer la PFV de torres, líneas aéreas o elementos de apoyo, la barrera vegetal de tres metros (3m) de altura, mayor a los

<sup>7</sup> Según determina el Plan General de Ordenación Urbana vigente en el momento de redacción de este proyecto. Artículo 305 del PGOU de 1998.



paneles solares (2,2m), impedirá la visión de la instalación para cualquier viandante y observador exterior en las inmediaciones de la PFV. Un invernadero o nave agrícola sería más alta. En todo caso, **los ejemplares que mueran o dejen de realizar su función serán igualmente reemplazados**. El promotor ha presentado al órgano sustantivo un compromiso para el mantenimiento de la barrera vegetal propuesta y la sustitución de los ejemplares débiles que dejen de servir a su función de apantallamiento. Se indicada en verde claro la barrera vegetal en la imagen siguiente.



La disposición de las especies en la barrera vegetal se realizará considerando el espacio necesario para el correcto desarrollo de cada ejemplar, respetando las características propias de cada especie. En función de la altura y la estructura de crecimiento que se pretenda alcanzar, la distancia entre los pies de cada planta variará entre 1 y 3 metros. Este planteamiento responde a la necesidad de garantizar que las especies seleccionadas puedan desarrollarse adecuadamente sin entrar en competencia por los recursos disponibles, asegurando así la robustez y longevidad de la barrera vegetal. En cualquier caso, es importante señalar que la propia barrera vegetal actuará como sumidero de carbono, compensando así las emisiones indirectas que puedan derivarse del eventual transporte de agua, para su mantenimiento. Cabe remarcar que la creación de **la barrera vegetal actuará como un sumidero de carbono, capturando grandes volúmenes de CO<sub>2</sub>, totalizando aproximadamente la absorción de 60 t CO<sub>2</sub>e**, de acuerdo con la calculadora de absorciones de dióxido de carbono de las especies forestales arbóreas españolas publicada por el MITECO.

Como parte del proceso de diseño y planificación, se ha realizado en el EIA un fotomontaje que muestra cómo se integrará la barrera vegetal en el entorno

#### *Recurso hídrico*

Como indica el EIA, en relación con las **necesidades hídricas de la barrera vegetal proyectada, se ha estimado un consumo medio semanal, para todo el año, de aproximadamente 20 litros por individuo**, principalmente en los años de crecimiento, lo que supondría unos 4,8 m<sup>3</sup> anuales. Lógicamente variando el consumo a lo largo del año y según la especie, este cálculo se ha realizado considerando las características del balance hídrico de la zona, donde las condiciones de sequía prevalecen la mitad del año. La selección de especies de bajos requerimientos hídricos, como el acebuche, la mata y el algarrobo garantiza que esta cantidad de agua sea suficiente para mantener un desarrollo saludable de la vegetación durante los meses más secos, optimizando el uso de los recursos hídricos disponibles.

**Para la limpieza de los módulos solares, se ha estimado un consumo anual de 3,8 m<sup>3</sup>**, aproximadamente, sobre la base de un uso de 0,15 litros de agua por m<sup>2</sup>, una superficie unitaria de 3,10 m<sup>2</sup> por módulo, un total de 4.060 módulos, lo que resulta en 1,89 m<sup>3</sup> por limpieza, asumiendo una limpieza de dos veces al año, pudiendo variar entre 1 (1,89 m<sup>3</sup>) y 3 veces (5,67 m<sup>3</sup>), en función de las

lluvias y el barro. Esto supondría un 0.0012% del volumen de una piscina olímpica. Este consumo ha sido calculado para asegurar una limpieza eficiente de los paneles, garantizando su óptimo rendimiento energético sin generar un impacto hídrico significativo en el entorno.

Las necesidades hídricas para el mantenimiento de la barrera vegetal y la operativa de la planta serán cubiertas ya sea mediante:

En relación con el origen del recurso hídrico destinado a la limpieza de los módulos y al riego de la barrera vegetal proyectada, cabe remarcar que se priorizará el uso de aguas regeneradas. El riego se realizará a las horas de menor insolación, mediante:

- (i) agua acumulada en depósitos de riego en superficie que – cumpliendo con la normativa agrícola y paisajística correspondiente, y previa autorización correspondiente – puedan instalarse en la finca de implantación del Proyecto; y,
- (ii) un sistema de cisternas flexibles (como puede verse aquí abajo) que puedan acumular el agua transportada por camiones cisterna, por una empresa autorizada. El agua será almacenada en las cisternas que sean necesarias y deberá ser de origen regenerada, llevando un control de las facturas oficiales de los volúmenes suministrados y de los trayectos realizados. Se priorizará el transporte de materiales y agua mediante vehículos eléctricos o de bajas emisiones (híbridos).



Eventualmente, el coste indirecto de emisiones derivado del posible transporte de agua para el riego de la barrera vegetal debería decaer muy notablemente, una vez enraizadas y adultas las plantas y árboles que la componen, al ser especies endémicas de bajo requerimiento hídrico. El apoyo al riego debería acabar siendo puntual, únicamente en casos de escasez de precipitaciones. Finalmente, dichas emisiones indirectas derivadas del transporte deberían ir tendiendo a cero a medida que los vehículos pasen a ser eléctricos, cumpliendo así los objetivos y obligaciones de la Ley 10/2019, de 22 de febrero, de Cambio Climático y Transición Energética.

## **2.12. ACCESOS, VIALES Y CAMINOS**

En la Planta de autoconsumo debemos diferenciar dos tipos de accesos:

- Acceso principal: Camino desde la infraestructura viaria más próxima hasta el acceso a la planta de autoconsumo. Los transportes especiales, encargados del transporte de los componentes de la PFV y el sistema de almacenamiento, así como los vehículos de obra, accederán por un acceso desde el Camí de Son Fangos.
- Caminos interiores: Caminos de interconexión entre los diferentes elementos de la Planta.

En el interior de la planta, se construirán viales perimetrales que servirán para comunicar la zona de almacenamiento y la solar y sus respectivos elementos. Este vial tendrá una anchura de 4 m para permitir el mantenimiento de la planta. Para facilitar su drenaje se añadirán cunetas de 0.5 m de anchura y 0,5 m de profundidad.



Los caminos se realizarán añadiendo al terreno una capa de 20 cm de tierra compactada para mejorar la capacidad portante del pavimento. No se utilizarán zahorras, áridos o gravillas. Las zanjas para el alojamiento de cables eléctricos de BT y M.T. discurrirán por las orillas de los caminos, sin la necesidad de un trazado aparte. Las zanjas para el alojamiento de cables eléctricos de BT y MT discurrirán por las orillas de los caminos, sin la necesidad de un trazado aparte.



En cumplimiento de la medida SOL-A06 del anexo F del PDSEIB, se ha intentado, en la medida de lo posible, utilizar los caminos y límites parcelarios existentes. Se ha priorizado el máximo aprovechamiento de los límites parcelarios, minimizando la afectación a la vegetación existente, presentando una configuración lo más naturalizada posible y minimizando los elementos artificiales de drenaje.

#### Viales

Teniendo en cuenta que el punto de conexión a la red se encuentra pegado al límite parcelario de la parcela de implantación, no serán necesarias servidumbres ni paso por caminos públicos. Los viales **irán pegados al límite parcelario y serán de tierra compactada - sin ningún tipo de zahorra, árido o gravilla – cumpliendo con las prescripciones del condicionante SOL-D04 del anexo F del PDSEIB**, diseñándose de forma que se minimice el impacto sobre el entorno próximo.

#### Campos electromagnéticos

Uno de los puntos más controvertidos de los parques es la radiación electromagnética. El Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO) publicó en 2022 la “Guía para la elaboración de estudios de impacto ambiental de proyectos de plantas solares fotovoltaicas y sus infraestructuras de evacuación”. Siendo su finalidad “exclusivamente orientativa”, como establece en su primera página, la Guía recomienda una serie de prácticas. El proyecto del Proyecto BESS con Autoconsumo aplica la medida preventiva por excelencia al incluir el soterramiento de la línea de evacuación en su totalidad – que incluye una contención de hormigón a los campos electromagnéticos potenciales y evita cualquier torre y apoyo. Aunque la línea de evacuación transcurre por el núcleo urbano, **se demuestra en el anexo XIV, el Proyecto se sitúa por debajo del umbral de 0,4  $\mu$ T.**

#### Otros

- **En el plazo máximo de seis (6) meses desde la obtención de una declaración de impacto ambiental favorable**, se desarrollará y presentará ante los órganos sustantivos, un **PVA que, además de que aquello que determine el órgano sustantivo ambiental, incluirá y presupuestará:**
  - Los controles e indicadores de cumplimiento y medidas de corrección en caso de

- incumplimiento;
- Las medidas compensatorias previstas;
  - Los informes de seguimiento de las medidas preventivas y correctoras presentadas en el EIA y en la DIA. Además, se incluirán:
    - a. los registros de las medidas periódicas de los campos electromagnéticos;
    - b. los registros del mantenimiento preventivo y/o correctivo de los equipos eléctricos que contengan aceites o gases dieléctricos y del gas hexafluoruro de azufre.
    - c. los registros de las incidencias ambientales detectadas, entre ellas las faunísticas.
    - d. los registros de la gestión de los residuos generados, con indicación estimada de volumen y tipos de residuos.
    - e. los documentos de entrega de los residuos peligrosos en los gestores autorizados.
    - f. los informes de seguimiento de las medidas de integración agraria.
    - g. registros del consumo anual de agua utilizado y el origen del agua utilizada.
    - h. registros del seguimiento de la barrera vegetal, indicando la reposición de marras, riegos de sequía, u otros tratamientos específicos.
    - i. seguimiento del estudio microbiológico del suelo y del estudio de las poblaciones de insectos.
    - j. seguimiento periódico y eliminación temprana en caso de detección de especies invasoras.
    - k. en el caso de la fase de desmantelamiento, un informe completo de todos los datos analíticos y la valoración global ambiental del desmantelamiento.
  - Se desarrollará un **estudio microbiológico del suelo y de las poblaciones de insectos** que se presentará a la DGE antes de la puesta en marcha del Proyecto de BESS con autoconsumo de PFV.
  - Durante la ejecución del proyecto y el PVA, se instalarán **abrevadores y cajas nido para las aves y quirópteros**.
  - En el EIA ya se **recogen medidas a reducir el consumo de agua en la limpieza de los módulos**. Así, se propone “Realizar e implantar un procedimiento de limpieza de las instalaciones destinado a utilizar tan solo el agua necesaria. Siempre que sea posible primero se debe realizar una limpieza en seco. Respetando los tiempos, los caudales de agua especificados en el procedimiento y las concentraciones de los productos de limpieza se ahorrará agua destinada a este fin y se generarán menos vertidos residuales, lo que derivará en un ahorro económico”.
  - **Cuando sea necesario, se solicitarán los permisos necesarios que establezca la normativa vigente para la utilización de aguas regeneradas**, ya sea para la limpieza de los módulos solares, la barrera vegetal o los cultivos compensatorios.
  - Durante la fase de ejecución y desmantelamiento del Proyecto de BESS con autoconsumo de PFV, **se regará para minimizar la producción de polvo, teniendo en cuenta buenas prácticas con el fin de minimizar la contaminación atmosférica**, que ya se incluyen en el PVA. Entre otros:
    - a) Se mantendrá el suelo húmedo mediante el riego, para regular para evitar la generación de polvo. Esto puede hacerse utilizando sistemas de riego por goteo, aspersores o camiones cisterna.
    - b) Se utilizará maquinaria y equipos con tecnología de baja emisión de polvo.
    - c) Se planificarán las actividades de construcción y movimiento de tierras para minimizar la

- exposición del suelo y reducir la generación de polvo durante los periodos de viento intenso o condiciones secas.
- d) Se limitará el acceso de vehículos y personal no esencial al área de trabajo para reducir la perturbación del suelo y la generación de polvo.
- **El control de plagas se realizará por medios mecánicos, biológicos o bien con productos aptos en agricultura ecológica.** Así se propone ya:
    - Instalación de dispositivos de disuasión para aves:
      - Colocación de espigas y redes en las áreas donde las aves tienden a posarse o anidar.
      - Utilización dispositivos que emiten sonidos o luces para ahuyentar a las aves.
    - Control de roedores:
      - Colocar trampas y cebos en puntos estratégicos alrededor de la instalación.
      - Usar conductos protectores y recubrimientos especiales para los cables eléctricos que los hacen resistentes a la mordedura de roedores.
    - Control de Insectos:
      - Realizar inspecciones regulares para detectar y eliminar nidos de insectos.
      - Sellar cualquier grieta o hueco en las estructuras donde los insectos puedan anidar.
    - Gestión de vegetación:
      - Mantener el área alrededor de los paneles solares libre de vegetación alta y maleza mediante cortes regulares.
      - Plantar especies de plantas que no crecen demasiado y no atraen plagas alrededor de la instalación.
  - El contrato con la persona propietaria del terreno ya incluye la **obligación, tras el desmantelamiento del Proyecto de BESS con autoconsumo de PFV, de revertir el terreno a un estado similar al original.** Sin embargo, no siendo este promotor propietario del terreno en el que se ubica el Proyecto de BESS con autoconsumo de PFV, la decisión sobre el desmantelamiento o no de la barrera vegetal – si no ordena su desmantelamiento el órgano sustantivo – dependerá de la voluntad del propietario.

## 2.13. VIDA ÚTIL

La vida útil del proyecto se estima en 30 años. No obstante, al término de este período, se evaluará por los encargados del mantenimiento de la instalación el estado de la planta y se decidirá el futuro de esta, pudiendo alargar su vida útil en torno a 5-10 años más.

Desde el punto de vista de la tecnología empleada, hay que tener en cuenta que el fabricante asegura que, la eficiencia de los módulos fotovoltaicos va disminuyendo en torno a un 0,4% cada año, asegurando una eficiencia mínima del 99% el primer año. Con este dato el fabricante estima que, pasados 25 años, la eficiencia de los módulos será del 90 %, lo que supone un 10 % de pérdidas.

## 2.14. NORMATIVA APLICABLE

Son de aplicación los siguientes Reglamentos y Normas:

### 2.14.1. Electricidad

- R.D. Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la

protección de los consumidores.

- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Real Decreto 187/2016, de 6 de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- 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 1074/2015, de 27 de noviembre, por el que se modifica distintas disposiciones en el sector eléctrico.
- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.
- R.D. 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- R.D. 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas complementarias ITC-RAT 01 a23.
- 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 frente a las emisiones radioeléctricas”.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- R.D. 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a09.
- Ley 21/1992, de 16 de julio, de Industria (BOE n.º 176, de 23/7/92).
- Orden de 5 de septiembre de 1985 para la que se establecen normas administrativas y técnicas para el funcionamiento y conexión a las redes eléctricas de centrales hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y centrales de autogeneración eléctrica (BOE n.º 219, de 12/09/1985).
- Decreto 5/1999, de 2 de febrero, por el que se establecen normas para las instalaciones eléctricas aéreas en alta tensión y líneas aéreas en baja tensión con fines de protección de la avifauna.
- R.D. 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- R.D. 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.
- R.D. 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos d autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Orden de 12 de abril de 1999 por la que se dictan las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento de Puntos de Medida de los Consumos y Tránsitos de Energía Eléctrica (BOE 95, 21-04-1999).
- Especificaciones Particulares de la Distribuidora Endesa, S.A.
- IEC 60364:2011: Instalaciones eléctricas de baja tensión.

- ITC RAT: Instrucción Técnica Complementaria del Reglamento de alta Tensión.
- Normas CEI.
- Recomendaciones UNESA.

#### **2.14.2. Edificación**

- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre, por el que se modifica el Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo. DB SE: Documento Básico de Seguridad Estructural.
- Real Decreto 1247/2008 de 18 de julio, por el que se aprueba la Instrucción de Hormigón Estructural EHE-08.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Orden Circular 326/00 sobre geotecnia vial en lo referente a materiales para la construcción de explanaciones y drenajes.
- Orden de 6 de febrero de 1976 del Ministerio de Obras Públicas, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y sus modificaciones posteriores.
- Eurocódigo 1: Acciones generales y Acciones del viento en estructuras. UNE-EN 1991-1-4:2007/A1:2010.
- Norma 5.2 IC, sobre Drenaje superficial y Normas 6.1 y 6.2 IC, sobre secciones de firmes, de la Dirección General de Carreteras.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Ley 37/2015, de 29 de septiembre, de carreteras.

#### **2.14.3. Seguridad y salud**

- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1997 sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 773/1997 de 30 de mayo de 1997, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- 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 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

#### **2.14.4. Medio ambiente e impacto ambiental**

- Real Decreto 1432/2008, de 29 de agosto, por el que se establecen medidas para la protección de la avifauna contra la colisión y la electrocución en líneas eléctricas de alta tensión.



- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes.
- Ley 14/2014, de 26 de diciembre, de Armonización y Simplificación en materia de Protección del Territorio y de los Recursos Naturales.
- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental.
- Directiva 2011/92/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, con sus modificaciones posteriores.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños medioambientales.
- Real Decreto 263/2002, de 22 de febrero, por el que se establecen las medidas de carácter técnico en líneas eléctricas de alta tensión, con objeto de proteger la avifauna.
- Ley 3/1995, de 23 de marzo, de Vías Pecuarias.
- Directiva 2008/98/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, sobre los residuos y por la que se derogan determinadas Directivas.
- DIRECTIVA (UE) 2018/851 DEL PARLAMENTO EUROPEO Y DEL CONSEJO de 30 de mayo de 2018 por la que se modifica la Directiva 2008/98/CE sobre los residuos.
- Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- ORDEN APM/1007/2017, de 10 de octubre, sobre normas generales de valorización de materiales naturales excavados para su utilización en operaciones de relleno y obras distintas a aquéllas en las que se generaron.
- Plan Estatal Marco de Gestión de Residuos (PEMAR) 2016-2022.
- Real Decreto 553/2020, de 2 de junio, por el que se regula el traslado de residuos en el interior del territorio del Estado.
- Ley 22/2011, de 28 de julio, de residuos y suelos contaminados.
- Plan Nacional de residuos de la construcción y demolición (PNRCD) 2008-2011.
- Real Decreto 646/2020, de 7 de julio, por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero
- Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la cual se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos.
- Ley 9/2018, de 5 de diciembre, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental
- Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.
- Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero.
- Ley 6/2009, de 17 de noviembre de medidas ambientales para impulsar las inversiones y la actividad económica en las Illes Balears.

- Ley 11/2006 de 14 de septiembre, de evaluación de impacto y evaluaciones ambientales estratégicas en las Islas Baleares (Norma derogada, salvo las disposiciones adicionales tercera, cuarta y quinta, por la disposición derogatoria única 2.a) de la Ley 12/2016, de 17 de agosto).
- Ley 12/2016, de 17 de agosto, de evaluación ambiental de las Illes Balears.
- Decreto 33/2015, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

#### **2.14.5. Normativa autonómica**

- Ley 12/2017, de 29 de diciembre, de urbanismo de las Islas Baleares.
- Ley 3/2019, de 9 de febrero de 2019, Agraria de les Islas Balears.
- Plan Territorial insular de Mallorca aprobado por acuerdo del Pleno del Consell Insular de Mallorca el 13 de diciembre de 2004 – BOIB núm. 188 Ext. de 31-12-2004.
- Actualizado de acuerdo con la modificación número 1 aprobada el 3 de junio de 2010.
- BOIB n.º 90 de 15-06-2010 y con la modificación número 2 aprobada el 13 de enero de 2011.
- BOIB núm. 18 Ext. de 4-02-2011.
- Ley 7/2013, de 26 de noviembre, de régimen jurídico de instalación, acceso y ejercicio de actividades en las Illes Balears.
- Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de suelo.
- Ley 6/1997, de 8 de julio, del suelo rústico de las Islas Baleares.
- Ley 4/2017, de 12 de julio, de Industria de las Illes Balears.
- Ley 13/2012, de 20 de noviembre, de medidas urgentes para la activación económica en materia de industria y energía, nuevas tecnologías, residuos, aguas, otras actividades y medidas tributarias.
- Ley 6/2019, de 8 de febrero, de régimen jurídico de instalación, acceso y ejercicio de actividades en las Illes Balears.
- Ley 3/2019, de 31 de enero, Agraria de las Illes Balears
- Decreto 96/2005, de 23 de septiembre, de aprobación definitiva de la revisión del Plan Director sectorial energético de las Illes Balears.
- Decreto 33/2015, de 15 de mayo, de aprobación definitiva de la modificación del Plan Director sectorial energético de las Illes Balears.
- Ley 6/2009, de 17 de noviembre de medidas ambientales para impulsar las inversiones y la actividad económica en las Illes Balears.
- Ley 11/2006 de 14 de septiembre, de evaluación de impacto y evaluaciones ambientales estratégicas en las Islas Baleares (Norma derogada, salvo las disposiciones adicionales tercera, cuarta y quinta, por la disposición derogatoria única 2.a) de la Ley 12/2016, de 17 de agosto).
- Ley 12/2016, de 17 de agosto, de evaluación ambiental de las Illes Balears.
- Ley 10/2019, de 22 de febrero, de Cambio Climático y Transición Energética.
- Ley 13/2012, de 20 de noviembre, de medidas urgentes para la activación económica en materia de industria y energía, nuevas tecnologías, residuos, aguas, otras actividades y medidas tributarias.
- Plan Territorial de Insular de Mallorca (PTM).
- Código Técnico de la Edificación (CTE)

- Ordenanzas municipales de aplicación.
- Normativa de seguridad e Higiene en el trabajo.
- Ley 12/2017, de 29 de diciembre, de urbanismo de las Illes Balears.
- Ley 4/2017, de 12 de julio, de Industria de las Illes Balears.
- Ley 6/1997, de 8 de julio, del suelo rústico de las Islas Baleares.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Ley 5/1990, de 24 de mayo, de Carreteras de la Comunidad Autónoma de las Islas Baleares.
- Ley 13/2018, de 28 de diciembre, de caminos públicos y rutas senderistas de Mallorca y Menorca.
- Ordenanzas municipales vigentes.

#### 2.14.6. Otra normativa

- Normas UNE de aplicación.

### 3. SISTEMA DE ALMACENAMIENTO

#### 3.1. INVERSOR

El inversor se encargará de convertir la corriente continua generada por los módulos en corriente alterna trifásica. Su funcionamiento será automático. Se activará una vez la potencia alcanza el umbral mínimo para accionarse y, una vez comienza a funcionar, regula la tensión de entrada para trabajar en el punto de máxima potencia. También supervisa la frecuencia y la producción de energía. Cuando se alcanzan los valores óptimos, empieza a generar corriente alterna trifásica por la salida con el fin de inyectarla en la red o en las baterías.

El inversor será de la marca **SMA**, modelo **SUNNY CENTRAL STORAGE 2475** o similar, que cumplirán con los estándares de calidad requeridos para este tipo de instalaciones. Los parámetros más importantes del inversor son los siguientes:

Características eléctricas SUNGROW SC 1.200 UD	
Potencia (50 °C)	1.200 kVA
Potencia (35 °C)	1.320 KVA
Tensión de salida	480 V
Frecuencia de red	50 Hz
Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3 %
Factor de Potencia (cosφ)	0.99/ 1induct –1 capaci.
Minimal/ Maximal DC voltage	700-1500 V
AC voltaje range	422-528 V

En el Anexo I, se adjunta la ficha técnica del equipo.



Los parámetros de operación y las lecturas eléctricas se realizarán desde el CS habilitado para ello. Posee marcado CE y se ajusta a las exigencias de las Directivas EMC (EN 61000-6-2 y EN 61000-6-3) y de Baja Tensión (EN 501878). Además, los inversores cumplen con la normativa establecida en el Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de Baja Tensión, y, en concreto, dispone internamente de las protecciones y condiciones técnicas siguientes.

Las funciones de protección de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión a que se refiere el Artículo 11 del RD están integradas en el equipo inversor, y las maniobras de desconexión-conexión por actuación de estas son realizadas mediante un contactor que realizará el rearme automático del equipo una vez que se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red.

Asimismo, se certifica que en el caso de que la red de distribución a la que se conecta la instalación fotovoltaica se desconecte por cualquier motivo, el inversor no mantendrá la tensión en la línea de distribución.

El inversor implementa una técnica equivalente al transformador a efectos de aislamiento galvánico entre la instalación fotovoltaica y la red.

Además, cuenta con las siguientes protecciones:

- Interruptor magnetotérmico
- Interruptor diferencial (IEC 62109)
- Protección contra polarización inversa
- Protección contra sobretensiones transitorias
- Protección contra fallos de aislamiento en continua
- Protección contra el funcionamiento en isla (tensión y/o frecuencia fuera de rango)
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas
- Fusibles

### 3.2. BATERÍAS

La composición general de una infraestructura de almacenamiento de energía (BESS) de este tipo consiste en una serie de unidades de almacenamiento más pequeñas (Packs), conectadas físicamente y alojadas en armarios tipo rack.



Cada Pack estará compuesta, a su vez, por una serie de módulos normalizados conectados en serie que determinarán el voltaje nominal del módulo BESS. Estos módulos que forman cada Pack están a su vez constituidos por un conjunto de celdas de Ion de Litio que se combinan en configuraciones serie y paralelo para obtener los parámetros eléctricos del sistema de almacenamiento deseados. Un conjunto de Racks compone el módulo de almacenamiento BESS.

Para esta instalación el sistema de almacenamiento de energía consta de baterías de la marca Jinko, concretamente el modelo ST2.236 UX.

Las características principales de estos equipos son las siguientes:

Contenedor de baterías	
Tipo de celda	LFP 212Ah
Capacidad de batería (BOL)	2.236 KWh
Voltaje de la batería	1.223V (Nominal), 1.500V (Charge)
Dimensión (LxWxH)	9,340 x 2,600 x 1,730 m

### 3.3. TRANSFORMADOR

La instalación se compondrá de 4 transformadores que tendrán una potencia de 2.400,0 kVA 0,4/15,0 kV. Su finalidad será la de elevar desde 400 VAC que hay en la salida de los inversores, hasta 15 kV que es la tensión que tendrá el circuito de conexión con el CS. Las principales características del transformador de potencia son:

Características transformador de potencia	
Potencia nominal	2.400.0 kVA
Relación de transformación	0.4/15.0kV
Sistema de refrigeración	ONAN
Cambiador de tomas	2.5%, 5%, 7.5%, 10%
Corto circuito (Xcc)	0.08

Además, deberá también cumplir las siguientes características:

- Refrigeración KNAN.
- Aptos para instalación en interior.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Pérdidas en vacío del 0,1% y del 1% en el cobre.
- Temperatura ambiente entre -20 y 50°C.
- Sensor de temperatura.
- Aislamiento galvánico y con salida de bornes para PAT (Puesta A Tierra) de pantalla electrostática.
- Depósito de retención de aceite.
- Cumplimiento de IEC 62271-202
- Cumplimiento de IEC 62271-200
- Cumplimiento de IEC 60076
- Cumplimiento de IEC 61439-1
- Marcado CE, directiva EMC (Electromagnetic Compatibility).

### 3.4. ENVOLVENTE EQUIPO PCS

Las cabinas de media tensión se dispondrán en edificio con un prefabricado que será de la marca Ormazabal o similar, tipo Kiosco modelo Miniblok. La ventaja de esta envolvente es que se trata de una

caseta de hormigón monobloque industrializado tipo caseta con lo que supone una simplificación del proceso de instalación. Cumple con las siguientes reglas:

- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RCE, Ministerio de Industria y Energía, Real Decreto 337/2014).
- Normas particulares de Compañía Eléctrica.

	Longitud	Anchura	Altura	Altura visible	Peso*
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]
miniblok	2100	2100	2240	1600	8250
miniblok.smart	2100	2100	2570	2070	8060

\* Incluye conjunto mb con transformador de 630 kVA y sin telemando. Para otras configuraciones y/o valores consultar con Ormazabal.

### 3.4.1. Descripción

Se elijará Miniblok, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), consta de una envolvente de hormigón, estructura monobloc, en el interior de la cual se incorporan todos los componentes eléctricos, desde el aparataje de MT, hasta los cuadros de BT auxiliares, dispositivos de control interconexiones entre los diversos elementos.

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

### 3.4.2. Envolvente

El cerramiento de estos centros está hecho de hormigón armado vibrado. Consta de dos partes: una que reúne el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y respiraderos, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, cuentan con una armadura metálica, que permite la interconexión entre ellos y el colector de tierras. Esta unión está hecha por cuñas de cobre, dando lugar a una superficie de equipo que se envuelve completamente en el centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kΩ con respecto a la tierra del cerramiento. Los techos están formados por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes delanteras y traseras se encuentran los orificios de paso para los cables de BT. Del mismo modo, cuenta con agujeros semi-perforados que se pueden practicar para las salidas del suelo al exterior.

### 3.4.3. Ventilación

Las rejillas de ventilación están formadas por láminas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita que el agua de lluvia entre en el Centro de Transformación y complementa cada rejilla internamente con una mosquitera.

### 3.4.4. Acabado

El aspecto visual de los materiales y acabados de las fachadas será de la gama de la piedra, del marés o de los ocres tierra, según lo establecido en la norma 22 del PTM. Las piezas metálicas expuestas al exterior se tratan adecuadamente contra la corrosión. Estos edificios prefabricados responden a los requisitos de diseño de la norma IEC 62271-202 (Centros de transformación prefabricados de alta tensión / baja tensión) y a la reglamentación aplicable.

#### 3.4.4.1. Cimentación

Para la ubicación del Centro es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierra, en cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

## 3.5. EQUIPOS

Las celdas de media tensión serán del tipo metálica prefabricada, modular, de aislamiento y corte en SF6. Tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos. Asimismo, mantendrá su alineación y sus puertas permanecerán cerradas frente a condiciones de fallo. Serán de aislamiento integral en gas SF6. El equipo se diseñará con el objetivo de evitar el acceso a partes energizadas durante la operación normal y durante su mantenimiento. Serán a prueba de arco interno y construidas en plancha de acero galvanizado. La entrada y salida de cables podrá ser por la parte inferior de las celdas de M.T.. En el frontal se incluirá un esquema unifilar según montaje. La conexión de cables será mediante bornes enchufables. Las celdas utilizadas serán las siguientes: (i) celdas de línea con interruptor seccionable; (ii) una celda de protección equipada con interruptores de vacío e interruptores seccionadores.

## 3.6. RESUMEN CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA

En la siguiente tabla se resume el número de componentes almacenamiento calculados que necesitamos en la instalación.

Componentes	N.º Elementos	Potencia unitaria	Potencia total
Bloques de baterías	8	2.236,0 KWh	17880,0 KWh
Inversores	8	1.200,0 kW	9900,0 KW
Transformadores	4	2400,0 kVA	9600,0 kVA

## 4. PARQUE FOTOVOLTAICO

### 4.1. MÓDULO FV

El parque solar del presente proyecto de ejecución contará con una configuración de estructura fija. Los inversores serán de la marca SMA, modelo Sunny Central 350. Los módulos serán de la marca TRINA SOLAR, modelo Bifacial TSM-710NEG21C.20 o similar, compuestos por 132 células de silicio monocristalino y tecnología bifacial. Los módulos irán instalados con una estructura fija inclinada 33° con el fin de maximizar el número de HSP anual y aumentar de forma notable la producción energética de la instalación. Características:

#### Estructura fija.

- 4.060 módulos - 290 strings.

- 7 Inversores de 350 kVA.
- 4 Centro de Transformación de 0,35 y 3 de 0,7 MVA.

Relación líneas MT:

- AA1-2 -> AA1-1 -> CS
- AA1-3 -> CS
- AA1-4 -> CS

Las características principales de los módulos fotovoltaicos están resumidas a continuación.

<b>Características eléctricas en condiciones *STC TRINA SOLAR, TSM-710NEG21C.20</b>	
<b>P<sub>mp</sub></b>	<b>710 Wp</b>
<b>Tolerancia</b>	<b>0±5%</b>
<b>V<sub>OC</sub></b>	<b>49,0 V</b>
<b>I<sub>SC</sub></b>	<b>18,40 A</b>
<b>V<sub>mp</sub></b>	<b>40,9 V</b>
<b>I<sub>mp</sub></b>	<b>17,36 A</b>
<b>Eficiencia</b>	<b>22,9 %</b>
<b>Coef. T<sup>a</sup> V<sub>OC</sub></b>	<b>-0,24 %/°C</b>
<b>Coef. T<sup>a</sup> I<sub>SC</sub></b>	<b>+0,04 %/°C</b>
<b>Coef. T<sup>a</sup> P<sub>mp</sub></b>	<b>-0,29 %/°C</b>

A parte de este resumen, en el Documento de Especificaciones Técnicas se adjunta la ficha técnica proporcionada por el fabricante con las especificaciones del módulo. Todos los módulos poseen un certificado proporcionado por el fabricante que garantiza una tolerancia entre el 0-+3 W en la potencia pico de éstos, por tanto, no es necesario hacer distinciones y clasificarlos ya que las desviaciones son mínúsculas y el comportamiento debe ser el esperado.

Por otro lado, el fabricante garantiza que el primer año los módulos tendrán un rendimiento de, como mínimo el 99 %. A partir del segundo año, el módulo sufrirá un decrecimiento anual de su eficiencia. Esto supone que, en el año 25, que es el tiempo estimado de la explotación de la planta, el módulo tendrá una eficiencia de acuerdo con el fabricante de 91,8%, resultando una potencia de 651,78 Wp. Teniendo en cuenta que la dimensión de los módulos es de 2,384 x 1,303 m, la superficie de captación solar será de 12.611,79 m<sup>2</sup>. Habrá 4,89 m de *pitch* entre estructuras fijas (distancia eje-eje de la estructura fija). La ubicación e implantación de todos los elementos se podrán observar de manera más detallada en los planos.

Las tensiones serán aproximadamente las mismas y vendrán fijadas por el inversor DC/AC en función de la búsqueda del punto de máxima potencia (MPPT).

## 4.2. ESTRUCTURA FIJA

La estructura definirá la orientación e inclinación de los módulos, así como la separación entre filas. La estructura estará formada por los siguientes elementos:

- Estructura de montaje formada por diferentes tipos de perfiles metálicos.
- Elementos de cimentación para el anclaje de la estructura al suelo.
- Elementos de sujeción y tornillos para montar el ensamblado de los elementos de la estructura

y el montaje de los módulos a la misma.

- Elementos estructurales de refuerzo.



Las principales características de la estructura fija se muestran:

Características de la estructura fija	
Tipo de estructura	2H
Ángulo de inclinación	33.0 °
Tipo de postes	Mono poste
Distancia entre filas	4.89 m
Diseñado para módulos	BIFACIAL modules
Altura del punto más bajo	0.8 m
Distancia entre módulos en la dirección axial	20.0 mm
Distancia entre módulos en la dirección pitch	19.0 mm

El número de estructuras fijas instaladas se resume:

Strings por estructura	Módulos por estructura	Longitud	Cantidad
1	14	16,81 m	71
4	56	67,29 m	38
2	28	33,64 m	17
3	42	50,46 m	11

#### 4.3. CAJAS DE STRING

Las cajas de agrupación de *strings* recogen la energía generada por el campo DC, conectan las *strings* en paralelo al inversor y proporcionan protección eléctrica al campo fotovoltaico. Para hacer coincidir el número de entradas de los inversores, varias *strings* en paralelo se concentrarán para funcionar como un único circuito. Los cuadros de conexiones deben instalarse con un fusible por *string* para proteger cada conjunto. Se instalarán descargadores de DC de sobretensión y un interruptor de DC se ubicará en la línea de salida. Además, se puede instalar un sistema de comunicación para controlar la corriente y el voltaje de la *string*.



Las cajas de *string* se instalarán en un lugar sombreado y serán fácilmente accesibles para facilitar los trabajos de mantenimiento. Se colocarán detrás de los módulos fotovoltaicos y, si es posible, utilizando los polos de estructura existentes, para que permanezcan a la sombra y para evitar daños causados por el agua de lluvia u otros fenómenos meteorológicos. Las principales características de las cajas de *string* se muestran en la tabla:

Cajas de <i>string</i>	Uds	Entradas ( <i>strings</i> )	Potencia (KW)	Intensidad fusible (A)	Intensidad interruptor (A)	Protección sobrecarga
1	4	28	278,3	30	800	Sí
2	3	12	119,3	30	800	Sí
3	3	14	139,2	30	800	Sí
4	2	16	159,0	30	800	Sí
5	1	15	149,1	30	800	Sí
6	1	27	268,4	30	800	Sí
7	1	26	258,4	30	800	Sí

#### 4.4. INVERSOR

El inversor se encargará de convertir la corriente continua generada por los módulos en corriente alterna trifásica. Su funcionamiento será automático. Se activará una vez la potencia alcanza el umbral mínimo para accionarse y, una vez comienza a funcionar, regula la tensión de entrada para trabajar en el punto de máxima potencia. También supervisa la frecuencia y la producción de energía. Cuando se alcanzan los valores óptimos, empieza a generar corriente alterna trifásica por la salida con el fin de inyectarla en la red.

Se instalarán 7 inversores de 350 kW, marca SMA, modelo Sunny Central 350 o similar, que cumplirán con los estándares de calidad requeridos para este tipo de instalaciones. Su rango de tensiones de entrada desde los módulos es bastante amplio, lo que da una gran versatilidad a la hora de configurar los *strings* y módulos en serie. Su eficiencia máxima es del 96,0%, y la euroeficiencia es de 95,2%. Los parámetros más importantes del inversor son los siguientes:

Características eléctricas Sunny Central 350	
Potencia	350 KVA
Tensión de salida	400 V
Frecuencia de red	50/60 Hz
Current Harmonic Distortion (THDi)	< 3 %
Factor de Potencia (cosφ)	>0,98
Tensión MPPT	450 - 820 V



**Tensión DC Máxima****880 V**

En el Anexo I, se adjunta la ficha técnica del equipo.

Los parámetros de operación y las lecturas eléctricas se realizarán desde el edificio de control habilitado para ello. Posee marcado CE y se ajusta a las exigencias de las Directivas EMC (EN 61000-6-2 y EN 61000-6-3) y de Baja Tensión (EN 501878). Además, los inversores cumplen con la normativa establecida en el Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de Baja Tensión, y, en concreto, dispone internamente de las protecciones y condiciones técnicas siguientes:

Las funciones de protección de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión a que se refiere el Artículo 11 del RD están integradas en el equipo inversor, y las maniobras de desconexión-conexión por actuación de estas son realizadas mediante un contactor que realizará el rearme automático del equipo una vez que se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red.

Asimismo, se certifica que en el caso de que la red de distribución a la que se conecta la instalación fotovoltaica se desconecte por cualquier motivo, el inversor no mantendrá la tensión en la línea de distribución.

El inversor implementa una técnica equivalente al transformador a efectos de aislamiento galvánico entre la instalación fotovoltaica y la red. Además, cuenta con las siguientes protecciones:

- Interruptor magnetotérmico
- Interruptor diferencial (IEC 62109)
- Protección contra polarización inversa
- Protección contra sobretensiones transitorias
- Protección contra fallos de aislamiento en continua
- Protección contra el funcionamiento en isla (tensión y/o frecuencia fuera de rango)
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas
- Fusibles

La relación de *strings* e inversores – todos del modelo Sunny Central (350 kWac) – viene dada por la tabla siguiente:

Ud.	Caja string	Entradas DC ( <i>strings</i> )	Potencia DC (kW)	Ratio DC/AC
2	2	14 28	417	1,193
1	2	16 28	437	1,250
1	2	28 15	427	1,221
1	3	16 12 14	417	1,193
1	2	12 27	388	1,108
1	2	12 26	378	1,079

#### 4.5. TRANSFORMADOR

Habrán dos tipos de transformadores y cuatro CTs. Tendrán una potencia de 350,0 y 700,0 kVA 0,4/15 kV. Su finalidad será la de elevar desde 400 VAC que hay en la salida de los inversores, hasta 15 kV que es la tensión que tendrá el circuito de conexión entre los CTs. Las principales características del transformador de potencia son:

Características transformador de potencia	
Potencia nominal	350 kVA / 700kVA
Relación de transformación	0.4/15.0kV
Sistema de refrigeración	ONAN
Cambiador de tomas	2.5%, 5%, 7.5%, 10%
Corto circuito (Xcc)	0.08

Además, deberá también cumplir las siguientes características:

- Refrigeración ONAN (Oil Natural Air Natural).
- Aptos para instalación en interior.
- Frecuencia: 50 Hz.
- Pérdidas en vacío del 0,1% y del 1% en el cobre.
- Temperatura ambiente entre -20 y 50°C.
- Sensor de temperatura.
- Aislamiento galvánico y con salida de bornes para PAT (Puesta A Tierra) de pantalla electrostática.
- Depósito de retención de aceite.
- Cumplimiento de IEC 62271-202
- Cumplimiento de IEC 62271-200
- Cumplimiento de IEC 60076
- Cumplimiento de IEC 61439-1
- Marcado CE, directiva EMC (Electromagnetic Compatibility).

#### 4.6. CARACTERÍSTICAS DEL CT

Los CTs son edificios o contenedores interiores. La tensión de la energía recolectada del campo solar se incrementa a un nivel más alto con el propósito de facilitar la evacuación de la energía generada.

Los transformadores se alojarán en el CT. La relación de CTs es la siguiente.

Centros de transformación	Cantidad	Núm. Inversores	Potencia AC (MW)	Potencia DC (MW)	Ratio DC/AC
1	1	2	0,7	0,855	1.221
2	1	2	0,7	0,835	1.193
3	1	2	0,7	0,815	1.164
4	1	1	0,35	0,378	1.079

De los 4 CT saldrán tres líneas de M.T. por la cual se evacuará toda la potencia del campo solar al CS. En detalle, un CT de 0,7 MW y un CT de 0,35 MW evacuará directamente la potencia al CS y los otros 2 CT estarán conectados para evacuar por una misma línea 1,4 MW al CS.

Los CT se suministrarán con interruptores de media tensión que incluyen una unidad de protección de transformador, una unidad de alimentación directa de salida y las placas eléctricas, así como el transformador SSAA.

Los CTs dispondrán de un edificio con un prefabricado que será de la marca Ormazabal o similar, modelo PFU-4. La ventaja de este CT es que se trata de una caseta de hormigón monobloque industrializado tipo caseta con lo que supone una simplificación del proceso de instalación. Este CT cumple con las siguientes reglas:

- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RCE, Ministerio de Industria y Energía, Real Decreto 337/2014).
- Normas particulares de Compañía Eléctrica.
- Anchura de cubierta 2500:

		pfu-3	pfu-4	pfu-5	pfu-7
Longitud*	[mm]	3280	4460	6080	8080
Anchura*	[mm]	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	Cubierta estándar	3045	3045	-
		Cubierta sobreelevada	3240	3240	3240
Altura visible	[mm]	Cubierta estándar	2585	2585	-
		Cubierta sobreelevada	2780	2780	2790
Peso**	[kg]	10 545	13 465	17 460	29 090

\* Dimensiones del cuerpo, para conocer la longitud y anchura totales incluyendo cubierta, habrá que sumar 120 mm a ambas dimensiones.

\*\* Peso del edificio vacío, sin equipo eléctrico. Para pesos exactos consultar con Ormazabal.

#### 4.6.1. Descripción

El Centro de transformación PFU-4, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), consta de una envolvente de hormigón, estructura monobloc, en el interior de la cual se incorporan todos los componentes eléctricos, desde el aparataje de MT, hasta los cuadros de BT auxiliares, dispositivos de control interconexiones entre los diversos elementos.

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

#### 4.6.2. Envolvente

El cerramiento de estos centros está hecho de hormigón armado vibrado. Consta de dos partes: una que reúne el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y respiraderos, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, cuentan con una armadura metálica, que permite la interconexión entre ellos y el colector de tierras. Esta unión está hecha por cuñas de cobre, dando lugar a una superficie de equipo que se envuelve completamente en el centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una

resistencia de 10 k $\Omega$  con respecto a la tierra del cerramiento. Los techos están formados por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes delanteras y traseras se encuentran los orificios de paso para los cables de BT. Del mismo modo, cuenta con agujeros semi-perforados que se pueden practicar para las salidas del suelo al exterior.

#### **4.6.3. Suelo**

La planta está formada por un piso técnico prefabricado de hormigón. El foso de cables está formado por la parte inferior del cuerpo mono bloque y el piso técnico.

#### **4.6.4. Accesos**

En la pared frontal se encuentran las puertas de acceso peatonal, con apertura de 180° y los respiraderos. Todos estos materiales están hechos de chapa de acero.

Las puertas de acceso cuentan con un sistema de cierre con el fin de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestas de las mismas de la Sección Centro. La puerta está dotada de cerradura con dos puntos anclaje y varilla de sujeción.

#### **4.6.5. Ventilación**

Las rejillas de ventilación están formadas por láminas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita que el agua de lluvia entre en el Centro de Transformación y complementa cada rejilla internamente con una mosquitera.

#### **4.6.6. Acabado**

El aspecto visual de los materiales y acabados de las fachadas será de la gama de la piedra, del marés o de los ocre tierra, según lo establecido en la norma 22 del PTM. Las piezas metálicas expuestas al exterior se tratan adecuadamente contra la corrosión.

#### **4.6.7. Calidad**

Estos edificios prefabricados responden a los requisitos de diseño de la norma IEC 62271-202 (Centros de transformación prefabricados de alta tensión / baja tensión) y a la reglamentación aplicable.

#### **4.6.8. Iluminación**

El equipo está provisto de iluminación (dos luminarias estancas, DISANO:1647050083927echo led 6500k, o similar) conectadas a la caja BT, y gobernadas por un interruptor situado junto a la puerta de acceso, por una de las luminarias, se encuentran en la posición más alejada por un final de carrera instalado en la propia puerta. También contará con un bloque de emergencia autónomo LEGRAND: 661609 URA21LED 350lm 1H 1P42 NP (o similar).

#### **4.6.9. Varios**

##### *Iluminación*

Sobrecargas permisibles y condiciones ambientales de operación de acuerdo con la normativa vigente.

Además, el centro contará con:

- Base de enchufe de tipo industrial, montaje en superficie 2p +t 16A 240V.
- El cableado BT en el interior se realizará con tubo rígido de PVC DN de 20 mm, conectado al cuadro de baja tensión.
- Cuadro de baja tensión.
- Un extintor de CO<sub>2</sub> de 5kg.
- Armario de primeros auxilios.

#### **4.6.10. Cimentación**

Para la ubicación del Centro de Transformación, es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierra, en cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

#### **4.6.11. Equipos del CT**

Las celdas de media tensión serán del tipo metálica prefabricada, modular, de aislamiento y corte en SF<sub>6</sub>. Tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos. Asimismo, mantendrá su alineación y sus puertas permanecerán cerradas frente a condiciones de fallo. Serán de aislamiento integral en gas SF<sub>6</sub>.

Transformadores de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido hasta 40,5 kV y 1250 kVA de potencia unitaria.

El equipo se diseñará con el objetivo de evitar el acceso a partes energizadas durante la operación normal y durante su mantenimiento. Serán a prueba de arco interno y construidas en plancha de acero galvanizado. La entrada y salida de cables podrá ser por la parte inferior de las celdas de M.T. En el frontal se incluirá un esquema unifilar según montaje. La conexión de cables será mediante bornes enchufables. Dispondrán de capacidad de operación ante el uso de señales digitales de entrada y contarán con motorizados para actuación remota y contactos auxiliares.

Las celdas utilizadas serán las siguientes:

- Celdas de alimentación de entrada y de salida equipadas con interruptores seccionadores.
- Una celda de protección equipada con interruptores de vacío e interruptores seccionadores.
- Una celda de protección auxiliar equipada con interruptores seccionadores y protegidas con fusibles.
- Transformador de 0,7 MW o de 0,35 MW según tipo de CT.

#### **4.7. ESTACIÓN METEOROLÓGICA**

Cumplirán con toda la reglamentación vigente sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación y las Instrucciones Técnicas Complementarias aprobadas, así como el Reglamento Electrotécnico para BT.

Se instalará una estación meteorológica de 3m de altura en las instalaciones. La estación meteorológica por instalar tiene como objeto la toma de datos meteorológicos en el emplazamiento. Cada estación meteorológica constará de sensores para medir los siguientes parámetros:

- Irradiación en el plano horizontal.
- Irradiación en el plano de los módulos.
- Humedad relativa.
- Velocidad y dirección del viento.
- Precipitación.
- Presión atmosférica.
- Temperatura del módulo.
- Temperatura ambiente.

La estación meteorológica contendrá:

- Unidad de Adquisición de Datos Sistema Datalogger de registro y transmisión de datos, con gran capacidad de almacenamiento y sistema de entradas - salidas analógicas/digitales. Contará de tener puerto para conexión modem GPRS, incluyendo todos los equipos necesarios para su conexión.
- Unidad de Transmisión de datos a ordenador central, opción GPRS-IP, permitiendo comunicaciones vía red GPRS de telefonía móvil. También incluirá comunicación TCP/IP.
- Registro de parámetros en data-logger con una frecuencia de, al menos, 15 minutos.
- 1 sensor de radiación solar. Piranómetro termoeléctrico de primera clase, situado en el plano horizontal.
- 1 sensor de radiación solar. Piranómetro termoeléctrico, estándar secundario, según ISO 9060:1990 rango espectral 285 a 2800 nm. Máxima irradiancia 4,000 W/m<sup>2</sup>, situado en el plano de los módulos, según el movimiento del seguidor.
- Sensores de temperatura y humedad relativa del aire. Sensor de temperatura y humedad relativa del aire (Rango -30°C a + 70°C precisión 0,1 °C; 0-100% precisión +-3%).
- Torreta y mástil. Soporte tubular superior ajustable a 1.5 m de longitud, pedestal para fijar o embutir en basamento de hormigón y otros accesorios de montaje.
- 4 Termopares para la medición de los datos de temperatura de la célula.
- 2 células de referencia calibradas por cada plano de orientación de módulos.
- Pluviómetro.
- Veleta y Anemómetro.
- Barómetro.
- Juego de cables de interconexión para el enlace de los sensores a la estación, recarga externa y comunicaciones

La estación dispondrá de un sistema de panel fotovoltaico y batería para su alimentación eléctrica. También se le dotará de una conexión a la red de servicios auxiliares de uno de los CTs.



## 5. CENTRO DE SECCIONAMIENTO

El CS “Félix de Azara”, con niveles de tensión de 15 kV se plantea como parte de las infraestructuras de evacuación de energía eléctrica generada en la Planta Fotovoltaica Félix de Azara. El CS se ubica al este de la planta solar fotovoltaica siendo coordenadas UTM 31S son las siguientes:

X: 475083.10 m E

Y: 4377891.32 m N

**La energía producida en la planta solar fotovoltaica será conducida al CS “FÉLIX DE AZARA” y de allí se direccionará a las baterías.** A la hora de suministrar energía a la red, volverá al CS y desde aquí partirá la línea de evacuación de 15 kV hasta el punto de conexión concedido por E-DISTRIBUCIÓN SE S. Juan 15kV, el cuál dispondrá de un Centro de Medida correspondiente.

Este CS dispondrá de un edificio con un prefabricado que será de la marca Ormazabal o similar, modelo PFU-7. La ventaja de este CS es que se trata de una caseta de hormigón monobloque industrializado tipo caseta con lo que supone una simplificación del proceso de instalación. Este CS cumple con las siguientes reglas:

- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RCE, Ministerio de Industria y Energía, Real Decreto 337/2014).
- Normas particulares de Compañía Eléctrica.

Dimensiones exteriores y pesos		pfu.3	pfu.4	pfu.5	pfu.7
Longitud	[mm]	3280	4460	6080	8080
Anchura	[mm]	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	3045	3045	3045	3250
Altura visible	[mm]	2585	2585	2585	2790
Peso*	[kg]	10545	13465	17460	29090

(\*)Peso del edificio vacío con cubierta estándar y ventilación para 1000 kVA.  
 Opcional: Cubierta sobreelevada para 36-40,5 kV  
 (Altura estándar +195 mm), no aplicable a pfu.7  
 Dimensiones puerta de acceso peatonal: 900 (24 kV) /1100 (36-40,5 kV) x 2100 mm  
 Dimensiones puerta de transformadores: 1260 x 2100 mm

### 5.1. DESCRIPCIÓN

El CS PFU-7, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), consta de una envolvente de hormigón, estructura monobloc, en el interior de la cual se incorporan todos los componentes eléctricos, desde el aparataje de MT, hasta los cuadros de BT auxiliares, dispositivos de control interconexiones entre los diversos elementos.

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

## **5.2. ENVOLVENTE**

El cerramiento de estos centros está hecho de hormigón armado vibrado. Consta de dos partes: una que reúne el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y respiraderos, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, cuentan con una armadura metálica, que permite la interconexión entre ellos y el colector de tierras. Esta unión está hecha por cuñas de cobre, dando lugar a una superficie de equipo que se envuelve completamente en el centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 k $\Omega$  con respecto a la tierra del cerramiento. Los techos están formados por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación. En la parte inferior de las paredes delanteras y traseras se encuentran los orificios de paso para los cables de BT. Del mismo modo, cuenta con agujeros semi-perforados que se pueden practicar para las salidas del suelo al exterior.

## **5.3. PLANTA**

La planta está formada por un piso técnico prefabricado de hormigón. El foso de cables está formado por la parte inferior del cuerpo mono bloque y el piso técnico.

## **5.4. ACCESOS**

En la pared frontal se encuentran las puertas de acceso peatonal, con apertura de 180° y los respiraderos. Todos estos materiales están hechos de chapa de acero.

Las puertas de acceso cuentan con un sistema de cierre con el fin de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestas de las mismas de la Sección Centro. La puerta está dotada de cerradura con dos puntos anclaje y varilla de sujeción.

## **5.5. VENTILACIÓN**

Las rejillas de ventilación están formadas por láminas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita que el agua de lluvia entre en el Centro de Transformación y complementa cada rejilla internamente con una mosquitera.

## **5.6. ACABADO**

El aspecto visual de los materiales y acabados de las fachadas será de la gama de la piedra, del marés o de los ocre tierra, según lo establecido en la norma 22 del PTM. Las piezas metálicas expuestas al exterior se tratan adecuadamente contra la corrosión.

### **5.6.1. Calidad**

Estos edificios prefabricados responden a los requisitos de diseño de la norma IEC 62271-202 (Centros de transformación prefabricados de alta tensión / baja tensión) y a la reglamentación aplicable.

### **5.6.2. Iluminación**

El equipo está provisto de iluminación (dos luminarias estancas, DISANO:1647050083927echo led 6500k, o similar) conectadas a la caja BT, y gobernadas por un interruptor situado junto a la puerta de acceso, por una de las luminarias, se encuentran en la posición más alejada por un final de carrera instalado en la propia puerta.

También contará con un bloque de emergencia autónomo LEGRAND: 661609 URA21LED 350lm 1H 1P42 NP (o similar).

### 5.6.3. Varios

#### *Iluminación*

Sobrecargas permisibles y condiciones ambientales de operación de acuerdo con la normativa vigente.

Además, el centro contará con:

- Base de enchufe de tipo industrial, montaje en superficie 2p +t 16A 240V.
- El cableado BT en el interior se realizará con tubo rígido de PVC DN de 20 mm, conectado al cuadro de baja tensión.
- Cuadro de baja tensión.
- Un extintor de CO<sub>2</sub> de 5kg.
- Armario de primeros auxilios.

### 5.6.4. Cimentación

Para la ubicación del Centro de Seccionamiento, es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierra, en cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

## 5.7. EQUIPOS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

Las celdas de media tensión serán del tipo metálica prefabricada, modular, de aislamiento y corte en SF6.

Tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.

Asimismo, mantendrá su alineación y sus puertas permanecerán cerradas frente a condiciones de fallo.

Serán de aislamiento integral en gas SF6.

El equipo se diseñará con el objetivo de evitar el acceso a partes energizadas durante la operación normal y durante su mantenimiento.

Serán a prueba de arco interno.

Serán construidas en plancha de acero galvanizado.

La entrada y salida de cables podrá ser por la parte inferior de las celdas de M.T..

En el frontal se incluirá un esquema unifilar según montaje.

La conexión de cables será mediante bornes enchufables.

Dispondrán de capacidad de operación ante el uso de señales digitales de entrada.

Contarán con motorizados para actuación remota y contactos auxiliares.

Las celdas utilizadas serán las siguientes:

- 5 Celdas de alimentación de entrada y una de salida equipadas con interruptores

seccionadores.

- Una celda de protección equipada con interruptores de vacío e interruptores seccionadores.
- Una celda de protección auxiliar equipada con interruptores seccionadores y protegidas con fusibles.
- Una celda de medición equipada con transformadores de intensidad y tensión.
- Una celda de servicios auxiliares.

## 6. CENTRO DE MEDIDA

El centro de medida con niveles de tensión de 15 kV se plantea como parte de las infraestructuras de evacuación de energía eléctrica generada en la Planta BESS con autoconsumo de PFV Félix de Azara.

El CSM se ubica cerca de la subestación SE S. Juan 15kV. Sus coordenadas UTM 31S son las siguientes:

X: 474398.79 m E

Y: 4377637.02 m N

La energía producida en la planta solar fotovoltaica será conducida al CS “FÉLIX DE AZARA” y de allí se direccionará a las baterías. A la hora de suministrar energía a la red, volverá al CS y desde aquí partirá la línea de evacuación de 15 kV hasta el punto de conexión concedido por E-DISTRIBUCIÓN SE S. Juan 15kV, el cuál dispondrá de un Centro de Medida correspondiente.

Este centro de medida dispondrá de un edificio con un prefabricado que será de la marca Ormazabal o similar, modelo PFU-5. La ventaja de este CS es que se trata de una caseta de hormigón monobloque industrializado tipo caseta con lo que supone una simplificación del proceso de instalación. Este CS cumple con las siguientes reglas:

- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (RCE, Ministerio de Industria y Energía, Real Decreto 337/2014).
- Normas particulares de Compañía Eléctrica.

Dimensiones exteriores y pesos					
		pfu.3	pfu.4	pfu.5	pfu.7
Longitud	[mm]	3280	4460	6080	8080
Anchura	[mm]	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	3045	3045	3045	3250
Altura visible	[mm]	2585	2585	2585	2790
Peso*	[kg]	10545	13465	17460	29090

(\*)Peso del edificio vacío con cubierta estándar y ventilación para 1000 kVA  
 Opcional: Cubierta sobreelevada para 36-40,5 kV (Altura estándar +195 mm), no aplicable a pfu.7  
 Dimensiones puerta de acceso peatonal: 900 (24 kV) /1100 (36-40,5 kV) x 2100 mm  
 Dimensiones puerta de transformadores: 1260 x 2100 mm

## 6.1. DESCRIPCIÓN

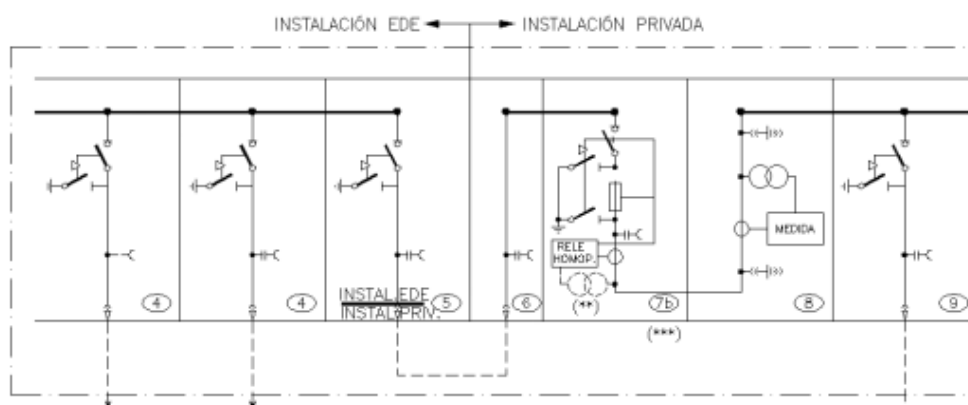
El CSM PFU-5, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), consta de una envolvente de hormigón, estructura monobloc, en el interior de la cual se incorporan todos los componentes eléctricos, desde el aparataje de MT, hasta los cuadros de BT auxiliares, dispositivos de control interconexiones entre los diversos elementos.

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

El CSM del proyecto incluirá en el lado de actuación del cliente celdas de entrada con interruptor, de medida, de protección y de remonte, y del lado de compañía (E-Distribución) dispondrá de celda de entrada y dos de salida con interruptor seccionador cuadros de BT, cabinas de MT, además de conexiones BT y demás protecciones y elementos de control.

Para el conexionado con la línea existente de e-Distribución se realizará un trabajo extra de previsión de empalme, desde la salida de las celdas de cesión a compañía hasta la misma línea, con su debida ejecución mediante latiguillos y otros elementos requeridos para la actuación. Se elije el prefabricado PFU-5 de Ormazabal debido a que permite el conexionado de un alto número de celdas de MT.

A continuación se muestra el esquema del CS y medida seleccionado, con su leyenda:



4-5	<b>Celdas Interruptor Seccionador</b>
	- Intensidad asignada - Intensidad de cortocircuito (2)
6	<b>Celda de remonte</b>
	- Intensidad asignada - Intensidad de cortocircuito (2)
7b	<b>Celda de Interruptor Seccionador con fusibles</b>
	- Intensidad asignada - Calibre fusibles generales
9-10	<b>Celdas Interruptor Seccionador</b>
	- Intensidad asignada - Intensidad de cortocircuito (2)
MEDIDA MT	<b>3 Transformadores de intensidad</b>
	Relación de transformación: Inp/ Ins
	<b>3 Transformadores de tensión</b>
	Relación de transformación: Unp/Uns
	<b>Contador</b>
	- Energía activa - Energía reactiva - Discriminación horaria - Maximetro
	<b>Equipo comprobante</b>

## **6.2. ENVOLVENTE**

El cerramiento de estos centros está hecho de hormigón armado vibrado. Consta de dos partes: una que reúne el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y respiraderos, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, cuentan con una armadura metálica, que permite la interconexión entre ellos y el colector de tierras. Esta unión está hecha por cuñas de cobre, dando lugar a una superficie de equipo que se envuelve completamente en el centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kΩ con respecto a la tierra del cerramiento.

Los techos están formados por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes delanteras y traseras se encuentran los orificios de paso para los cables de BT. Del mismo modo, cuenta con agujeros semi-perforados que se pueden practicar para las salidas del suelo al exterior.

## **6.3. PLACA PLANTA**

La planta está formada por un piso técnico prefabricado de hormigón. El foso de cables está formado por la parte inferior del cuerpo mono bloque y el piso técnico.

## **6.4. ACCESOS**

En la pared frontal se encuentran las puertas de acceso peatonal, con apertura de 180° y los respiraderos. Todos estos materiales están hechos de chapa de acero.

Las puertas de acceso cuentan con un sistema de cierre con el fin de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestas de las mismas de la Sección Centro. La puerta está dotada de cerradura con dos puntos anclaje y varilla de sujeción.

## **6.5. VENTILACIÓN**

Las rejillas de ventilación están formadas por láminas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita que el agua de lluvia entre en el Centro de Transformación y complementa cada rejilla internamente con una mosquitera.

## **6.6. ACABADO**

El aspecto visual de los materiales y acabados de las fachadas será de la gama de la piedra, del marés o de los ocre tierra, según lo establecido en la norma 22 del PTM. Las piezas metálicas expuestas al exterior se tratan adecuadamente contra la corrosión.

### **6.6.1. Calidad**

Estos edificios prefabricados responden a los requisitos de diseño de la norma IEC 62271-202 (Centros de transformación prefabricados de alta tensión / baja tensión) y a la reglamentación aplicable.



### **6.6.2. Iluminación**

El equipo está provisto de iluminación (dos luminarias estancas, DISANO:1647050083927echo led 6500k, o similar) conectadas a la caja BT, y gobernadas por un interruptor situado junto a la puerta de acceso, por una de las luminarias, se encuentran en la posición más alejada por un final de carrera instalado en la propia puerta.

También contará con un bloque de emergencia autónomo LEGRAND: 661609 URA21LED 350lm 1H 1P42 NP (o similar).

### **6.6.3. Varios**

#### Iluminación

Sobrecargas permisibles y condiciones ambientales de operación de acuerdo con la normativa vigente.

Además, el centro contará con:

- Base de enchufe de tipo industrial, montaje en superficie 2p +t 16A 240V.
- El cableado BT en el interior se realizará con tubo rígido de PVC DN de 20 mm, conectado al cuadro de baja tensión.
- Cuadro de baja tensión.
- Un extintor de CO<sub>2</sub> de 5kg.
- Armario de primeros auxilios.

### **6.6.4. Cimentación**

Para la ubicación del Centro de Medida, es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierra, en cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

## **6.7. EQUIPOS DEL CENTRO DE MEDIDA**

Las celdas de media tensión serán del tipo metálica prefabricada, modular, de aislamiento y corte en SF6.

Tendrán la suficiente rigidez para soportar los esfuerzos producidos por el transporte, instalación y operación, incluyendo sismos y cortocircuitos.

Asimismo, mantendrá su alineación y sus puertas permanecerán cerradas frente a condiciones de fallo.

Serán de aislamiento integral en gas SF6.

El equipo se diseñará con el objetivo de evitar el acceso a partes energizadas durante la operación normal y durante su mantenimiento.

Serán a prueba de arco interno.

Serán construidas en plancha de acero galvanizado.

La entrada y salida de cables podrá ser por la parte inferior de las celdas de M.T..

En el frontal se incluirá un esquema unifilar según montaje.

La conexión de cables será mediante bornes enchufables.

Dispondrán de capacidad de operación ante el uso de señales digitales de entrada.

Contarán con motorizados para actuación remota y contactos auxiliares.

Las celdas utilizadas serán las siguientes:

- 2 Celdas de alimentación de entrada y 2 de salida equipadas con interruptores seccionadores.
- Una celda de protección equipada con interruptores de vacío e interruptores seccionadores.
- Una celda de medición equipada con transformadores de intensidad y tensión.
- Una celda de remonte.

## 7. EJECUCIÓN

### 7.1. OBRA CIVIL

Los materiales y elementos que deben integrar la obra o, que intervienen directamente en la ejecución de los trabajos a utilizar se registrarán por normativas nacionales y estándares y métodos internacionales recogidos a continuación:

#### 7.1.1. Estructuras de hormigón

Grados de hormigón: 20, 25 y 30.

Aceros: B500S.

#### 7.1.2. Estructura de acero

Aceros: S355JR-S275JR.

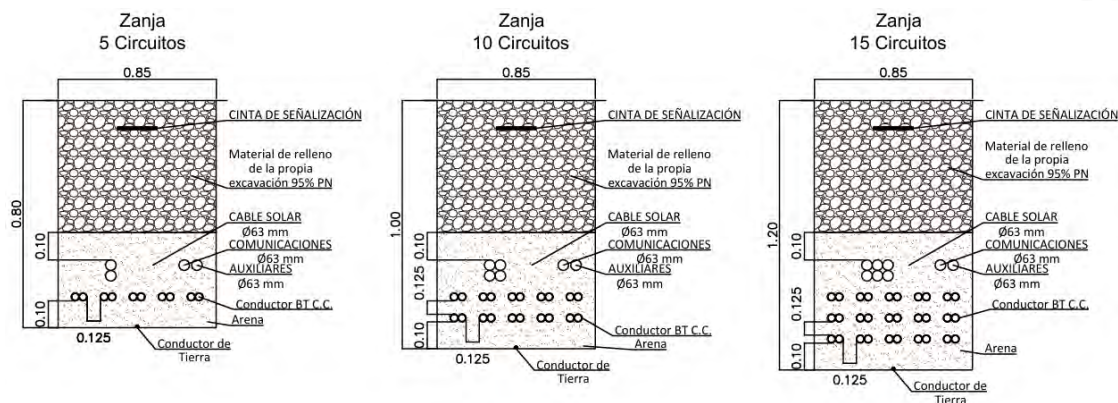
#### 7.1.3. Zanjas, arquetas y canalizaciones

Las zanjas, tendrán, unas dimensiones de 50 o 85 cm de ancho y 80,95,100,112,115 o 120 cm de profundidad, en función del número y tipo de cables que aloje (líneas de BT, MT, red de tierra y comunicaciones, según el tramo). Se colocará una banda de señalización a 30 cm y otra de protección a 60 cm del nivel definitivo del suelo.

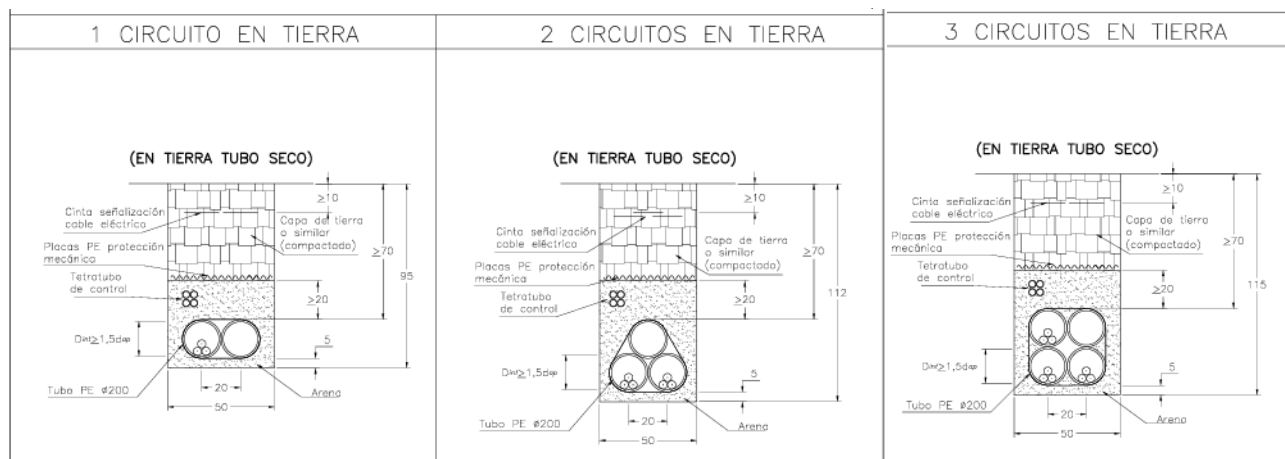
La siguiente tabla muestra el volumen de zanjas de baja y media tensión del proyecto.

Tipo de zanja	Sección transversal	Longitud	Volumen
PFV Zanja de baja tensión	850.0 x 800.0 mm	875,87 m	595,59 m3
PFV Zanja de baja tensión	850.0 x 1000.0 mm	200,51 m	170,43 m3
PFV Zanja de baja tensión	850.0 x 1200.0 mm	28,23 m	28,79 m3
PFV Zanja de media tensión	500.0 x 950.0 mm	1188,74 m	564,65 m3
PFV Zanja de media tensión	500.0 x 1120.0 mm	43,15 m	24,16 m3
PFV Zanja de media tensión	500.0 x 1150.0 mm	12,20 m	7,02 m3

La zanjas de distribución por donde circularán dichas líneas de BT serán:



La zanja de distribución por donde circularán dichas líneas de MT evacuación serán:



El cableado de los *strings* irá fijado a la estructura. Para el relleno de las zanjas, se contemplan los siguientes:

- **Relleno:** Esta capa de relleno deberá ser compactada mecánicamente en capas de 20 cm. Y deberá ser seleccionado de modo de no contener gravas de tamaño mayor a 3", restos de escombros, sales solubles y materia orgánica.
- **Cama de Apoyo:** Los cables irán directamente enterrados sobre cama de arena de río de 5 cm y estarán cubiertos con una capa de arena de al menos 10 cm por encima y envolviéndolos completamente. Este relleno consiste en una capa de 10 cm de espesor de arena compactada en forma manual que forme la base de apoyo.

Los cables se tenderán directamente enterrados, serán resistentes al agua y tendrán protección antirroedores. Los extremos de los recubrimientos de los cables no deben ser puntiagudos. Los cables deben ser protegidos del esfuerzo mecánico.

Se deberán instalar arquetas a una distancia máxima de unos 50 m. Serán de hormigón o polipropileno reforzado, estas últimas protegidas con una capa alrededor de hormigón de 10 cm en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos., solo cuando el cableado sea bajo tubo.

Las tapas serán de polipropileno reforzado y de fundición o de obra en los casos que deban soportar esfuerzos mecánicos.

#### **7.1.4. Movimiento de tierra**

En función del tipo de terreno se realizarán diferentes labores para conseguir la capacidad portante necesaria.

La capa de material de aporte externo – no se usarán zahorras, áridos o gravillas – será de 20 cm en los viales interiores, en las zonas de ubicación de casetas transformadoras, edificio de control, etc. y en lugares que lo requieran para garantizar, de este modo, la calidad mínima del terreno en toda la superficie. En los casos con afloramientos se realizará el descabezado de estos.

Se construirá un sistema de drenaje para controlar, conducir, evacuar y filtrar el agua del terreno. Deberá ser calculado y diseñado consultando los datos meteorológicos y geológicos de la zona de la instalación aportando el pertinente estudio de drenaje o hidrogeológico. Se requerirá para los componentes del sistema de drenaje, las especificaciones técnicas, certificaciones y garantías disponibles considerando un periodo de retorno para la evaluación de precipitaciones de 50 años.

Se tendrá en cuenta siempre intentar respetar al máximo la orografía natural del terreno.

#### **7.1.5. Accesos y caminos**

El firme será suficientemente resistente y se hará el acondicionamiento adecuado para el tránsito de los vehículos pesados y maquinaria que se deban utilizar durante la ejecución y posterior mantenimiento de la instalación.

La composición de la carretera y caminos debe estar definida de acuerdo con las características de los vehículos y a las condiciones geológicas del terreno.

Se evitará la formación de charcos y balsas en los laterales del camino.

En el anexo adjuntado se describen las acciones para realizar el acceso a la planta.

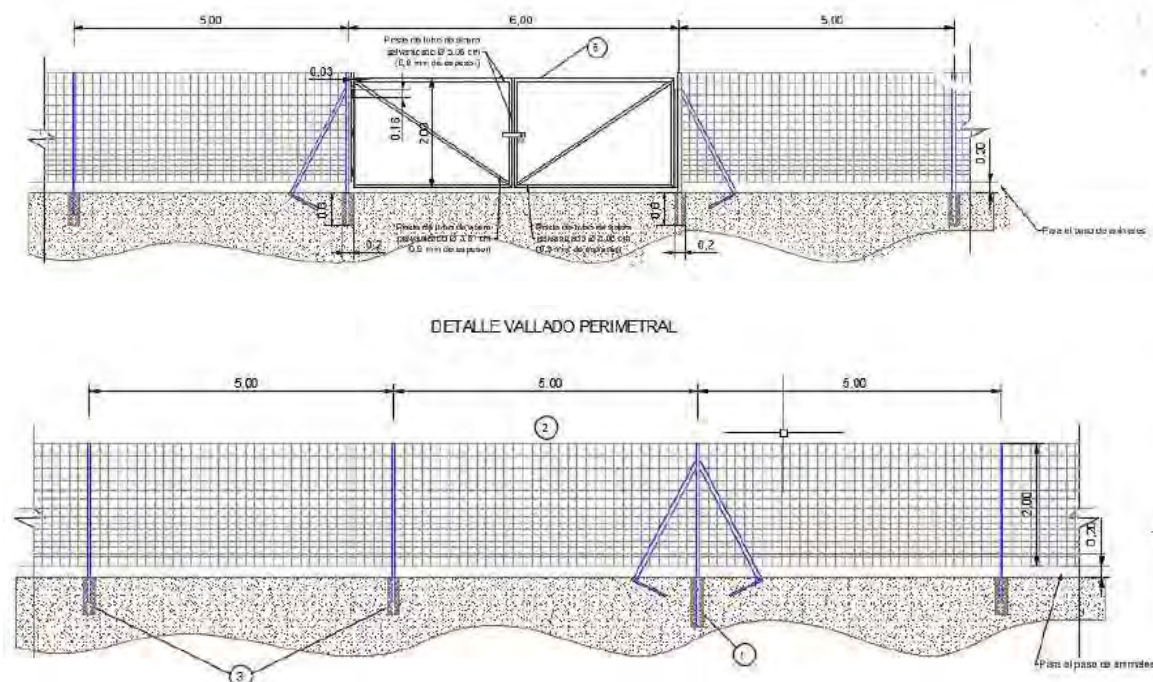
#### **7.1.6. Vallado perimetral**

Todo el recinto de la instalación estará protegido por un cerramiento cinegético realizado con malla anudada de alambre galvanizado. La separación entre los hilos verticales de la malla anudada será de 10 cm, y la distancia entre los horizontales aumentará ligeramente, desde 5-15 cm en la parte superior, hasta 60 cm en la inferior. Se mantendrá una distancia mínima al suelo de 20 cm.

Deberá carecer de elementos cortantes o punzantes y no interrumpirá los cursos naturales de agua ni favorecerá la erosión ni el arrastre de tierras. La altura mínima del vallado será de 2 m.

Los postes serán de tubo de acero galvanizado en caliente, anclados al terreno mediante zapatas aisladas de dimensiones 30 x 30 x 40 cm y estarán colocados a una distancia máxima de 3 metros uno de otro. Las puertas de acceso, como parte del cerramiento perimetral, cumplirán las mismas características de altura. Se instalará una puerta principal motorizada que incluirá una puerta de acceso para peatones.

Detalles del vallado se muestra en las siguientes imágenes:



La malla del vallado presenta la siguiente trama:

DETALLE MATRIZ VALLADO

20
20
20
15
15
15
15
10
10
10
10
10
5
15

Estos accesos, se señalizarán debidamente de forma que se advierta en todo momento de los riesgos existentes a todos los que trabajan o circulan por la obra. En dicho acceso, en sitio visible, se colocarán carteles prohibiendo la entrada a personas ajenas a la obra. Se deberá colocar, como mínimo, la siguiente señalización:

- Prohibido aparcar en la zona de entrada de vehículos.
- Prohibido el paso de peatones por la entrada de vehículos.
- Obligatoriedad del uso del casco en el recinto de la obra.

- Prohibición de entrada a toda persona ajena a la obra.
- Peligro, salida de camiones

No se permitirá la entrada en la obra a visitantes o personas ajenas, salvo que estén debidamente autorizados o vayan acompañados de una persona competente y lleven el equipo de protección adecuado. Se prevé, como medida correctora la creación de una barrera vegetal de 3 unos metros de altura en todo el perímetro de la instalación compuesta por acebuches, matas y algarrobos entre otras especies, respetando así las formaciones predominantes en la zona contando con suficiente frondosidad para cerrar los “pasos visuales” entre formaciones, lo que permitirá minimizar el impacto visual.

#### 7.1.7. Edificaciones

Se procurará la instalación de edificios prefabricados o realizados con módulos de hormigón prefabricados. Cumplirán todas las especificaciones de la normativa vigente, así como el Código técnico de la Edificación (CTE), la normativa de hormigón EHE-08 y el REBT.

La aprobación del Real Decreto Ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de consumidores, incorpora grandes mejoras respecto al Real Decreto 900/2015 y, ha supuesto el auge de las centrales de energías renovables, concretamente de las instalaciones solares fotovoltaicas.

### 7.2. ESTRUCTURA DE LAS PLACAS FOTOVOLTAICAS

La cimentación de dicha estructura consistirá en **hincas de perfiles de acero clavadas directamente en el suelo**, con una profundidad aproximada de 1,3 m. Para ello se utilizará maquinaria específica para el hincado de estos perfiles. El propio diseño de la estructura facilita el montaje, mantenimiento, desmantelamiento y sustitución de paneles. Los materiales que constituyen del sistema de fijación de los paneles disminuyen las dilataciones térmicas de manera que evitan la transmisión de cargas a la estructura.

La estructura será de acero de alta resistencia S275JR y S355JR Magnelis, acero galvanizado en caliente, G-90 y está diseñada para montar módulos de hasta 90 células, aunque puede variarse en función de las necesidades.

La estructura fija estará orientada a 33° en una estructura de 2H. Los módulos se instalarán en estructuras que soportarán 2 filas de 7 paneles, por *string*, en posición horizontal, entendiendo por horizontal que el ancho de los módulos es perpendicular al eje. La distancia entre estructuras (pitch) será de 4,89 m de eje a eje.

### 7.3. INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

#### 7.3.1. Sistema AC/DC

El tipo de conductor que se utilizará será RV-k 0,6/1 kV, hasta 1,8 kV DC, clase II, con la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos excesivos en los conductores. La caída de tensión máxima admitida en el cálculo de las secciones será del 1,5 % para corriente continua y 2 % para corriente alterna. Todo el cableado deberá ser libre de halógenos y cumplirán las siguientes normas:



No propagación de llama según EN 603332-1-2, DIN VDE 0482.

No propagación de incendio según EN 50305-9, EN 50266-2-4.

Baja emisión de humos según EN 50268-2

Baja toxicidad según EN 50305 ITC 3.

Además, el cableado de Baja Tensión que discurra al aire libre deberá ser de calidad solar, es decir, estar a radiación solar directa, trabajar de forma continua a 120 °C y contar con un aval de durabilidad por un período de, al menos 35 años.

Aunque los conductores sean de clase II, todas las estructuras dispondrán de una toma a tierra.

Los módulos irán agrupados en *strings* de 14 módulos en serie, para llegar así a la tensión de trabajo del inversor. Los *strings* irán cableados con conductor de cobre tipo ZZ-F, y con nivel de aislamiento 0,6/1 kV, 1,8 kV DC, clase II. La sección del primer y el último módulo de cada string será de 6, 10 o de 16 mm<sup>2</sup> y cada *string* irá directamente hasta la entrada del inversor. Desde el inversor partirán los conductores correspondientes que irán conectados al cuadro de entrada del transformador. Una vez agrupados, saldrán hacia la entrada del transformador y se evacuará.

El cableado de los *strings* estará sujeto a la estructura del seguidor con bridas, evitando que puedan quedar sueltos. En la entrada de la caja concentradora parcial habrá un fusible para la detección de fallos y un seccionador para comodidad en las labores de mantenimiento.

El tendido de los conductores se hará con sumo cuidado, evitando la formación de cocas y torceduras, así como los roces perjudiciales y las tracciones exageradas, no dándose a los conductores curvaturas superiores a las admisibles para cada tipo. El trazado será lo más rectilíneo posible. Asimismo, deberán tenerse en cuenta los radios de curvatura mínimos, fijados por los fabricantes (o en su defecto los indicados en las normas UNE).

El cableado de AC deberá resistir esfuerzos mecánicos, radiación UV si no están protegidos con tubo y cualquier otra inclemencia medioambiental.

- Será cable de Cobre con aislamiento 0,6/1 kVCA y 1/1,8 kV DC.
- Cumplirán todas las especificaciones de la norma UNE-21123.
- Aislamiento de polietileno reticulado, XLPE.

### 7.3.2. Protecciones y cuadros de conexión

De forma general, la instalación debe contar con las siguientes protecciones en cumplimiento con el artículo 11 del Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre:

- Interruptor general de apertura manual en el punto de conexión, que será un interruptor magnetotérmico con intensidad de cortocircuito superior a la indicada por la empresa distribuidora. Este interruptor será accesible a la empresa distribuidora en todo momento, con objeto de realizar la desconexión manual.
- Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Este interruptor dispondrá de los relés de protección siguientes.
- Protección de mínima tensión, uno por fase, ajustados a 0,85 Um en instantáneo. Puede estar incorporado en el inversor
- Protección de máxima tensión, ajustado a 1,1 Um. Puede estar incorporado en el inversor.

- Un relé de máxima y mínima frecuencia, ajustado a 51 y 49 Hz. Puede estar incorporado en el inversor.

La instalación tendrá protecciones y cuadros de conexiones adecuados para garantizar la seguridad y evitar daños en los equipos en caso de fallo.

La Instrucción Técnica Complementaria ITC-BT-01 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT), define el contacto directo de la siguiente manera: “contacto de personas o animales con partes activas de los materiales y equipos que forman la instalación”; y, el contacto indirecto de la que sigue: “contacto de personas o animales con partes que se han puesto bajo tensión como resultado de un fallo de aislamiento”.

Por otro lado, el REBT en su ITC-BT-24, no especifica que en instalaciones fotovoltaicas haya que aplicar estas medidas de protección.

### **7.3.3. Protecciones en corriente continua**

#### **Contactos directos e indirectos**

Dadas las tensiones de funcionamiento que se darán usualmente en la instalación se tomarán las medidas oportunas en los elementos que la conforman para evitar el contacto directo con las partes activas de los materiales eléctricos.

Los medios que utilizar vienen descritos en la norma UNE 20.460-4-41 y salvo indicación contraria serán habitualmente:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera del alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.
- Para evitar las consecuencias de un posible contacto indirecto no habrá acceso directo a las conexiones, los materiales utilizados cumplirán las siguientes medidas:
- Módulos fotovoltaicos: Bornas de conexión en el interior de las cajas, con la tapa atornillada y el aislamiento normalizado correspondiente en la entrada de cables.
- Tendrán un nivel de aislamiento del tipo clase II.
- Cajas de conexión del campo de paneles: Bornas en el interior de la caja con la tapa atornillada y el aislamiento normalizado correspondiente en la entrada de cables.
- Serán del tipo de doble aislamiento, resistentes a las condiciones climáticas, por lo que tendrán un grado de aislamiento mínimo IP 65 y serán resistentes a la radiación UV.

#### **Protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones**

Para la protección contra las sobrecargas y cortocircuitos que pudieran darse en la parte de corriente continua de la instalación se colocarán fusibles seccionables y se utilizará la protección del inversor.

- Fusibles seccionables: su misión será la de proteger los ramales del generador fotovoltaico contra cortocircuitos u otro tipo de sobre intensidad. A la vez, permitirán el aislamiento de cada

ramal del resto del generador fotovoltaico cuando sea necesario, ya sea por labores de mantenimiento u otras incidencias que lo requieran. Estarán ubicados en las cajas de conexiones de grupos paralelos instaladas a este propósito. Cada ramal dispondrá de dos unidades (una en el positivo y otra en el negativo). Serán del calibre adecuado a la intensidad máxima admisible del conductor.

- El inversor, tiene en la entrada un magnetotérmico que protege a los cables de entrada contra las posibles sobrecargas y cortocircuitos.
- Para la protección de la instalación contra posibles sobretensiones de origen atmosférico, se utilizarán varistores y pararrayos.
- Varistores: Son dispositivos de protección frente a sobretensiones inducidas por descargas atmosféricas. Se ha previsto una protección interna, incorporada en el inversor, que elimina los peligros de las sobre tensiones que puedan aparecer, bien ante caídas directas o bien por sobre tensiones inducidas por caídas cercanas a la instalación. Opcionalmente, se podrán colocar varistores, distribuidos en las cajas de conexiones del campo fotovoltaico, al objeto de realizar la protección “basta” contra la sobretensión generada, dejando a los varistores del inversor la protección “fina” de la misma.

En cada una de las cajas concentradoras parciales, entre polos y tierra, y entre polos a la salida de la concentración de series. El descargador de sobretensiones que se adoptará será de la marca DEHN, modelo DEHNguard Y PV 1000 o similar, con configuración en estrella.

#### **7.3.4. Protecciones en corriente alterna**

Los medios que utilizar para la protección de contactos directos vienen descritos en la norma UNE 20.460- 4-41 y salvo indicación contraria serán habitualmente:

Protección por aislamiento de las partes activas.

- Protección por medio de barreras o envoltentes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera del alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará la puesta a tierra de las masas asociado con interruptores diferenciales que desconectan el circuito en caso de defecto. Con tal fin, en el origen de los circuitos, se instalarán interruptores con bobina de desconexión por protección diferencial. La sensibilidad de estos será de 30 o de 300 mA, garantizando una protección altamente eficaz.

#### **Protecciones contra sobreintensidades y sobretensiones**

La instalación dispondrá de elementos de protección contra sobretensiones y sobre intensidades.

Los defectos motivados por sobrecarga o cortocircuito que se pudiesen presentar en los conductores se protegerán mediante interruptores automáticos magnetotérmicos omnipolares de calibre adecuado a la intensidad máxima admisible del conductor. El poder de corte de los interruptores automáticos estará dimensionado de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en la instalación.

Todos estos aparatos irán instalados en un conjunto de cajas modulares en consonancia con la normativa aplicable.

Todos estos aparatos irán instalados en un conjunto de cajas modulares de doble aislamiento, de gran robustez mecánica, construidas con poliéster reforzado con fibra de vidrio y tapas de policarbonato transparente, ininflamables, no higroscópicas, resistentes a la corrosión, duración ilimitada y mecanizables, siendo las características técnicas las siguientes:

- Autoextinguibilidad, según Norma UNE 53315/75
- Grado de Protección, IP-659 según Norma UNE.
- Rigidez Dieléctrica, superior a 5.000 V.
- Resistencia de Aislamiento, superior a 5 MΩ

### **Armónicos y compatibilidad electromagnética**

La instalación deberá cumplir con lo dispuesto en el artículo 13 del Real Decreto 1663/2000 sobre armónicos y compatibilidad electromagnética en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

#### **7.3.5. Protecciones propias del inversor**

El artículo 12 del Real Decreto 1663/2000 obliga a que la separación galvánica de cada instalación fotovoltaica y la red de la compañía suministradora quede garantizada por el propio transformador que posee cada CT.

Por otro lado, aunque el punto de conexión no se realice en baja tensión, el inversor debe cumplir la normativa establecida en el Real Decreto 1663/2000 de 29 de septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, de modo que:

- Las funciones de protección de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión a que se refiere el Artículo 11 del RD citado anteriormente estarán integradas en el equipo inversor, y las maniobras de desconexión-conexión por actuación de estas serán realizadas mediante un contactor que realizará el rearme automático del equipo una vez que se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red. Este contactor cumplirá con lo especificado en el apto 7 del Art. 11 del RD 1663/2000 por el que podrán integrarse estas protecciones (como así es de hecho para el inversor seleccionado) en el propio inversor.
- La protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia estará dentro de los valores de 51 y 49 Hz, respectivamente y los de máxima y mínima tensión entre 1,1 y 0,85 Um, respectivamente, existiendo imposibilidad de modificar los valores de ajuste de las protecciones por el usuario mediante software.
- En el caso de que la red de distribución a la que se conecta la instalación fotovoltaica se desconecte por cualquier motivo, el inversor no mantendrá la tensión en la línea de distribución.

Además, los inversores incluyen bases de fusibles seleccionables de entrada y protección magnetotérmica de salida, y demás protecciones ya mencionadas anteriormente.

Como se ha comentado en el lado de corriente continua, en cada una de las cajas concentradoras parciales, entre polos y tierra, y entre polos a la salida de la concentración de series. El descargador de sobretensiones que se adoptará será de la marca DEHN, modelo DEHNguard Y PV 1000 o similar, con configuración en estrella, y cuyas características pueden verse en el Anexo I de especificaciones de los equipos.

#### 7.4. INSTALACIÓN DE MEDIA TENSIÓN

El circuito lo compondrá un cable subterráneo que discurrirá por el lateral de los caminos y entre las filas de las estructuras. Irá directamente enterrado con conductores de aluminio Eprotenax Compact HEPR 12/15 KV y protección antirroedores, de sección 1x1x300 mm<sup>2</sup> (véase en el anexo correspondiente), enlazándose en las celdas de los CS, 3 en total, entre sí y 1 centro de transformación independiente, resultando dos líneas de 15 kV al CS. Por la misma canalización se prevé un cable de enlace de tierra o de acompañamiento de 1x50mm<sup>2</sup> en cobre desnudo.

- El tendido de los circuitos de media tensión se realizará siguiendo los siguientes puntos:
- El tendido subterráneo será de cable de aluminio de 12/15 kV, tipo HEPR.
- Cumplirán con los requisitos correspondientes a las normas UNE, todos los requisitos del Reglamento de líneas alta tensión.
- Donde sea requerido por compañía eléctrica o normativa autonómica los cables aislados cumplirán con grado de seguridad normal (S) o grado de alta seguridad (AS).
- Montaje subterráneo con el CS, con arena de río y placa de señalización.

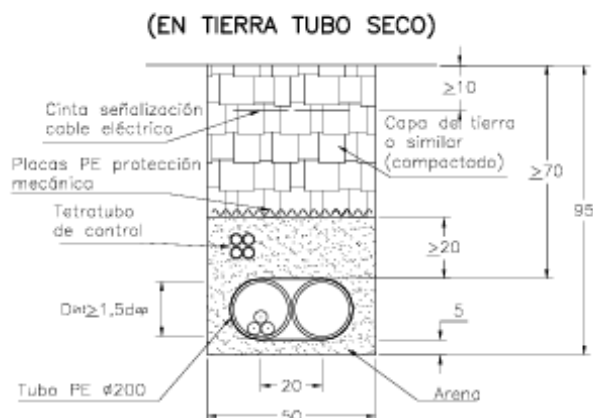
El sistema mixto de la planta fotovoltaica es el encargado de conectar todas las estaciones de media tensión entre sí, concretamente conectando de manera mixta los transformadores de cada una de ellas mediante una terna trifásica RHZ1 12/20 kV AI y el CS “Félix de Azara” situado en la planta BESS con autoconsumo.

La zanja de distribución por donde circulará dicha línea de evacuación tendrá una profundidad de 0,95 metros y una anchura de 0,50 metros como mínimo, dicha zanja tendrá una longitud aproximada de 1,2 km.

Se instalarán arquetas registrables de conexión eléctrica y comunicación del tipo prefabricada de hormigón sin fondo registrable capaz de soportar cargas de 400 kN con marco de chapa galvanizada y tapas de fundición.

Los terminales utilizados serán de aislamiento seco, según la sección y naturaleza del cable indicado anteriormente.

Las pantallas de los cables irán conectadas a la tierra general de la planta fotovoltaica en cada uno de los extremos de los diferentes tramos.



## 7.5. RESUMEN DE CABLEADO POR TRAMOS

En el siguiente apartado se resume el cableado que será instalado en cada tramo del sistema de evacuación interior.

Sección	Material conductor	Material aislante	Tipo de instalación
<i>De string a caja de string</i>			
6 mm <sup>2</sup>	Cu	XLPE	Sujeto a estructura
10 mm <sup>2</sup>	Cu	XLPE	Sujeto a estructura
16 mm <sup>2</sup>	Cu	XLPE	Sujeto a estructura
<i>De caja de string hasta inversores (CTs)</i>			
400 mm <sup>2</sup>	Al	XLPE	Enterrada en zanjas
240 mm <sup>2</sup>	Al	XLPE	Enterrada en zanjas
<i>EntresCTs, hasta CS y MT BESS</i>			
400 mm <sup>2</sup>	Al	XLPE	Enterrada en zanjas

## 7.6. PROTECCIONES

Las posiciones que se van a especificar en este documento son:

- Posiciones MT
- Circuitos
- Medida
- Acoplamiento
- Servicios Auxiliares
- Batería de condensadores

En general, en el caso de la MT, el relé multifunción estará incorporado en la propia celda, salvo casos particulares, e incorporará además de las funciones protectivas correspondientes, funciones de control de la posición.

FUNCIONES PROTECTIVAS PRINCIPALES	
87L	Diferencial longitudinal, fases segregadas
21	Distancia
25	Sincronismo
79	Reenganchador

49	Imagen Térmica
51	Máxima intensidad no direccional de fases
67N	Máxima intensidad direccional de tierras
51N	Máxima intensidad no direccional de tierras
3	Vigilancia de bobinas
	Localizador de defectos
	Oscilografía

FUNCIONES PROTECTIVAS SECUNDARIAS	
21	Distancia
51	Máxima intensidad no direccional de fases
67N	Máxima intensidad direccional de tierras
51N	Máxima intensidad no direccional de tierras
25	Sincronismo
79	Reenganchador
49	Imagen Térmica
3	Vigilancia de bobinas
	Localizador de defectos
	Discordancia de polos
	Oscilografía

Las funciones 51 y 51N serán protecciones exclusivamente de apoyo ante faltas entre fases (51) y entre fase y tierra (51N), según características l/t. Solo podrán ser utilizadas en posiciones de distribución cuya explotación sea de tipo radial, no interconectadas con generación o conectadas con generación débil.

Para aquellas líneas cuya longitud sea inferior a 10 Km, deberá estar siempre habilitada, tanto como función principal como secundaria, la función diferencial longitudinal (87L) utilizando para ello, si fuese necesario, un equipo multifunción 1 como equipo multifunción 2. Con motivo de prestar apoyo remoto, se deberá activar en ambos equipos la función distancia (21) y, utilizando las vías de comunicación existentes, se dotará a esta función de comunicación.

Para líneas de mayor distancia, se podrá optar por los siguientes esquemas protectores siguiendo ese orden de preferencia:

- Opción A:
  - Funciones protectoras principales: función 87L y, como apoyo remoto, la función 21 con comunicación.
  - Funciones protectoras secundarias: función 87L (utilizando RMF1 como RMF2 en caso de ser necesario) y, como apoyo remoto, la función 21 con comunicación.
- Opción B:
  - Funciones protectoras principales: función 87L y, como apoyo remoto, la función 21 con comunicación. En caso de no ser posible la activación de la 87L, se quedará como reserva activándose como principal la función 21 con comunicación.
  - Función protectora secundaria: función 21 con comunicación.

Sin perjuicio de lo anterior, como función protectora de apoyo y siempre y cuando exista interruptor de acoplamiento, podrá activarse la función 21 Tacón con direccionalidad a espaldas, es decir hacia la subestación local, cuya orden de disparo se hará exclusivamente sobre dicho interruptor de acoplamiento.



Los relés multifunción con función 87L se interconectarán mediante fibra óptica directa punto a punto. Adicionalmente, sobre el mismo soporte, dichos relés podrían transmitir/recibir órdenes de teledisparo por actuación funciones 50S-62 y/o 87B.

### **7.7. CUADROS ELÉCTRICOS**

Los cuadros serán verificados, probados y ensayados según la normativa vigente. Se entregarán con su correspondiente protocolo de ensayos, verificación y pruebas y su correspondiente juego de planos desarrollados. Se entregará declaración de conformidad certificado IP, de tensión de aislamiento y rigidez dieléctrica. Deberán marcarse los componentes del cuadro, así como sus cables según lo especificado en los planos desarrollados. Respecto a éstos, se respetarán los colores prescritos en la normativa. Las características de los armarios de cuadros de BT serán las siguientes:

- Deberán ser aptos para instalaciones exteriores en material poliéster y en interiores en chapa.
- Serán auto-extinguibles.
- Las cajas de intemperie cumplirán con IP65, mientras que las de interior tendrán un mínimo de IP20.
- Grado de protección contra impactos mecánicos externos IK10.
- Resistentes a la temperatura: -40° C y 100 horas a + 150 ° C.
- Entrada y salida de cables por la parte inferior por medio de prensaestopas. Estos serán de distintos diámetros ubicados en la parte inferior de las cajas con un IP68.
- El embarrado general de los cuadros se realizará mediante pletina de cobre de características y dimensiones adecuadas a su diseño.
- Apertura por medio de puerta abatible con llave.
- Se realizarán los ensayos relativos a los riesgos del fuego.
- En caso de cierre con tornillos estos deberán ser imperdibles.
- No presentarán agujeros o prensaestopas sin sellar, para impedir la entrada de agua y así no perder la estanqueidad.
- Todos los armarios dispondrán de una clema o barra de conexión a tierra.
- Se dispondrán las protecciones necesarias para proteger toda la instalación y sus componentes (cables, estructuras, módulos, inversores, motores, etc.) de contactos directos, indirectos, sobre tensiones, sobre intensidades, fallo de aislamiento.
- Todas las partes accesibles serán protegidas contra el contacto directo mediante planchas de material aislante tipo metacrilato y deberán ir señalizadas con la pegatina de riesgo eléctrico.

### **7.8. PUESTAS A TIERRA**

La puesta a tierra de las masas de la instalación tiene por objeto proteger a las personas en el caso de un defecto que provoque la aparición de corriente en un punto donde no debe haberla.

El artículo 12 del Real Decreto 1663/2000 indica que “las masas de la instalación fotovoltaica estarán conectadas a tierra independientemente del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, así como de las masas del resto del suministro”.

En el punto 5.9.3. Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE también se indica lo mismo que en el artículo 12 del RD 1663/2000, pero sin mencionar la independencia con respecto a las masas del resto del suministro.

Por otro lado, la ITC-BT-40 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, indica en el punto 8.2.3. que, cuando la instalación receptora esté acoplada a una Red de Distribución pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución.

Con el fin de conseguir niveles admisibles de las tensiones de paso y contacto, la planta irá dotada de una malla de tierras, la cual constará de:

Red de conductores de 50 mm<sup>2</sup> de sección a una profundidad de 0,8 m por debajo del terreno, conectando los anillos del CS con los Centros de Transformación, siguiendo el trazado de los cables de media tensión.

La unión entre la malla del CS se realizará con conductor de 120 mm<sup>2</sup>.

Red de conductores de 35 mm<sup>2</sup> uniendo los Centros de transformación con los seguidores de la planta y con cable aislado de la misma sección los inversores.

Cada Centro de transformación dispone de un anillo de puesta a tierra exterior de 50 mm<sup>2</sup> enterrado a una profundidad de 0,8 m.

Los seguidores se encuentran unidos entre ellos mediante un conductor de 16 mm<sup>2</sup> por la superficie.

Conductor de tierra de 35 mm<sup>2</sup> siguiendo todo el vallado exterior de la planta.

Para justificar que RT es lo suficiente baja ( $RT < 10 \Omega$ ), se cumplirá lo especificado en los reglamentos. Cuando finalice la obra, se medirán las tensiones de paso y contacto y se asegurará que su valor sea inferior a los valores marcados por la ITC-RAT-13.

Será necesario instalar una infraestructura con pararrayos.

Antes de la puesta en marcha de las instalaciones, se realizarán las mediciones de la resistencia de la puesta a Tierra.

## **7.9. SERVICIOS AUXILIARES**

Se dispondrá de un sistema de SS.AA. para alimentar los equipos de la Planta: inversores, CTs, equipos de control, seguridad, comunicaciones, estación meteorológica, etc. Estará dimensionada para cubrir todas las necesidades. Para ello se definirá un sistema de SS.AA. de potencia adecuada a las necesidades. Será necesario el uso de un transformador ya que los inversores tienen a su salida corriente alterna trifásica a 400 V por lo que, directamente desde el embarrado de la salida de los inversores, se implantaría un transformador 400/240 V para el circuito de SS.AA.

## **7.10. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL**

El sistema de monitorización y control de la instalación de almacenamiento y fotovoltaica permitirá controlar desde un PC todas las diferentes variables de la instalación: parámetros de funcionamiento de los inversores e histórico de datos. Esta comunicación es posible mediante las tarjetas integrables en los inversores que permiten la comunicación entre la instalación fotovoltaica y un PC.

Con la información suministrada por la red de inversores, el sistema de monitorización y control tendrá una visión completa (tipo SCADA) del estado de la Planta y permitirá un mejor aprovechamiento de esta, permitiendo detectar averías en tiempo real, tomar medidas correctoras que eviten la inutilización

de un equipo y la correspondiente pérdida de producción, así como la adopción de medidas correctoras que eviten la inutilización de un inversor y la correspondiente pérdida de producción.

El PC o servidor sobre el que se instale el sistema de monitorización y control se ubicará en el CS, el cual deberá estar convenientemente ventilado y climatizado. Además, se instalará un sistema de alimentación ininterrumpida (SAI) que permita mantener operativo el sistema de control y monitorización, así como el sistema de seguridad, ante posibles cortes de alimentación durante un período mínimo de una hora.

En esta Planta FV se ha optado por un sistema cableado de comunicaciones vía ethernet, por lo que los elementos que se instalarán serán:

- Cable de comunicaciones de fibra óptica entre los inversores y el PC.
- Tarjetas de entradas analógicas en los inversores para la lectura de variables meteorológicas externas provenientes de la estación meteorológica.
- Tarjetas en los inversores para la conexión con el PC.
- Repartidores ópticos, switches, routers, etc. para la transición fibra óptica – cobre (RJ-45, Ethernet, TCP/IP).

En el Centro de Seccionamiento se instalará un PC para visualizar las variables de la instalación y gestionirlas de la forma más eficientemente posible. En el PC se instalará un software que permita la integración de inversores y dispositivos para el control bajo un mismo software. Este software posibilitará:

- Configuración individual de cada uno de los inversores de la instalación.
- Visualización on-line de las variables internas del inversor.
- Visualización de todos los inversores de la planta en una misma pantalla.
- Posibilidad de captura y archivo en disco del histórico de datos.
- Representación del histórico de datos en forma de tablas o gráficas de diversos tipos.
- Almacenamiento de datos.
- Módem configurable para el envío de alarmas por SMS.

La relación de variables visualizables on-line y que son memorizadas por el inversor son las siguientes:

- Energía total entregada a la red.
- Tiempo total en estado operativo.
- Número total de conexiones a red.
- Número total de errores.
- Estado de las alarmas.
- Estado de funcionamiento interno.
- Tensión de los paneles solares.
- Corriente y potencia de los paneles solares.
- Corriente y potencia de salida a la red.

- Coseno de Phi.
- Signo del seno de Phi.
- Tensión de la red.
- Frecuencia de la red.
- Fecha y hora actual.

En la pantalla informativa del inversor aparecerán los parámetros más importantes de la instalación:

- Energía acumulada.
- Energía diaria.
- Potencia instantánea.
- Irradiancia.
- Temperatura del módulo.
- Temperatura ambiente.
- Velocidad del viento.

El sistema de control estará comunicado con el SCADA del Despacho del Gestión del Promotor, de manera que se pueda llevar a cabo una monitorización y gestión integral de la Planta. Así mismo, los datos de Producción de la Planta deberán enviarse al Centro de Control para el Régimen Especial de REE (CECRE). La definición de los sistemas de telecomunicaciones desde el CS hasta el exterior (Despacho del Promotor y CECRE) deberá ser objeto del Proyecto de Ejecución de Detalle.

### **7.11. SISTEMA DE SEGURIDAD**

Las instalaciones deberán estar vigilada 24h mediante personal convenientemente habilitado, evitando posibles robos de los materiales de las instalaciones.

Además, se instalará un sistema de seguridad perimetral que perseguirá evitar la intrusión de personas y/o vehículos a los recintos que delimitan la Planta Solar.

El objetivo fundamental de este sistema es proporcionar un perímetro hermético en el mayor grado posible que permita detectar cualquier intento de intrusión en el perímetro restringido. Este sistema estará formado por los siguientes elementos mínimos:

Sistema de CCTV dotado de cámaras con visión infrarroja. Se dispondrán cámaras en los siguientes lugares:

- Perimetrales, que permitan la visualización de todo el perímetro de la planta.
- Junto a la entrada de la planta.
- Dispositivos de detección de movimiento, que activarán una alarma y redirigirán las cámaras del CCTV. Estarán conectados a la central de recepción de alarmas, que estará directamente comunicada con el personal de la Planta.
- También se podrán utilizar columnas barreras de microondas o sistemas adicionales.

## **8. ESTIMACIONES DE LA INSTALACIÓN**

### **8.1. RADIACIÓN SOBRE SUPERFICIE HORIZONTAL**

Los datos climatológicos considerados en las parcelas para el cálculo-simulación de la producción de la planta solar fotovoltaica han sido extrapolados de los datos disponibles de la base de datos de Meteonorm 8.1.

### **8.2. RADIACIÓN SOBRE SUPERFICIE REAL**

Los cálculos se realizan teniendo en cuenta la inclinación real y la orientación azimutal de los paneles en la posición definitiva.

El cálculo de la producción de un sistema fotovoltaico real requiere de la evaluación de otros parámetros que reducen el rendimiento global. Estos parámetros son designados como “pérdidas debidas a la operación”.

### **8.3. PÉRDIDAS EN EL SISTEMA FOTOVOLTICO**

Dentro de un sistema fotovoltaico existen varias topologías de pérdidas, las principales son descritas a continuación:

- Rendimiento del campo fotovoltaico:
- Degradación.
- Efecto de la temperatura.
- Pérdidas por suciedad.
- Pérdidas por reflectancia angular y espectral.
- Por nivel de Irradiancia.
- Perdidas por sombras.
- Pérdidas por sombras perimetrales.
- Pérdidas por Tolerancia.
- Perdidas por efecto Mismatch.
- Pérdidas del cableado de continua.
- Pérdidas por eficiencia Inversor.
- Pérdidas por seguimiento punto de máxima potencia.
- Pérdidas por el cableado de alterna (V)
- Pérdidas por disponibilidad.

### **8.4. RANGO DE POTENCIA DEL MÓDULO**

La potencia de todos los módulos fotovoltaicos no es exactamente idéntica, sino que su potencia nominal, referida a las condiciones estándar de medida, presenta una determinada dispersión (habitualmente esta dispersión es tipo gaussiana), y aunque los módulos tengan la misma potencia,

puede ser que sus tensiones e intensidades sean diferentes, para esto el fabricante suministrador del panel envía el “Flash Report”. Esto trae consigo que si no se colocan debidamente (los módulos están clasificados en intensidad, por lo tanto, se deberá de agrupar en serie atendiendo a la igualdad de corriente), al ponerlos en serie evitamos que se produzca una pérdida de potencia dentro de la misma serie de paneles con distintas características eléctricas.

El fabricante normalmente garantiza que la potencia de un módulo de potencia nominal,  $P_n$ , está dentro de una banda que puede oscilar entre  $\pm 3\%$  y  $\pm 10\%$ .

## 8.5. EFECTO DE LA TEMPERATURA

Las pérdidas por temperatura dependen de las diferencias de temperatura en los módulos y los  $25^\circ\text{C}$  de las CEM (Condiciones estándar de medida), del tipo de célula y encapsulado y del viento, por ejemplo, si los módulos están sobre cubierta o fachada sin aireación por detrás, esta diferencia es del orden de  $15^\circ\text{C}$  sobre la temperatura ambiente, para una irradiancia de  $1000 \text{ W/m}^2$ .

La temperatura afecta principalmente a los valores de voltaje de la característica I-V, y tiene su mayor influencia en el voltaje de circuito abierto, aunque también modifica los valores del punto de máxima potencia y el valor de  $I_{cc}$  (muy ligeramente).

Para calcular la temperatura del módulo se ha considerado como una buena aproximación las expresiones del Método Simplificado de cálculo:

$$P_m = P'_m + \frac{G}{G'} (1 - \delta (T_c - T'_c))$$

$$T_c = T_{amb} + (I_{inc} * \frac{TONC - 20}{800})$$

Denominado:

- $P_m$  = Potencia en el punto de máxima potencia del generador.
- $P'_m$  = Potencia nominal en condiciones estándar, STC.
- $T_c$  = Temperatura de las células solares, que se considera la temperatura del módulo, en  $^\circ\text{C}$ .
- $T'_c$  = Temperatura en las STC,  $25^\circ\text{C}$ .
- $T_{amb}$  = Temperatura media ambiente en la sombra, en  $^\circ\text{C}$ , medida con el termómetro.
- $I_{inc}$  = Irradiancia incidente (máxima media anual) en ( $\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$ ).
- TONC = Temperatura de Operación Normal de la Célula.
- $G$ : Irradiancia solar en  $\text{W/m}^2$  sobre un plano inclinado  $20^\circ$  sobre la horizontal.
- $G'$ : Irradiancia en STC,  $1.000 \text{ W/m}^2$ .

El coeficiente que representa la variación de la potencia máxima del generador fotovoltaico con la temperatura y es característico de cada módulo.

$$\delta = \frac{\partial P_{mp}}{\partial T}$$

El método utilizado para estimar el comportamiento de los módulos es el método del “único diodo”, que simplifica el funcionamiento de un módulo a un circuito equivalente con un solo diodo.

El efecto anual de la temperatura sobre la potencia suministrada por el generador fotovoltaico es la reducción de esta en un 4,5%.

## 8.6. PÉRDIDAS POR SUCIEDAD DE LOS MÓDULOS

Las pérdidas por suciedad en un día determinado pueden ser del 0% al día siguiente de un día de lluvia y llegar al 3% cuando los módulos están muy sucios.

Con un mantenimiento adecuado de la instalación las pérdidas por suciedad en los módulos no tienen por qué superar el 3%, salvo condiciones extremas.

## 8.7. PÉRDIDAS POR MISMATCH

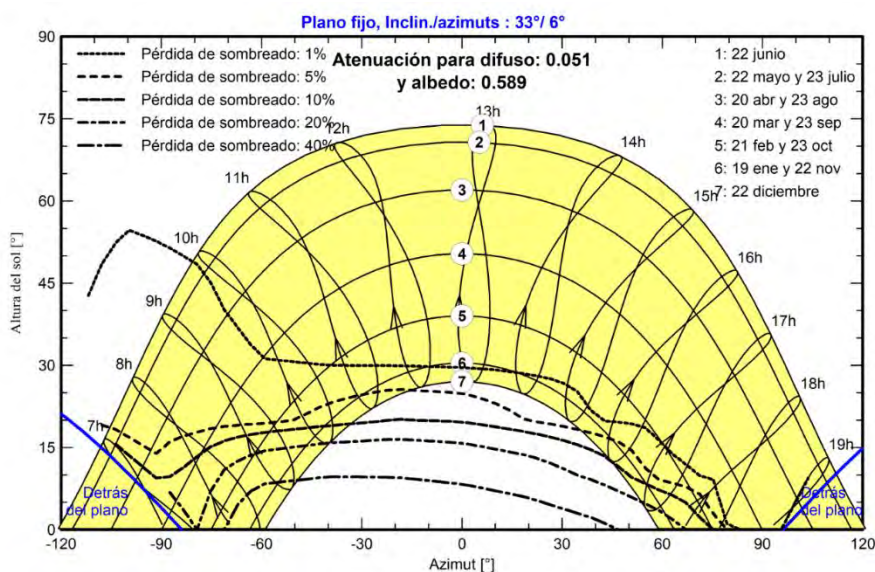
La posible no uniformidad de la iluminación tiene un efecto negativo en la reducción del factor de forma de la curva I-V, por un efecto de la resistencia en serie y comportamiento térmico del dispositivo.

Las pérdidas de potencia por dispersión de parámetros o “*mismatching*” deben ser también tenidas en cuenta. Estas pérdidas están asociadas al hecho de que las células y/o módulos que forman el generador fotovoltaico no son todas idénticas, sino que sus parámetros eléctricos varían, por lo que no todos ellos pueden trabajar simultáneamente en su punto de máxima potencia.

Dado que el conexionado de los módulos se ha realiza teniendo en cuenta que el valor de intensidad en el punto de máxima potencia de los módulos sea lo más parecido posible, estas pérdidas están acotadas en 1% - 3%.

## 8.8. PÉRDIDAS POR SOMBRAS

Las pérdidas por sombras son calculadas en cómputo anual de la instalación teniendo en cuenta la trayectoria solar, durante todos los meses del año estimadas según cálculos de la herramienta informática incluidas las sombras perimetrales directas y por ocultamiento del Horizonte, vallado, etc.





## 8.9. DISPONIBILIDAD

La disponibilidad depende fundamentalmente de las características de los generadores fotovoltaicos y de las condiciones ambientales de la zona de ubicación, condiciones de la red eléctrica, así como del mantenimiento, en función de los cuales se ha estimado una disponibilidad del 98% el primer año.

## 8.10. PÉRDIDAS EN EL INVERSOR

La operación de inversor implica dos tipos de pérdidas:

1. Pérdidas por rendimiento de conversión DC/AC del inversor. Estas pérdidas son debidas a los componentes de conmutación. Las pérdidas se han calculado a partir del rendimiento europeo del inversor. Este rendimiento es del 98,3% proporcionado por el fabricante.
2. Pérdidas en el cableado de alterna AC. Son las pérdidas debidas a las pérdidas generadas por el cableado de alterna que une el inversor con el transformador. Dichas pérdidas son estimadas según los cálculos sobre el 0,1% aproximadamente.

## 8.11. RESULTADOS DE SIMULACIÓN

Los resultados de las simulaciones serán expuestos en el anexo de cálculos, siendo los resultados más relevantes:

- Producción: 1.629 kwh/kw/año
- Performance ratio: 83,59%

La producción estimada, después de pérdidas, se sitúa en un ratio de 1.629 kWh/kW/año, lo que hace un total de 4.695,89 MWh/año. A esta estimación de producción debemos reducirle lo estimado como pérdidas en transformadores y las pérdidas estimadas por la Compañía Eléctrica desde el punto de medida al punto de entronque y conexión.

Todo cálculo de producción es muy sensible a los componentes del campo FV utilizado, desde condiciones meteorológicas a un sin fin de variables correlacionadas. La energía solar fotovoltaica ayuda a disminuir problemas medioambientales como el efecto invernadero (provocado por las emisiones de CO<sub>2</sub>).

El consumo medio por hogar, medias referidas al parque total de viviendas, para la zona mediterránea, se estima un consumo anual de 8.363 kWh las necesidades energéticas totales y en 3.487kWh únicamente las eléctricas. Fuente: IDAE (Consumos del Sector Residencial en España, Resumen de Información Básica”).

Para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero asociadas a la producción de energía eléctrica consumida en 2022, el factor de emisión a aplicar al consumo eléctrico es 0,4184 kg CO<sub>2</sub>eq/kWh, según datos de la Dirección General de Economía Circular, Transición Energética y Cambio Climático.

## 9. SISTEMA ELÉCTRICO

### 9.1. ALIMENTACIÓN EN BAJA TENSIÓN

Se exponen a continuación las características básicas de los cuadros de alimentación en baja tensión, ya sea en corriente alterna o continua.

### 9.1.1. Cuadro de Alimentación de Servicios Auxiliares

Su misión principal será la de proteger contra sobrecargas y cortocircuitos, los equipos de la subestación elevadora que se alimenten a baja tensión. Para realizar esa tarea de protección, se instalará en todos los circuitos interruptores automáticos magnetotérmicos de calibre adecuado a la sección a proteger. Se conectarán las carcassas de los equipos a la red de tierra, con objeto de evitar la aparición de sobretensiones de contacto. Asimismo, se instalarán dispositivos diferenciales, de sensibilidad conveniente para limitar las corrientes de defecto en los cortocircuitos.

La intensidad de defecto  $I_{fn}$  es la mínima con la que el interruptor debe disparar con seguridad. La resistencia máxima de la tierra se calcula según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión MIE-BT 021 mediante la fórmula: Su misión principal será la de proteger contra sobrecargas y cortocircuitos, los equipos de los CTs que se alimenten a baja tensión. Para realizar esa tarea de protección, se instalará en todos los circuitos interruptores automáticos magnetotérmicos de calibre adecuado a la sección a proteger. Se conectarán las carcassas de los equipos a la red de tierra, con objeto de evitar la aparición de sobretensiones de contacto. Asimismo, se instalarán dispositivos diferenciales, de sensibilidad conveniente para limitar las corrientes de defecto en los cortocircuitos. La intensidad de defecto  $I_{fn}$  es la mínima con la que el interruptor debe disparar con seguridad. La resistencia máxima de la tierra se calcula según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión MIE-BT 021 mediante la fórmula:

$$R_t = \frac{U_b}{I_{fn}}$$

Siendo:

$R_t$ : resistencia máxima de tierra F. L.

$U_b$ : Tensión de contacto máxima admisible.

$I_{fn}$ : Intensidad nominal de defecto del interruptor de protección.

En este caso, considerando como  $U_b$  máxima de contacto 24 V por tratarse de un local en el que puede haber humedad, y  $I_{fn} = 300$  mA, tendremos:

$$R_t = \frac{24}{0,3} = 80 \, \Omega$$

Resistencia superior al valor obtenido de resistencia a tierra de la instalación en el anexo correspondiente.

### 9.1.2. Cuadro de Baterías y Alimentación

Está destinado a proveer de una fuente de alimentación segura a los circuitos de mando, control y señalización fundamentales. Se alimentará desde el cuadro de distribución de baja tensión descrita en el párrafo anterior.

Se utilizará un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (S.A.I.) de 400 Vca / 48 Vcc, con capacidad para alimentar 20 A y una autonomía de 80 Ah. Este equipo se utilizará para alimentación del accionamiento de los interruptores y relés de protección. Dispondrán de un magnetotérmico de protección en la entrada de cada fuente y otro de protección en la distribución.

### 9.1.3. Cuadro de Control

Se utilizará un panel metálico de la serie PS-4000 de Rittal color gris RAL 7032 texturizado en chapa de acero de espesor mínimo de 2 mm y estructura de perfiles reforzados. Dispondrá de puertas que permitan el acceso frontal, con cierres rápidos de seguridad. Estará formado por los mandos e indicadores de la apartamentada de 30, así como los parámetros eléctricos de la línea, mediante consolas digitales. En este mismo panel se instalará una unidad de telecontrol, que mediante comunicación directa con cada una de las protecciones, recopilará la información del estado de cada una de las líneas, incluidos los valores eléctricos, históricos de disparos, etc. Desde esta unidad, mediante un PC local o remoto (vía módem en este último caso) se podrá acceder a todos los valores anteriores y realizar las maniobras de apertura y cierre de interruptores. El PC local también tendrá la misión de realizar el envío de mensajes de alarma a los teléfonos móviles del personal de mantenimiento.

### 9.1.4. Grupo electrógeno

Se instalará un grupo electrógeno, alimentado por gasoil, para suplir energía a los servicios auxiliares cuando no exista generación ni posibilidad de alimentación de la red.

Potencia (kVA)	10
Tensión (V)	400/240
Frecuencia (Hz)	50
r.p.m.	1.500

### 9.1.5. Protecciones

Las protecciones irán alojadas en un cuadro ubicado en la posición correspondiente, evitando así el tendido de cables con las señales de tensión e intensidad por la instalación. La única excepción será la protección del transformador, que irá alojada en el cuadro de control. Como ya ha sido indicado, todas estas protecciones estarán comunicadas con una unidad de control central ubicada en el panel de control.

Con el objetivo de dar una protección general a la instalación, así como a la acometida y dar cumplimiento a aquello descrito en la normativa especificada y a la reglamentación vigente se ha previsto disponer las protecciones que a continuación se detallan:

- *Sobreintensidades (50+51) y (67N).*
- *Defectos de tensión en barras (27) (59) y (59N).*

## 9.2. TRANSFORMADORES

### 9.2.1. Transformador de servicios auxiliares

Para el suministro a los servicios auxiliares se instalará un transformador, conectado a las barras de 15 kV mediante la cabina correspondiente. Las características de este transformador son:

Potencia aparente (kVA)	10
Relación de transformación (kV)	15/0,4
Conexión	Dyn11
Tensión de cortocircuito (%)	4,0
Regulación	Vacío
Tomas (%)	+2,5 +-5
Clase de aislamiento	F

Tipo de aislamiento

Seco encapsulado

### 9.3. CABINAS DE MEDIA TENSIÓN

#### 9.3.1. Descripción general

Todo el aparellaje de 15 kV irá ubicado en celdas metálicas prefabricadas de aislamiento en SF<sub>6</sub> del tipo CGP de ORMAZABAL o similar. Serán de 17,5 kV de tensión asignada y 95 kV de tensión de prueba, grado de protección IP65 para los componentes de alta tensión y IP30 para los de baja. La intensidad asignada en barras y derivaciones será 2.500 A, a 40°C y 25 kA de corriente de corta duración (1 s).

#### 9.3.2. Cabina de Medida de Tensión de Barras

Esta cabina se utiliza para la medida de tensión de la zona de 15 kV. Se incluirán los siguientes elementos:

- Un seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra de las características siguientes:

Intensidad asignada (A)	2.500
Tensión asignada (kV)	17,5

- Tres transformadores de tensión de tres secundarios, para protección y medida, de las características siguientes:

Tensión de aislamiento	17,5 kV
Relación de transformación (V)	20.000/Ö3: 110/ Ö3-110/Ö3-110/3 V
Clase y potencia protec. + ferres.	Cl. 3P 50 VA
Clase y potencia medida	Cl. 0,5 20 VA
Clase y potencia protección	Cl. 0,5 20 VA

#### 9.3.3. Posición de Transformador de Servicios Auxiliares

La cabina de interruptor de servicios auxiliares albergará un seccionador con cuchilla de puesta a tierra de las características siguientes:

Intensidad asignada (A)	630
Tensión asignada (kV)	17,5

Además, se instalará un interruptor de hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) como medio extintor del arco, accionado por un resorte tensado por un motorreductor alimentado a 48 Vcc. Las características principales de este interruptor serán:

Intensidad asignada (A)	630
Tensión asignada (kV)	17,5
Poder de corte (kA)	25

El cable utilizado para la conexión del transformador de servicios auxiliares con la cabina será con tres ternas de cable del tipo AL HEPRZ1 12/20 kV 1'50/16 mm<sup>2</sup>. El tendido se realizará por las canalizaciones previstas con tal fin.

### 9.3.4. Posiciones de Línea

Cada posición de línea tendrá los siguientes equipos:

- Un seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra de las características siguientes:

Intensidad asignada (A)	630
Tensión asignada (kV)	17,5

- Un interruptor de hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) como medio extintor del arco, accionado por un resorte tensado por un motorreductor alimentado a 48 Vcc. Las características principales de este interruptor serán:

Intensidad asignada (A)	630
Tensión asignada (kV)	17,5
Poder de corte (kA)	25

- Tres transformadores de intensidad de doble relación primaria y doble secundario, para medida y protección, de las características siguientes:

Tensión de aislamiento	17,5 kV
Relación de transformación	150-300: 5-5-5 A
Clase y potencia protección	Cl. 5P20 20 VA
Clase y potencia protección	Cl. 5P20 20 VA
Clase y potencia medida	Cl. 0,5 15 VA

El cable utilizado para la conexión del transformador de servicios auxiliares con la cabina será con tres ternas de cable del tipo AL HEPRZ1 12/20 kV 1'50/16 mm<sup>2</sup>. El tendido se realizará por las canalizaciones previstas con tal fin.

### 9.3.5. Posiciones de línea de salida

Esta cabina se utiliza para evacuar la potencia de las baterías. A continuación, se instalarán tres descargadores de sobretensiones de las características siguientes:

Tensión máxima a frecuencia industrial (kV)	17,5
Tensión nominal (kV)	20
Intensidad nominal (kA)	20

A continuación, se instalarán un transformador de tensión de las características siguientes:

Tensión de aislamiento (kV)	17,5
Relación de transformación (V)	20.000/Ö3: 110/Ö3 – 110/Ö3 - 110/3
Clase y potencia protección (1)	Cl. 3P 50 VA
Clase y potencia protección (2)	Cl. 0,5 25 VA
Clase y potencia medida	Cl. 0,5 25 VA

- Un seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra de las características siguientes:

Tensión máxima a frecuencia industrial (kV)	17,5
Tensión nominal (kV)	15

Intensidad nominal (A)	630
Poder de corte (kA)	25

- Un interruptor de hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) como medio extintor del arco, accionado por un resorte tensado por un motorreductor alimentado a 48 Vcc. Las características principales de este interruptor serán:

Intensidad asignada (A)	630
Tensión asignada (kV)	17,5
Poder de corte (kA)	25

La medida de intensidad para medida y protección se realizará a continuación del interruptor anterior. Se montarán tres transformadores de intensidad según UNE 21088-1 y UNESA 4201, de doble relación primaria y cuatro secundarios:

Tensión de aislamiento (kV)	17,5
Relación de transformación (A)	150-300: 5-5-5
Clase y potencia protección (1)	Cl. 5P20 30 VA
Clase y potencia protección (2)	Cl. 0,5S 50 VA
Clase y potencia medida	Cl. 0,2S 50 VA

## 10. LINEA DE EVACUACIÓN

### 10.1. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO

La evacuación de la energía eléctrica desde el sistema de almacenamiento del parque de autoconsumo “Félix de Azara” se realizará mediante 1 circuito de media tensión a 15 kV directamente enterrado. En la planta se encuentra el CS que distribuirá la energía por medio de cabinas, entre ellas, tendrá una cabina de salida de la cual parte la línea de evacuación subterránea hasta el punto de conexión concedido por E-DISTRIBUCIÓN en la Subestación SE S. Juan 15kV.

Unido a esto, se ha optado por el soterramiento de la línea en el interior del parque fotovoltaico por seguridad y por minimización del impacto ambiental que éstas producirían en caso de ser aéreas, y en una parte línea de evacuación, debido al paso por una zona protegida. En el recorrido de los cables directamente enterrados, a lo largo de la zanja, se encontrará una placa de protección en la parte superior de dichos cables. Los datos UTM de inicio y final de la línea en la zona de uso 31S son:

- Inicio, X= 475085.26 m E y Y= 4377895.96 m N
- Fin, X= 474398.92 m E y Y= 4377645.52 m N

### 10.2. DESCRIPCIÓN DEL TRAZADO SUBTERRANEO

La línea subterránea discurre por los términos municipales de Palma, provincia de Islas Baleares. En la siguiente tabla se presentan las **coordenadas del CS y la subestación fin (centro de medida) de la línea (Zona 31 UTM):**

NOMBRE	XUTM	YUTM
CS	475085.26 m E	4377895.96 m N
Punto de conexión (CM)	474398.92 m E	4377645.52 m N

### 10.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA LÍNEA SUBTERRÁNEA

La evacuación de la energía desde el CS en la planta de autoconsumo “Félix de Azara” hasta el tramo de M.T. ubicado entre el SE S. JUAN 15kV, se realizará, mediante un circuito en media tensión a 15 kV bajo tubo, por motivos de seguridad y por minimización del impacto ambiental que éstas producirían en caso de ser aérea. La línea subterránea de evacuación de MT 15 kV consta de un conductor de sección 400 mm<sup>2</sup>. El conductor empleado será del tipo RHZ1-OL AL 15 kV de aluminio con aislamiento XLPE 15 kV. La zanja de distribución por donde circulará dicha línea de evacuación tendrá una profundidad de 0,95 metros y una anchura de 0,5 metros. Las características básicas de la línea subterránea se muestran a continuación:

Sistema .....	Corriente Alterna Trifásica
Frecuencia (Hz) .....	50
Tensión nominal (kV) .....	15
Tensión más elevada de la red (kV) .....	17,5
Categoría .....	Terciaria
Número de circuitos .....	1
Número de cables por fase .....	1
Potencia máxima de diseño (kWn): Circuito Félix de Azara.....	2.450
Longitud total tramos subterráneos (m) .....	1.132
Provincias afectadas .....	Palma (Islas Baleares)
Número de cables de fibra óptica .....	1
Tipo de cable de fibra óptica .....	PKP 48
Puesta a tierra pantallas. ....	Cross bonding/Single-Point
Tipo de instalación.....	Canalización tubular hormigonada
Disposición de los cables .....	Simple Circuito
Anchura de la zanja .....	0,5 m
Profundidad de la zanja en terrenos de cultivo .....	0,95 m
Profundidad de la zanja bajo caminos* .....	0,95 m

\*La profundidad de la zanja podrá ser modificada puntualmente por la existencia de alguna afección existentes para cumplir con su normativa sectorial de aplicación.

#### 10.3.1. Disposición física de la línea subterránea

Al tender el cable en la zanja se estará bajo tubo de PE de 200 mm de diámetro, cumpliendo la norma CNL002 y, además, por la parte superior irá cubierta por una capa de tierra compactada que le servirá de protección para no ser tocado inadvertidamente al realizar otros trabajos en las proximidades de su emplazamiento. Además, se colocarán cintas de señalización teniendo en cuenta que su distancia mínima al suelo será de 10 cm y de 30 cm a la parte superior del cable. La profundidad mínima de la canalización deberá ser de 950 mm en acera y tierra a fin de preservar a estos circuitos de las incidencias que se desarrollan en el subsuelo.

A lo largo de todo el recorrido de las canalizaciones se dispondrá tubos de protección de reserva de las mismas características de los indicados anteriormente.

Si fuese necesario se construirán arquetas en todos los cambios de dirección de los tubos, así como en alineaciones superiores a 40 metros, de forma que ésta sea la máxima distancia entre arquetas, así como en los puntos donde sea necesario la realización de empalmes. Los marcos y tapas para arquetas cumplirán con la Norma ONSE 01.01-14. Para las tapas de fundición modelo A-1, los marcos serán de fundición independientemente de su instalación en acera o en calzada, para las tapas A-2 (dos tapas A-1 juntas) los marcos podrán ser también de perfilaría metálica galvanizada. Los dispositivos de cubrimiento y cierre de fundición con grafito esferoidal, de uso en aceras y calzadas, tendrán la clasificación de clase D400, o sea carga de control 400 kN, para todas las tapas. Todas las piezas de



fundición estarán construidas con material de fundición con grafito esferoidal tipo 500-7 según la Norma ISO 1083.

Cuando fuera estrictamente necesario, podrá admitirse una profundidad menor a la indicada anteriormente en este mismo apartado, siempre que se dispongan canalizaciones entubadas especialmente protegidas; teniendo en cuenta, además, las distancias que deben guardarse reglamentariamente a otras canalizaciones.

Las fases estarán dispuestas al tresbolillo, y cada uno de los cables irá por el interior de los tubos anteriormente descritos, quedando todos los tubos embebidos en un prisma de hormigón. La anchura de la zanja será de 0,5 m.

### 10.3.2. Conexión a tierra de las pantallas de los conductores

La conexión de las pantallas elegida es la conexión rígida a tierra (*solidly bonded*), con la cual se consiguen anular los voltajes y corrientes inducidas en las pantallas. Se ha elegido esta configuración, dada la longitud de los circuitos. En la conexión *solidly bonded* la conexión de las pantallas de los cables están conectadas a tierra en ambos extremos, formando un circuito cerrado y ligado electro-magnéticamente con el circuito formado por los conductores.

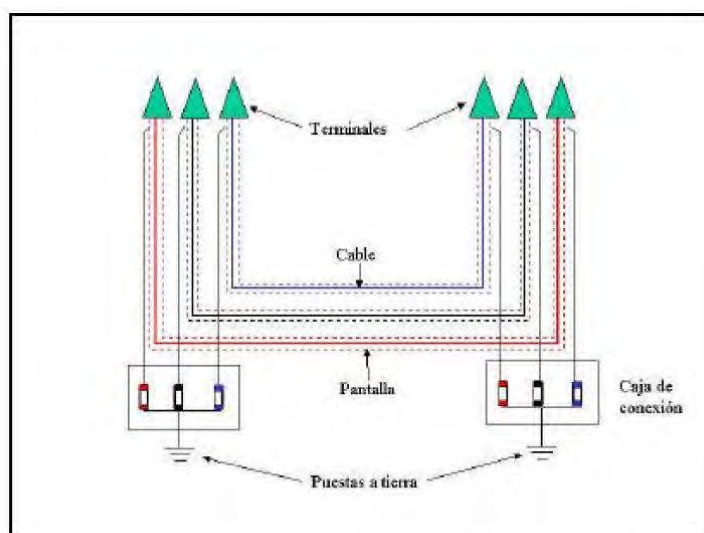


Figura 1: Pantallas conectadas rígidamente a tierra (*solidly bonded*)

### 10.3.3. Lista de materiales

La lista principal de los materiales que componen la instalación son los siguientes: Cable unipolar por fase aislado de potencia Al 1x 400 mm<sup>2</sup> para circuitos de 15 kV.

### 10.3.4. Descripción de los materiales

#### *Cable aislado de potencia*

La línea de 15 kV está constituida por una terna de cables dispuestos en triángulo o al tresbolillo. El cable está constituido por los siguientes elementos:

- Conductor: conductor de aluminio clase 2 de 400 mm<sup>2</sup> de sección. el conductor será de sección circular compacta con obturación longitudinal y de acuerdo con una 21022.

- **Semiconductor interior:** Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor nominal de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.
- **Aislamiento:** El aislamiento estará constituido por un dieléctrico seco extruido, de mezcla aislante tipo Polietileno reticulado XLPE, temperatura de servicio 90°C y temperatura de cortocircuito (duración 5s) de 250 °C.
- **Pantalla semiconductor externa:** Estará constituida por una capa de mezcla semiconductor termoestable extruida, adherida al aislamiento en toda su superficie, con un espesor medio mínimo de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento.
- **Pantalla sobre el conductor:** Su misión es confinar el campo eléctrico, dentro de una superficie cilíndrica equipotencial lo más uniformemente posible, eliminando las irregularidades de los alambres. A tal, se dispone sobre el conductor una capa semiconductor, termoestable y extruida, de espesor medio mínimo de 3 mm y sin acción nociva sobre el conductor y el aislamiento. Sin esta pantalla, el aislamiento quedaría sujeto a distintos gradientes de potencial.
- **Pantalla sobre el aislamiento:** La pantalla metálica debe asegurar la conducción de la corriente de falta y evitar la propagación radial de agua en el cable. Estará realizada con una cinta de aluminio monoplacada, de 1 mm de espesor, formando un tubo longitudinal, con bordes superpuestos al menos 54 mm y encolados, este tubo debe quedar adherido longitudinalmente con continuidad a la cubierta.
- **Cubierta exterior no metálica:** La cubierta exterior será de color rojo y estará constituida por un compuesto termoplástico a base de poliolefina, tipo DMZ1, de acuerdo con la Norma particular de la compañía suministradora REE GE DND001 y DND021 y con la norma UNE –HD 620-5-E. El espesor nominal de la cubierta estará de acuerdo con la tensión nominal del conductor y la sección de este.

#### Características físicas y eléctricas:

Sección Conductor / Pantalla Cu (mm²)	Diámetro nominal sobre aislamiento (1) (mm)	Diámetro nominal exterior (1) (mm)	Peso (1) (kg/km)	Radio mínimo de curvatura (1) (mm)	Intensidad máx. admisible al aire (2) (A)	Intensidad máx. admisible directamente enterrado (2) (A)	Intensidad máx. admisible bajo tubo enterrado (2) (A)	Intensidad máxima de cortocircuito durante 1 s (kA)	
								Conductor	Pantalla
12/20 kV									
1X95 (Al)/16*	23,2	32,1	1075	482	255	205	190	8,93	2,97
1X150 (Al)/16*	25,9	35,2	1300	528	335	260	245	14,1	2,97
1X240 (Al)/16*	30,0	39,3	1685	590	455	345	320	22,6	2,97
1X400 (Al)/16*	35,0	44,6	2230	669	610	445	415	37,6	2,97
1X500 (Cu)/16	39,2	48,7	5910	731	930	635	605	71,5	2,97
1X630 (Cu)/16	42,6	52,2	7355	783	1095	715	675	90,1	2,97

Sección Conductor / Pantalla Cu (mm²)	Resistencia en corriente continua a 20 °C (Ω/km)	Resistencia en corriente alterna a 90 °C (Ω/km)	Reactancia inductiva a 50 Hz (Ω/km)	Capacidad (μF/km)	Resistencia homopolar Ro (Ω/km)	Reactancia inductiva homopolar Xo (Ω/km)	Capacidad homopolar Co (μF/km)
<b>12/20 kV</b>							
1X95 (Al)/16*	0,320	0,403	0,125	0,216	1,155	0,514	0,216
1X150 (Al)/16*	0,206	0,262	0,117	0,251	1,038	0,508	0,251
1X240 (Al)/16*	0,125	0,161	0,108	0,304	0,952	0,503	0,304
1X400 (Al)/16*	0,0778	0,102	0,101	0,368	0,900	0,500	0,368
1X500 (Cu)/16	0,0366	0,051	0,099	0,422	0,855	0,500	0,422
1X630 (Cu)/16	0,0283	0,0408	0,095	0,465	0,844	0,498	0,465

- Terminales apantallados de interior

Los terminales serán adecuados para el tipo de conductor empleado, y aptos igualmente para la tensión de servicio. Cumplirán las normas HD-629.2 y UNE-EN 50180 y UNE-EN 50181.

- Terminales de exterior termorretráctil

En estos terminales, mediante la aplicación de un tubo termorretráctil de un material especial cubriendo la superficie del aislamiento en el terminal y solapado sobre el semiconductor exterior del cable, se consigue un control del campo que queda repartido sobre la longitud del terminal y evita la concentración de las líneas de campo en la zona en la que termina el semiconductor exterior.

El conjunto se recubre con otro tubo termorretráctil con características anti-tracking y se colocan las campanas para extender la línea de fuga. Cumplieran la norma UNE-HD 629.1-S1.

- Empalmes

Los empalmes serán adecuados para el tipo de conductores empleados y aptos igualmente para la tensión de servicio.

Los empalmes para conductores con aislamiento seco podrán estar constituidos por un manguito metálico que realice la unión a presión de la parte conductora, sin debilitamiento de sección ni producción de vacíos superficiales.

El aislamiento podrá ser constituido a base de cinta semiconductor interior, cinta autovulcanizable, cinta para compactar, trenza de tierra y nuevo encintado de compactación final, o utilizando materiales termorretráctiles, o premoldeados u otro sistema de eficacia equivalente.

Los empalmes cumplirán las normas UNE 21.021 y UNE-EN 61238, además de la Normas Particulares del Grupo REE DND002 para los empalmes y NNZ036 para los manguitos de unión.

- Tubo de polietileno

Las características técnicas del tubo de polietileno son:

Tipo de material: PE (Polietileno).

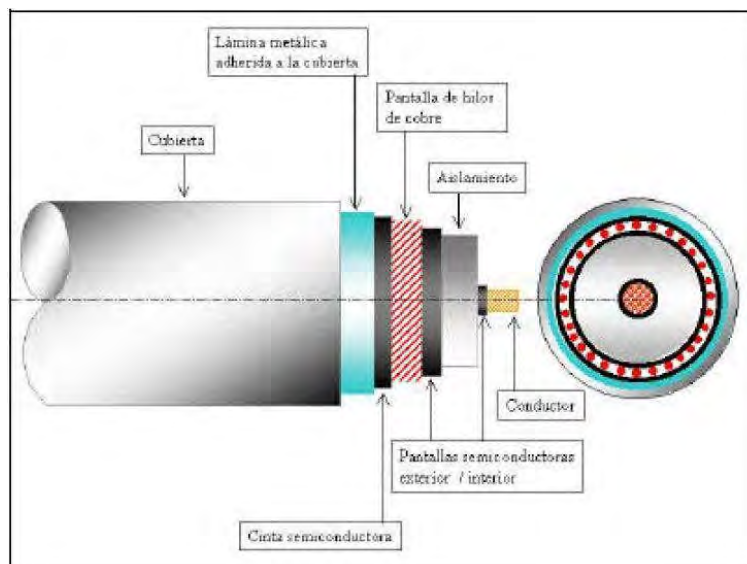
Tipo de construcción: Doble pared (Interior lisa, exterior corrugada) rígido. Diámetro interior: 170 mm mínimo.

Diámetro exterior: 200 mm.

Resistencia a la compresión: mayor de 450 N. Resistencia al impacto: Tipo N (uso normal). Color: Rojo.

Marcas en el tubo: Indeleble. Indicando nombre o marca del fabricante designación, año de fabricación, lote y Norma UNE EN 50086-2-4.

Resto de características: Según Norma GE CNL002.



### 10.3.5. Cajas de conexión

#### 10.3.5.1. Cajas de conexión tripolar de exterior con y sin descargadores

Es una caja de conexión con tapa practicable de chapa de acero inoxidable para fijación sobre torre o pórtico a la intemperie. Esta envolvente proporciona un grado de protección IP54 s/EN 60529. Dispone en uno de sus laterales de cinco prensaestopas; tres para la entrada de los cables concéntricos conectados a las pantallas de los cables de alta en los empalmes o terminales, el cuarto para el cable conectado a la toma de tierra del sistema y el quinto para el cable de tierra del propio cuerpo de la caja.

Los terminales engastados en los conductores de los cables de pantalla están soportados sobre una placa aislante. Ello permite disponer de pantallas aisladas para la realización de ensayos o bien, mediante pletinas, efectuar los puentes para conectar las pantallas. La tapa y el cuerpo de la caja se cierra mediante tornillería inoxidable y junta de estanqueidad de goma.

#### 10.3.5.2. Cajas de conexión trifásica para cruzamiento de pantallas

Esta caja estará preparada para instalarse a nivel de suelo y enterrada. Debe permitir el aislar la pantalla para la realización de los ensayos de cubierta. La tapa y el cuerpo de la caja se cerrarán mediante tornillería inoxidable o similar. Estará preparada para la realización del cruzamiento de pantallas en su interior. Deberán ser capaces, además, de contener los efectos de un cortocircuito interno y cumplirán el grado de protección IP68 a 1 m de profundidad según EN 60.529 e IK10 según EN 50.102.

#### 10.3.5.3. Cajas de conexión tripolar enterrada de puestas a tierra directa

Es una caja de conexión con tapa atornillable de acero inoxidable para instalaciones enterradas bien sea directamente o tubulares. Esta envolvente proporciona un grado de protección IP68 s/EN 60529. Dispone en uno de sus laterales de cinco prensaestopas; tres para la entrada de los cables concéntricos conectados a las pantallas de los cables de alta en los empalmes o terminales, el cuarto para el cable conectado a la toma de tierra del sistema y el quinto para el cable de tierra del propio cuerpo de la caja.

Los terminales engastados en los conductores de los cables de pantalla están soportados sobre una placa aislante. Ello permite disponer de pantallas aisladas para la realización de ensayos o bien mediante pletinas efectuar los puentes para conectar las pantallas. La tapa y el cuerpo de la caja se cierran mediante tornillería inoxidable y junta de estanqueidad de goma.

### 10.3.6. Cables de conexión entre pantallas y cajas de conexión

#### 10.3.6.1. Cable unipolar

Estos cables servirán para enlazar las pantallas de los cables A.T. con las cajas de conexión. Se utilizarán en todos los puntos de conexión rígida a tierra. No se utilizarán en los puntos donde halla conexiones especiales de cruzamiento de pantallas o cross bonding. Este cable estará constituido por un conductor de cobre, aislamiento de XLPE y cubierta de poliolefina. Las secciones de estos cables serán de 300 mm<sup>2</sup>.

#### 10.3.6.2. Cable concéntrico

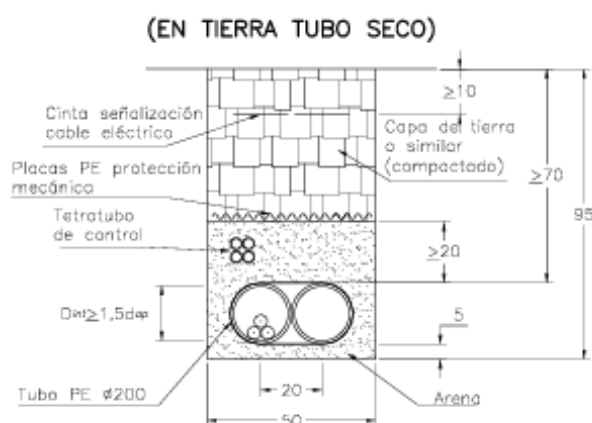
Estos cables se utilizarán en los puntos de empalme de cruzamiento de pantallas o cross bonding. Las pantallas de los dos lados del empalme serán el interior y el exterior del cable concéntrico. Las conexiones estarán diseñadas para minimizar la longitud de este tipo de cables, que no deberá sobrepasar los 10m. Este cable estará constituido por un conductor de cobre de 2x300 mm<sup>2</sup>, un aislamiento de XLPE y un conductor concéntrico de hilos de cobre de la misma sección que el conductor principal.

## 10.4. CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA CIVIL

### 10.4.1. Zanja

La línea subterránea objeto de proyecto dispondrá en su trazado de zanja tubular hormigonada en simple circuito. En su transcurso por terrenos de cultivo, la zanja tipo tendrá unas dimensiones de 0,50 m de anchura y 0,95 m de profundidad.

La disposición de los tubos, que será siempre en tresbolillo, vendrá obligada por el empleo de separadores situados cada 1 metro. Cada uno de los cables irá por el interior de un tubo de polietileno de doble capa, quedando todos los tubos embebidos en un prisma de hormigón que sirve de protección a los tubos y provoca que éstos estén rodeados de un medio de propiedades de disipación térmica definidas y estables en el tiempo.



Los tubos de polietileno de doble capa tendrán una resistencia a compresión tipo 450 N y una resistencia al impacto Normal, según norma UNE-EN 50086-2-4.

La profundidad de la zanja a realizar para el soterramiento de la línea subterránea de alta tensión, salvo cruzamientos con otras canalizaciones que obliguen a variar la profundidad de la línea, será de 0,95 metros en caminos de tierra y bajo acera/calzada, y 0,95 m en terrenos de cultivo.



Los tubos irán colocados sobre una solera de hormigón HM-20 de 10 cm de espesor. Tras colocar los tubos se rellena de hormigón hasta 15 cm por encima de la cota superior de los mismos. El relleno con tierras se realizará con un mínimo grado de compactación del 95% Proctor Modificado.

La cinta de señalización, que servirá para advertir de la presencia de cables de alta tensión, se colocará a unos 25 cm por encima del prisma de hormigón que protege los tubos.

En todo momento, tanto en el plano vertical como en el horizontal, se deberá respetar el radio mínimo que durante las operaciones del tendido permite el cable a soterrar, así como el radio de curvatura permitido para el tubo utilizado para la canalización. Debido a esto, la aparición de un servicio implica la corrección de la rasante del fondo de la zanja a uno y otro lado, a fin de conseguirlo. Aun respetando el radio de curvatura indicado, se deberá evitar hacer una zanja con continuas subidas y bajadas que podrían hacer inviable el tendido de los cables por el aumento de la tracción necesaria para realizarlo.

Por último, se procederá a la reposición del pavimento o firme existente si fuese necesario, en función de la zona por la que transcurra la instalación. La reposición del pavimento será de la misma naturaleza que la del entorno.

#### **10.4.2. Cámaras de empalme**

Puesto que la longitud de la línea es inferior a la longitud máxima de cable a transportar en una bobina, no es necesario realizar empalmes, de los que ya se ha hablado con anterioridad, y dichos empalmes son instalados en cámaras diseñadas para tal fin, por lo que el presente proyecto no tendrá cámaras aun así pasamos a describir sus características.

Las cámaras de empalme serán no visitables, se realizan con muros de hormigón armado y pueden ser prefabricadas o pueden ejecutarse in-situ.

Una vez realizado el hueco para la cámara de empalme con las dimensiones necesarias, se colocarán paredes fabricadas con bloques de hormigón, y se procederá a ejecutar una solera de hormigón HM-20 de 15 cm de espesor. Los cables y empalmes serán fijados mediante bridas a la solera para evitar posibles esfuerzos.

En las cámaras en las que se deba realizar puesta a tierra de las pantallas, ya sea directa o a través de descargadores, deben hincarse por cada circuito cuatro picas en las esquinas y unirse formando un anillo mediante conductor de cobre desnudo de mínimo 50 mm<sup>2</sup>.

Cuando sea necesario conectar las pantallas metálicas a una caja de transposición de pantallas para conexión *solidly bonded* o a una caja de puesta a tierra a través de descargador, se facilitará la salida de los cables coaxiales de interconexión a través de un agujero en las paredes de la cámara de empalme, para llevarlos hasta la caja correspondiente, la cual se situará lo más próxima posible a la cámara de empalme.

Una vez realizados los empalmes de los cables y las pruebas de instalación y tras colocar un lecho de arena para los mismos, la cámara se rellenará de arena de río o mina, de granulometría entre 0,2 y 1 mm, y de una resistividad de 1 K×m/W, colocándose encima de este relleno de arena una capa de hormigón HM-20 de 10 cm como protección.

#### **10.4.3. Arquetas de ayuda al tendido**

Al tratarse de una instalación en la que los cables van entubados en todo su recorrido, en los cambios importantes de dirección se colocarán arquetas de ayuda para facilitar el tendido del cable. Las paredes de estas arquetas deberán entibarse de modo que no se produzcan desprendimientos que puedan perjudicar los trabajos de tendido del cable, y dispondrán de una solera de hormigón de 10 cm de espesor. Una vez que se hayan tendido los cables se dará continuidad a las canalizaciones en las



arquetas, y se recubrirán de una capa de hormigón de forma que quede al mismo nivel que el resto de la zanja.

Finalmente se rellenará la arqueta con tierras compactadas y se repondrá el pavimento si fuese necesario.

#### **10.4.4. Hitos de señalización**

A lo largo del trazado de la línea subterránea se realizará la señalización exterior de la canalización colocando hitos a lo largo del tendido a una distancia máxima de 50 metros entre ellos y, teniendo la precaución que, desde cualquiera, se vea, al menos, el anterior y posterior. También se señalarán los cambios de sentido.

#### **10.4.5. Perforación dirigida**

Con objeto de realizar cruzamientos con carreteras, ríos, vías de tren, etc. que no permitan la apertura de zanja a través de ellos, se empleará la perforación dirigida, que consiste en un topo que realiza una excavación parabólica bajo el cruzamiento a realizar.

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

Podrán realizarse perforación mediante tubos independientes para cada conductor o bien una vaina que agrupe varios conductores, que a su vez pueden estar o no en subconductor. Los tubos serán de polietileno de alta densidad y la vaina metálica.

#### **10.4.6. Perforación horizontal o hınca**

En el caso de necesidad de cruzamientos cortos que no permitan la apertura de zanja a través de ellos, otra opción diferente a la perforación dirigida sería realizar una hınca de acero, que consiste en realizar una perforación horizontal con tubo de acero bajo el cruzamiento a atravesar.

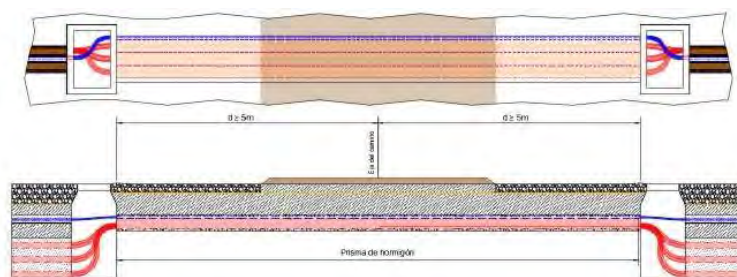
Se empleará un tubo de acero para agrupar varios conductores.

#### **10.4.7. Canalizaciones bajo carretera**

Construcción de una canalización subterránea para cruzamiento bajo carretera o camino para la circulación del tendido de cableado eléctrico y de telecomunicación perteneciente a los circuitos de evacuación en AT que parten desde el CS Félix de Azara ubicado en el interior de la planta de autoconsumo “Félix de Azara”, hasta en el tramo de M.T. ubicado en SE S. JUAN 15kV.

Esta canalización estará formada por un conjunto compuesto de dos arquetas registrables a ambos lados del camino. Las arquetas utilizadas para el cruce con camino serán registrables.

La correspondiente canalización se realizará a través de tubo para cada uno de los circuitos de los que se compone la línea de evacuación y para el cableado de telecomunicaciones. El tubo empleado para los tendidos de cableado eléctrico será de PE doble pared reforzada, con pared interior lisa de 250 mm de diámetro cada uno mientras que para el tendido de cableado de telecomunicaciones será de PE de 50 mm de diámetro cada uno. La canalización irá hormigonada en toda la longitud de la vía, y los tubos circularán bajo está a una distancia mínima de 0,60 metros hasta la parte superior del tubo.



#### 10.4.8. Perforaciones subterráneas

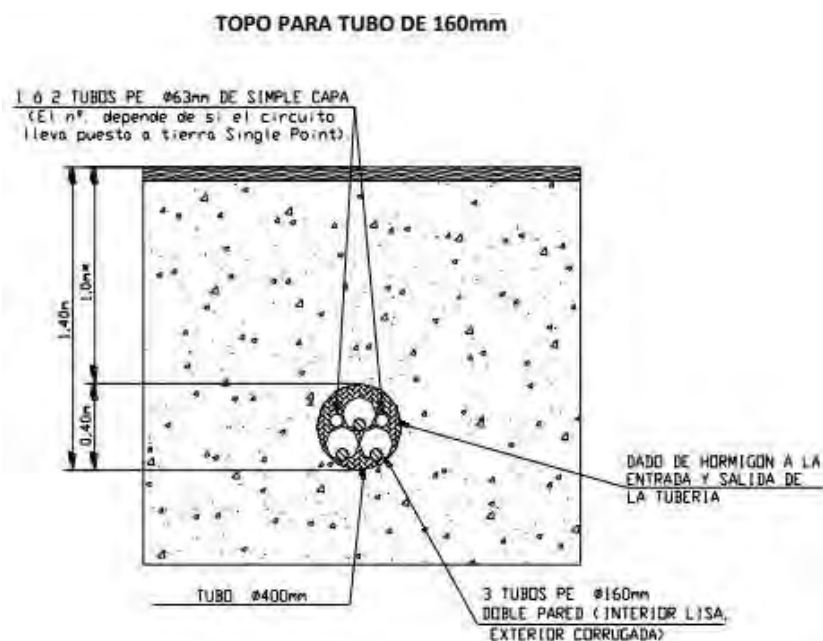
Se utilizará estos sistemas de instalación en aquellas zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas

Estas técnicas podrán utilizarse en el caso de que se conozca el emplazamiento de las instalaciones subterráneas existentes y se disponga de espacio suficiente para situar los hoyos de ataque de los extremos, si son necesarios, así como la maquinaria y medios auxiliares precisos.

Su ventaja más importante es que no alteran el medio físico, evitándose la rotura de pavimentos, movimientos de tierras, construcción de la propia excavación, etc., por lo que las molestias vecinales y de tráfico son mínimas.

Estas técnicas están particularmente indicadas en cruces de vías públicas, carreteras, ferrocarriles, ríos, etc., donde no sea posible abrir zanjas, así como en ciudades monumentales o lugares de especial protección. También pueden ser necesarias para el cruce de alguna vía de circulación para la cual el organismo afectado solamente diera permiso para cruzar mediante estos sistemas.

Dependiendo del sistema usado para la perforación se colocará o bien una tubería metálica o bien una tubería de polietileno de alta densidad. Dentro de esta tubería se colocarán los tubos de polietileno por los que se introducirán los cables. Una vez colocados los tubos, se hormigonará la entrada de la tubería, con un pequeño dado, con el fin de impedir la entrada de humedad en el tubo. Por cada perforación tipo “topo” se canalizará un circuito.



En caso de línea con dos circuitos, se realizarán dos perforaciones subterráneas para canalizar por cada perforación un circuito. Esto se realizará así en general, tanto por facilidad a la hora de la instalación de los tubos de polietileno por su interior, como para que los cables de ambos circuitos puedan ir separados y no suponga la perforación subterránea un punto caliente de la línea, y sobre todo para no tener que ir a perforaciones de diámetros difíciles de encontrar en el mercado.

#### **10.4.9. Cruzamientos y Paralelismos**

El soterramiento de cables deberá cumplir con todos los requisitos señalados en el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de Seguridad en las líneas de media tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 06 (RD 223/2008 de 15 de febrero) y con todas las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes afectados, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cables subterráneos de media tensión.

##### **10.4.9.1. Cruzamiento**

A continuación, se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos de media tensión.

###### *10.4.9.1.1. Con calles y carreteras*

La profundidad a la que irá el cruzamiento será la misma de la línea en general. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial. No se permite la ubicación de empalmes en estos cruces, debiendo estar dichos empalmes a una distancia superior a 3 metros del cruzamiento.

La profundidad hasta la parte superior del tubo más próximo a la superficie no será inferior a 0,6 metros.

###### *10.4.9.1.2. Con ferrocarriles*

Los cables se colocarán perpendiculares a la vía siempre que sea posible, y a una profundidad mínima de 1,1 m respecto a la cara inferior de la traviesa. No se permite la ubicación de empalmes en estos cruces, debiendo estar dichos empalmes a una distancia superior a 3 metros del cruzamiento.

###### *10.4.9.1.3. Con otros cables de energía eléctrica*

Siempre que sea posible, se procurará que los cables de media tensión discurren por debajo de los de media y baja tensión. La distancia mínima vertical entre un cable de energía eléctrica de media tensión y otros cables de energía eléctrica será de 0,25 m. La distancia horizontal del punto de cruce a los empalmes será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias mínimas, los conductores de media tensión se dispondrán separados de la otra línea mediante chapas de acero solapadas de 10 mm de espesor colocadas de forma que ocupen prácticamente todo el ancho de la zanja ejecutada para el soterramiento de la línea de media tensión. Estas chapas de acero quedarán embebidas dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares.

###### *10.4.9.1.4. Con cables de telecomunicaciones.*

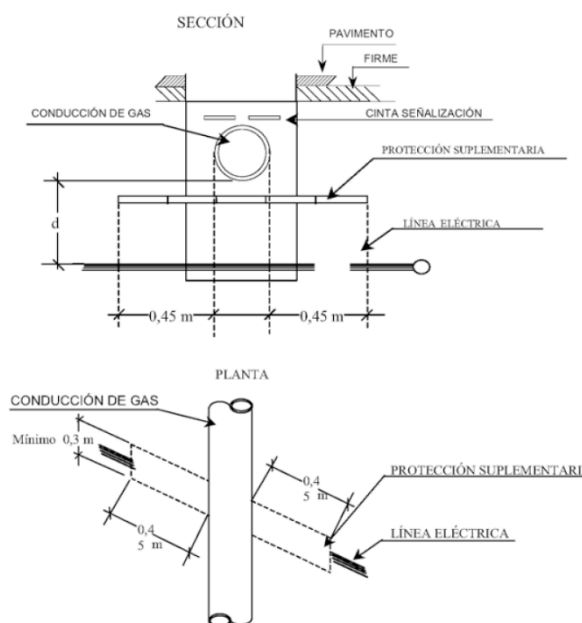
La separación mínima vertical entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,2 m. La distancia horizontal del punto de cruce a los empalmes, tanto del cable de energía como del cable de telecomunicaciones, será superior a 1 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias mínimas, los conductores de media tensión se dispondrán separados mediante chapas de acero solapadas de 10 mm de espesor colocadas de forma que ocupen prácticamente todo el ancho de la zanja ejecutada para el soterramiento de la línea de media tensión. Esta chapa de acero quedará embebida dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares.

#### 10.4.9.1.5. Con canalizaciones de agua

La distancia mínima vertical entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,2 m. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua, o de los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otras a una distancia horizontal superior a 1 m del cruce. Cuando no puedan respetarse estas distancias, los conductores de media tensión se dispondrán separados mediante chapas de acero solapadas de 10 mm de espesor colocadas de forma que ocupen prácticamente todo el ancho de la zanja ejecutada para el soterramiento de la línea de media tensión. Esta chapa de acero quedará embebida dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares.

#### 10.4.9.1.6. Con canalizaciones de gas

En los cruces de líneas subterráneas de media tensión con canalizaciones de gas deberá mantenerse una distancia vertical mínima de 0,4 m. Cuando no pueda mantenerse esta distancia, podrá reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta 0,25 m. Esta protección suplementaria que colocar entre servicios estará constituida por chapas de acero solapadas de 10 mm de espesor que ocupen prácticamente todo el ancho de la zanja ejecutada para el soterramiento de la línea de media tensión. Esta chapa de acero quedará embebida dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares. En la figura siguiente se muestra un esquema con las dimensiones de la protección suplementaria.



#### 10.4.9.1.7. Con depósitos de carburante

Los cables distarán, como mínimo, 1,2 m del depósito. No se permite la ubicación de empalmes en estos cruces, y los extremos de los tubos rebasarán al depósito, como mínimo, 2 metros por cada extremo.

#### 10.4.9.1.8. Con ríos

Cuando no sea posible realizar el paso del río sobre puentes, se cruzará por debajo del cauce mediante la ejecución de zanjas o mediante perforaciones subterráneas dirigidas tipo "topo". Para minimizar los efectos de la erosión que pueda producirse por arrastre de las aguas, se mantendrá una distancia mínima de 1,5 m entre el lecho del cauce y la parte superior del prisma de hormigón que cubre los tubos de polietileno (en caso de canalización mediante zanjas) o de 1,5 m entre el lecho del cauce y la

superior de la tubería por la que van los cables (en caso de que el cruce se realice mediante perforación subterránea dirigida). En los casos en que el lecho del cauce del río esté constituido por terrenos fangosos será necesario hacer un estudio de erosionabilidad del río para establecer la profundidad a la que debe de situarse la canalización.

En caso de que la canalización subterránea tenga grandes dificultades constructivas y además no sea posible el paso sobre puentes, se podrá canalizar la línea por una estructura resistente (viga) que se ejecute expresamente para unir dos zonas aproximadamente al mismo nivel y así poder canalizar los cables de energía por ella.

Esto se establece como norma general que sólo podrá ser variada en algún caso concreto (normalmente se tratará de un servicio aislado y profundo, tipo pluviales o residuales, que permite pasar por encima).

En todo momento, también en el plano vertical, se deberá respetar el radio mínimo que durante las operaciones del tendido permite el cable a canalizar, así como el radio de curvatura permitido para el tubo utilizado para la canalización. Debido a esto, la aparición de un servicio implica la corrección de la rasante del fondo de la zanja a uno y otro lado, a fin de conseguirlo.

Aun respetando el radio de curvatura indicado, se deberá evitar hacer una zanja con continuas subidas y bajadas que podrían hacer inviable el tendido de los cables por el aumento de la tracción necesaria para realizarlo.

#### **10.4.9.2. Paralelismos**

El soterramiento de cables de media tensión deberá cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, procurando evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

##### *10.4.9.2.1. Con otros cables de energía eléctrica*

Los cables de media tensión podrán instalarse paralelamente a otros cables de energía eléctrica, manteniendo entre ellos una distancia horizontal mínima de 0,50 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia de 0,50 m, como protección se dispondrán chapas de acero de 10 mm de espesor entre ambas líneas. Estas chapas de acero quedarán embebidas dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares.

La disposición de las chapas de acero será función de la posición de los otros cables, ya que la misión de dichas chapas será la de proteger al prisma de hormigón frente a posibles trabajos de excavación en la línea eléctrica cercana. Asimismo, si la distancia entre los empalmes de una línea y los cables de la línea paralela es menor de 1,5 metros, también se dispondrá una protección suplementaria de chapas de acero a lo largo del paralelismo entre empalmes de una línea y la otra.

La distancia mínima de 0,50 m está marcada para casos de paralelismos muy cortos, pero para casos de paralelismos superiores a 15 m siempre habrá que tener en cuenta el efecto térmico producido por cada línea por si éste obligara a reducir la potencia transportada, efecto que no será necesario considerarlo si la distancia entre las líneas es superior a 2 metros.

##### *10.4.9.2.2. Con otros cables de telecomunicaciones*

La separación horizontal mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,4 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia de 0,40 m, como protección se dispondrán chapas de acero de 10 mm de espesor entre ambas líneas. Estas chapas de acero quedarán embebidas dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares. La disposición de las chapas de acero será

función de la posición de los cables de telecomunicaciones, ya que la misión de dichas chapas será la de proteger al prisma de hormigón frente a posibles trabajos de excavación en la línea de telecomunicaciones cercana. Asimismo, si la distancia entre los empalmes de una línea (ya sea la de telecomunicaciones o la de energía eléctrica) y los cables de la otra es menor de 1 m, también se dispondrá una protección suplementaria de chapas de acero a lo largo del paralelismo entre empalmes de una línea y la otra.

#### 10.4.9.2.2.1. Con canalizaciones de agua

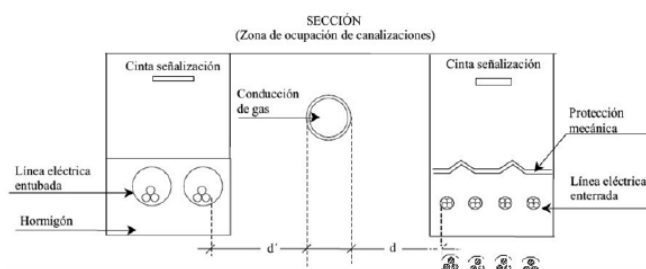
La distancia mínima horizontal entre los cables de energía eléctrica y canalizaciones de agua será de 0,4 m. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía y las juntas de las canalizaciones de agua será de 1m. Cuando no pueda respetarse esta distancia de 0,40m, como protección se dispondrán chapas de acero de 10 mm de espesor entre ambas líneas. Estas chapas de acero deberán quedar embebidas dentro del prisma de hormigón que rellena los tubulares. Se procurará que la canalización de agua quede por debajo del nivel del cable eléctrico. Por otro lado, las arterias importantes de agua se dispondrán alejadas de forma que se aseguren distancias superiores a 1 m respecto a los cables eléctricos de media tensión.

#### 10.4.9.2.2.2. Con canalizaciones de gas

En los paralelismos de líneas subterráneas de media tensión con canalizaciones de gas, deberán mantenerse las distancias mínimas que se establecen en la tabla que sigue. Cuando no puedan mantenerse estas distancias, podrán reducirse mediante colocación de una protección suplementaria, hasta las distancias mínimas establecidas en la tabla que sigue. Como protección suplementaria se dispondrán chapas de acero de 10 mm de espesor entre ambas líneas.

	Presión de la instalación de gas	Distancia mínima (d) sin protección suplementaria	Distancia mínima (d') con protección suplementaria
Canalizaciones y acometidas.	En alta presión >4 bar.	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión $\leq$ 4 bar.	0,25 m	0,15 m
Acometida interior*	En alta presión >4 bar.	0,40 m	0,25 m
	En media y baja presión $\leq$ 4 bar.	0,20 m	0,10 m

En la siguiente Figura se muestra un esquema con las dimensiones de la protección suplementaria. La distancia mínima entre los empalmes de los cables de energía eléctrica y las juntas de las canalizaciones de gas será de 1 m.



## 10.5. PARCELAS AFECTADAS

Las parcelas que afectan al trazado de la línea de evacuación son las siguientes:

Numeración	Referencia Catastral	Polígono	Parcela
1	07040A048000410000RL	48	41
2	07040A048000530000RI	48	53
3	07040A048090060000RK	48	9006



4	07040A048090010000RL	48	9001
5	07040A052090120000RF	52	9012
6	07040A051090360000RM	51	9036
7	07040A051090070000RR	51	9007
8	CALLE DE DARWIN	-	-
9	S.R. CAMI DE CAN PASTILLA	-	-
10	4377601DD7747E0001BZ	-	-
11	07040A052090120000RF	52	9012

## 10.6. CRUZAMIENTO Y ORGANISMOS AFECTADOS

Los cruzamientos correspondan al municipio de Palma son las siguientes:

Num	Cruzamientos	Paralelismos	T.M.	Coord X m E	Coord Y m N	Organismos afectados
01	07040A048090060000RK		Palma	474826.44 474768.66	4377831.45 4377690.64	Ayuntamiento de Palma
02	07040A048090010000RL		Palma	474768.66 474551.74	4377690.64 4377833.19	Ayuntamiento de Palma
03	07040A052090120000RF Gas		Palma	474556.36	4377832.02	Enagas
04	07040A052090120000RF		Palma	474551.74 474512.49	4377833.19 4377843.05	Consell de Mallorca
05	07040A051090360000RM		Palma	474512.49 474487.55	4377843.05 4377849.32	Consell de Mallorca
06	07040A051090070000RR		Palma	474487.55 474421.72	4377849.32 4377865.31	Ayuntamiento de Palma
07	Calle de Darwin		Palma	474421.72 474390.19	4377865.31 4377700.30	Ayuntamiento de Palma
08	Canalización de Agua		Palma	474392.00	4377733.00	Emaya
09	Camino de Can Pastilla		Palma	474383.88	4377699.39	Ayuntamiento de Palma
10	07040A052090120000RF		Palma	474393.44	437752.72	Ayuntamiento de Palma

## 11. MANTENIMIENTO

Cada uno de los elementos de la instalación del parque fotovoltaico necesita un mantenimiento preventivo para asegurar el correcto funcionamiento de la instalación en el tiempo. Este mantenimiento preventivo se compone de las siguientes fases:

- Observación y anotación de deficiencias.
- Ejecución de las medidas correctoras adecuadas a cada deficiencia.
- Comprobación del buen funcionamiento después de aplicar la medida correctora.

### 11.1. PANELES FOTOVOLTAICOS

La ubicación de los paneles solares fotovoltaicos hace que estén expuestos al polvo y la suciedad en el medio ambiente. Si no se realiza un buen mantenimiento de las placas, su rendimiento se puede reducir. El mantenimiento de placas solares implica tanto su limpieza como la sustitución de elementos defectuosos.



En cuanto a la limpieza, hay que tener en cuenta que es un punto determinante en cuanto al rendimiento de los paneles solares. Esto es así, ya que, con el paso del tiempo, se deposita una capa de suciedad en la superficie del vidrio de las placas, y es importante saber limpiarla para que el rendimiento de la instalación del panel solar sea óptimo. De esta manera, los paneles solares limpios siempre producirán más energía que las cubiertas de polvo u otros materiales que dificultan la captura de los rayos del sol.

Los paneles solares en condiciones normales no necesitan una limpieza a fondo. De una a tres limpiezas al año serán suficientes para hacer un buen mantenimiento. Por su composición, los paneles solares se instalan en un cristal, de esta manera, su limpieza será similar a la realizada en los cristales de una vivienda.

La estructura de los paneles fotovoltaico se revisará, comprobando que no tenga síndromes de oxidación o deformación. Se comprobará que mantengan la inclinación adecuada y se estrecharán los tornillos.

## **11.2. CENTRO DE MEDIA TENSIÓN**

Se realizará una revisión del exterior y del interior de los centros con el fin de asegurar el correcto funcionamiento tanto del centro como de los apartamentos.

Es importante comprobar que en el exterior del centro no existan restos de materiales ni matorrales que dificulten la entrada al centro, es necesario que el acceso al centro tenga como mínimo 2,5 m de anchura y sea transitable. Se comprobará el estado de las parrillas de ventilación, observan si están deformadas, sucias, caídas, pérdida de galvanizado haciendo la acción correctiva adecuada en cada caso.

Se comprobarán las puertas y ventanas, sus abatimientos, deformaciones que puedan existir, el correcto funcionamiento de los elementos pasadores de las puertas, las cerraduras. Es importante asegurar que los centros no presenten puertas o ventanas abiertas evitando la estanqueidad del centro, ni que estén en un elevado estado de deterioro de su galvanizado. También la placa de riesgo eléctrico y de identificación del centro deben ser visibles.

En la revisión interior se comprobará la limpieza del centro, hay que garantizar la circulación del personal, la no existencia de animales, la no existencia de material impropios del CMT, la existencia del cartel y del material de primeros auxilios. Se comprobará por medio de cinta métrica las medidas de los pasillos de maniobra y las distancias entre las protecciones y las partes en tensión cumplen la normativa actual. Se asegurará la existencia de los elementos de seguridad personal, la palanca de accionamiento de la celda, los esquemas de instalación y el sistema de recogida dieléctrico, comprobando los cubos por aceites.

Se comprobará el estado general del CMT y su obra civil. Se observarán las paredes, techos y particiones para asegurar la no existencia de desconchados, crujidos o agujeros que puedan permitir la entrada de animales, la existencia de goteras o de humedades. Se comprobará el estado de la pintura y de las vidrieras si existieran. Toda deficiencia detectada requerirá una acción correctora adecuada. Mediante un termómetro ambiente se comprobará si la temperatura del local es inferior a 40° C.

La iluminación del local se comprobará que funcione correctamente y que el nivel de iluminación sea el adecuado, también se comprobará la iluminación de emergencia. La existencia de extintores, su correcta colocación y la revisión hecha.

La revisión de la red de tierra también es importante para el correcto funcionamiento del centro, primero se efectuará una observación óptica de red de tierras, comprobando si hay rupturas de hilos o

conexiones defectuosas, se comprobará la continuidad eléctrica de la puesta a tierra y la puesta a tierra con el neutro.

Se comprobará que ni las rejillas de ventilación ni las puertas de entrada dispongan de conexión a tierra. Se observará la unión de la cuba del transformador y las defensas del transformador, en su caso, estén conectadas al suelo y no presenten defectos

Se repesará el estado de la puesta a tierra de protección en la salida y las interconexiones entre transformador y cuadro, la puesta a tierra de cuadros de baja tensión, del pararrayos y de los sistemas auxiliares.

La comprobación de tierra no se limitará a comprobar si está rota, suelta o con conexiones corroídas; se comprobará si la resistencia de difusión de la puesta a tierra de las masas de Centro es superior a  $20\ \Omega$ , si la difusión de la puesta a tierra y neutro es superior a  $20\ \Omega$ , si es necesario, la resistividad del terreno donde se localiza el centro, comprobación de la continuidad de la red de las masas de centro, el valor de las tensiones de paso y contacto y la separación de las diferentes puestas a tierra que puedan existir.

Se comprobará que los conductores de los diferentes circuitos estén separados entre sí y que estos y las canalizaciones no estén dispuestos sobre materiales combustibles. Se verificará que los cables auxiliares se separan de los cables con tensiones de servicios superiores a 1 kV. Se revisará, levantando tapas o chapas de protección, si los canales aloja cables y tubos aloja cables están en óptimo estado, se comprobará si los tubos de entrada de cables del exterior están correctamente salpicados. Se comprobará si las tapas o chapas de las canalizaciones ajustan correctamente y si hay canalizaciones o conductores no permitidos en el centro.

Se observará el estado de los cables de interconexión entre el transformador y el cuadro de BT, comprobando si la cubierta del cable se encuentra sucia, rota o mallada, si la sección de los puentes del transformador a cuadro de BT se corresponden a la potencia del transformador instalado. Se comprobará que los cables están identificados por fases y en todo su recorrido. Se comprobará el estado de los terminales de los cables de interconexión BT entre el transformador y cuadros de BT por si tienen contoneo o rupturas.

Se revisará el estado de las bandejas lleva cables y sus soportes. Por medio de un aparato de termografía con imagen para determinar la temperatura de los bornes y cables de conexión de BT no superen los  $20^\circ\text{C}$ . Se medirá la continuidad de los cables de baja tensión entre el transformador y el cuadro de baja tensión.

Se examinará el aspecto exterior del transformador, observan si existe suciedad excesiva, fugas de dieléctrico, síndromes de gran envejecimiento y la existencia y estado de las placas del transformador. Se revisará el pasatapas del transformador, si te rupturas, crujidos o está en mal estado, luego el estado de las conexiones moviendo suavemente los cables y fijándose si hay señales de arco o foso síndrome de conexiones flojas. La unión de Cuba a la tierra de protección, el estado del cableado auxiliar, si tiene síntomas de corrosión el transformador, su nivel de ruido, el regulador de tensión, del antivibrador.

Se comprobará el nivel dieléctrico del transformador, si está marcado el dieléctrico que usa, si hay fugas. Se medirá la tensión e intensidad del transformador, la temperatura máxima, el aislamiento entre bobinados y entre éste y la tierra. Por medio de termografía infrarroja se observarán puntos calientes en las conexiones de los transformadores y se hará análisis del líquido refrigerante.

Se comprobará la puesta a tierra de los transformadores de intensidad, la puesta a tierra de los arrollamientos secundarios, las conexiones del transformador. La puesta a tierra del transformador de tensión, de los arrollamientos secundarios y las conexiones del transformador.

De los rectificador con baterías, se comprobará el estado de los elementos mecánicos de ellos, el control de temperatura del local y el equipo, se comprobarán las conexiones de los componente eléctricos y de potencia del equipo, la tensión de la batería, la limitación de la corriente a la entrada a la batería, el funcionamiento de los condensadores de continua, se producirá una proba de conexión y desconexión del rectificador, la batería a estar el 60% de su capacidad, verificar el nivel del electrolito y su densidad, revisar las bornes y terminales de la batería, se producirá una proba de carga y descarga de la batería, limpieza exterior de las baterías, el estado de la bancada de la batería. Revisión de las alarmas, se medirá la tensión de entrada y salida del rectificador y verificación de su correcto funcionamiento.

Se examinará el estado de los cuadros de BT observando su grado de suciedad, defecto de pintura y humedades, el estado de la puerta y cubierta de protección, y del etiquetado y que contenga el esquema eléctrico. El estado de los dispositivos de protección de BT, si existe algún interruptor automático o fusible cuento más de una línea conectada, que no hayan salidas o Líneas sin protección contra sobreintensidades, que haya un interruptor diferencial en el cuadro. Se producirá un ajuste y estrechamiento de los tornillos, conexiones y bornes.

### 11.3. INVERSORES

Los inversores son una de las piezas de equipamiento más delicadas de la instalación, y como tal requieren un mantenimiento más exhaustivo. Aunque los intervalos de mantenimiento dependen de la ubicación de estos y de las condiciones ambientales (polvo, humedad, etc.). Los trabajos de mantenimiento son los siguientes:

Cada mes:

- Lectura de datos archivados y memoria de fallos.

Cada 6 meses:

- Limpieza o sustitución de los estores de los filtros de entrada de aire.
- Limpieza de las rejillas protectoras en las entradas y salidas de aire.

Cada año:

- Limpieza del disipador de calor del componen de potencia.
- Comprobar las coberturas y el funcionamiento de las cerraduras.
- Inspección del polvo, suciedad, humedad y filtraciones de agua en el interior del armario de distribución y del resistor EVR.
- Si es necesario, limpie al inversor y tome las medidas adecuadas.
- Comprobar la firmeza de todas las conexiones de cableado eléctrico y, si es necesario, estrecharlas.
- Comprobar si el aislamiento o los terminales tienen decoloración u otras alteraciones. Si es necesario, cambie las conexiones dañadas o los elementos de conexión.
- Comprobar la temperatura de las conexiones mediante termografía infrarroja. En caso de que alguna conexión aparentemente correcta llegue a una temperatura superior a los 60 °C, se medirá la tensión e intensidad de esta, controlando que se encuentra dentro de los valores normales. Si es necesario, sustitúyase esta conexión.
- Inspeccionar y, si procede, sustituir las etiquetas de indicación de aviso.

- Comprueban el funcionamiento de los ventiladores y atienden el ruido. Los ventiladores pueden encenderse si los termostatos se ajustan o durante la operación.
- Intervalos de sustitución preventiva de componentes (ventiladores, calefacción). - Revisión de la operación de calefacción.
- Verificar el envejecimiento de los descargadores de sobretensión y, si procede, cambiarlos.
- Revisión de la operación de monitorización de aislamiento / GFDI Comprueba la operación y señalización

Inspección visual de los fusibles y desconexores existentes y, si procede, grasa de los contactos

- Revisión del funcionamiento de dispositivos de protección o interruptores de protección actuales defectuosos, Interruptores automáticos, Interruptores de potencia.
- Revisión del control y tensiones auxiliares de 240 V y 24 V.
- Verificación de funcionamiento de la parada de emergencia.

Control de la función de sobre-temperatura y revisión del funcionamiento del circuito de seguridad de esta función.

- Revisión del funcionamiento de los contactos de la puerta.

#### 11.4. POWER STATIONS Y BATERÍAS

Se realizará una revisión del exterior y del interior de las baterías y *power stations* con el fin de asegurar el correcto funcionamiento tanto del centro como de los apartamentos.

Es importante comprobar que en el exterior no existan restos de materiales ni matorrales que dificulten la entrada los equipos, es necesario que el acceso al centro tenga como mínimo 2,5 m de anchura y sea transitable. Se comprobará el estado de las parrillas de ventilación, observan si están deformadas, sucias, caídas, pérdida de galvanizado haciendo la acción correctiva adecuada en cada caso.

Se comprobarán las puertas, sus abatimientos, deformaciones que puedan existir, el correcto funcionamiento de los elementos pasadores de las puertas, las cerraduras. Es importante asegurar que los equipos no presenten puertas abiertas evitando la estanqueidad de los equipos, ni que estén en un elevado estado de deterioro de su galvanizado. También la placa de riesgo eléctrico y de identificación del centro deben ser visibles.

Se comprobará el estado general de los equipos y su obra civil. Se observarán las paredes, techos y particiones para asegurar la no existencia de desconchados, crujidos o agujeros que puedan permitir la entrada de animales, la existencia de goteras o de humedades. Se comprobará el estado de la pintura y de las vidrieras si existieran. Toda deficiencia detectada requerirá una acción correctora adecuada. Mediante un termómetro ambiente se comprobará si la temperatura del local es inferior a 40° C.

La revisión de la red de tierra también es importante para el correcto funcionamiento de los equipos, primero se efectuará una observación óptica de red de tierras, comprobando si hay rupturas de hilos o conexiones defectuosas, se comprobará la continuidad eléctrica de la puesta a tierra y la puesta a tierra con el neutro.

Se comprobará que ni las rejillas de ventilación ni las puertas dispongan de conexión a tierra.

Se repesará el estado de la puesta a tierra de protección en la salida y las interconexiones entre transformador y cuadro, la puesta a tierra de cuadros de baja tensión, del pararrayos y de los sistemas auxiliares.

La comprobación de tierra no se limitará a comprobar si está rota, suelta o con conexiones corroídas; se comprobará si la resistencia de difusión de la puesta a tierra de las masas de Centro es superior a  $20 \Omega$ , si la difusión de la puesta a tierra y neutro es superior a  $20 \Omega$ , si es necesario, la resistividad del terreno donde se localiza el centro, comprobación de la continuidad de la red de las masas de centro, el valor de las tensiones de paso y contacto y la separación de las diferentes puestas a tierra que puedan existir.

Se comprobará que los conductores de los diferentes circuitos estén separados entre sí y que estos y las canalizaciones no estén dispuestos sobre materiales combustibles. Se verificará que los cables auxiliares se separan de los cables con tensiones de servicios superiores a 1 kV. Se revisará, levantando tapas o chapas de protección, si los canales aloja cables y tubos aloja cables están en óptimo estado, se comprobará si los tubos de entrada de cables del exterior están correctamente salpicados. Se comprobará si las tapas o chapas de las canalizaciones ajustan correctamente y si hay canalizaciones o conductores no permitidos en el centro.

Se observará el estado de los cables de interconexión entre el transformador y el cuadro de BT, comprobando si la cubierta del cable se encuentra sucia, rota o mallada, si la sección de los puentes del transformador a cuadro de BT se corresponden a la potencia del transformador instalado. Se comprobará que los cables están identificados por fases y en todo su recorrido. Se comprobará el estado de los terminales de los cables de interconexión BT entre el transformador y cuadros de BT por si tienen contoneo o rupturas.

Se revisará el estado de las bandejas lleva cables y sus soportes. Por medio de un aparato de termografía con imagen para determinar la temperatura de los bornes y cables de conexión de BT no superen los  $20^\circ \text{C}$ . Se medirá la continuidad de los cables de baja tensión entre el transformador y el cuadro de baja tensión.

Se examinará el aspecto exterior del transformador, observan si existe suciedad excesiva, fugas de dieléctrico, síndromes de gran envejecimiento y la existencia y estado de las placas del transformador. Se revisará el pasatapas del transformador, si te rupturas, crujidos o está en mal estado, luego el estado de las conexiones moviendo suavemente los cables y fijándose si hay señales de arco o foso síndrome de conexiones flojas.

Se comprobará el nivel dieléctrico del transformador, si está marcado el dieléctrico que usa, si hay fugas. Se medirá la tensión e intensidad del transformador, la temperatura máxima, el aislamiento entre bobinados y entre éste y la tierra. Por medio de termografía infrarroja se observarán puntos calientes en las conexiones de los transformadores y se hará análisis del líquido refrigerante.

Se examinará el estado de los cuadros de BT observando su grado de suciedad, defecto de pintura y humedades, el estado de la puerta y cubierta de protección, y del etiquetado y que contenga el esquema eléctrico. El estado de los dispositivos de protección de BT, si existe algún interruptor automático o fusible cuento más de una línea conectada, que no hayan salidas o Líneas sin protección contra sobrecorrientes, que haya un interruptor diferencial en el cuadro. Se producirá un ajuste y estrechamiento de los tornillos, conexiones y bornes.

### **11.5. TERRENO**

El terreno del campo fotovoltaico requiere mantenerse sin matorrales que impidan el acceso a las placas y baterías y puedan producir plagas en la zona. La limpieza se hará según lo dispuesto en el PDSEIB, favoreciendo el pasto bovino. Los caminos interiores se mantendrán la anchura proyectada, limpiándolos de matorrales. La puerta de acceso se comprobará el sistema de cierre y se efectuará un examen visual de la baila para no haber zonas rotas u oxidadas. El camino de acceso también se mantendrá libre de matorrales y de escobillas que puedan impedir la entrada al parque.

## 11.6. PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO

FASE	MESES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Paneles												
Estructuras												
Inversores												
CT Limpieza												
CT Resta												
Mantenimiento Baterías												
Mantenimiento PCS												

## 12. CONCLUSIÓN

Se considera que el presente Proyecto Ejecutivo, describe adecuadamente y con suficiente detalle las obras e instalaciones correspondientes a la Planta BESS con autoconsumo de PSF Félix de Azara, habiéndose seguido a la hora de su redacción, las reglamentaciones vigentes sobre la materia y las normas particulares.

Barcelona, Abril de 2025

Ivan Garré Sierra

Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado 25691 - CETIB

## II – ESPECIFICACIONES DE LOS EQUIPOS

---

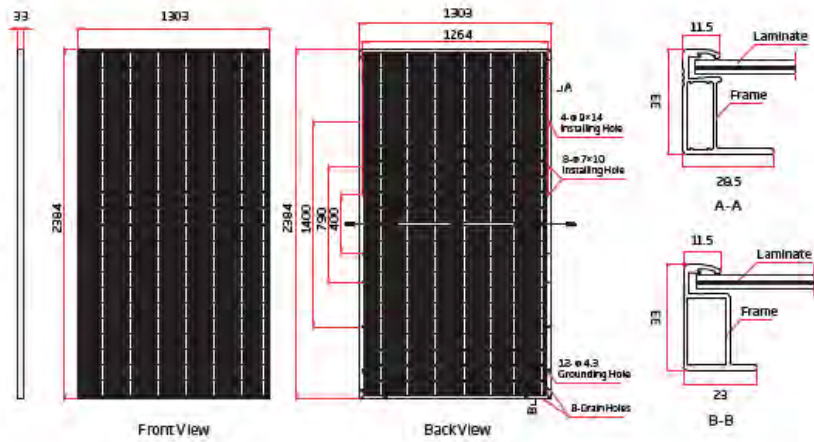


## 1. TRINA SOLAR, MODELO BIFACIAL TSM-710NEG21C.20

### MECHANICAL DATA

Solar Cells	N-type i-TOPCon Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384×1303×33 mm (93.86×51.30×1.30 inches)
Weight	38.3 kg (84.4 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), AR Coating Heat Strengthened Glass
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (white coating)
Frame	33mm (1.30 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm <sup>2</sup> (0.0205 inches) <sup>2</sup> Portrait: 350/280 mm (13.78/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MCA EV02/ TS4 Plus/ TS4*
Packaging	Modules per box: 33 pieces Modules per 40' container: 594 pieces

\*Please refer to regional datasheet for specified connector.



### ELECTRICAL DATA (STC & NOCT & BNPI)

Testing Condition	STC	NOCT	BNPI	STC	NOCT	BNPI	STC	NOCT	BNPI	STC	NOCT	BNPI	STC	NOCT	BNPI	STC	NOCT	BNPI
Peak Power Watts-PMAX (Wp)*	695	531	770	700	534	776	705	540	781	710	543	787	715	547	792	720	551	798
Power Selection (W)**	0 ~ +5																	
Maximum Power Voltage-VMPP (V)	40.3	37.9	40.3	40.5	38.0	40.5	40.7	38.3	40.7	40.9	38.5	40.9	41.1	38.7	41.1	41.3	38.8	41.3
Maximum Power Current-IMPP (A)	17.25	14.00	19.11	17.29	14.04	19.15	17.33	14.08	19.19	17.36	14.12	19.23	17.40	14.14	19.28	17.44	14.19	19.32
Open Circuit Voltage-Voc (V)	48.3	45.9	48.3	48.6	46.1	48.6	48.8	46.3	48.8	49.0	46.5	49.0	49.2	46.7	49.2	49.4	46.9	49.4
Short Circuit Current-Isc (A)	18.28	14.72	20.25	18.32	14.76	20.30	18.36	14.90	20.34	18.40	14.83	20.39	18.44	14.86	20.43	18.49	14.90	20.49
Module Efficiency $\eta_m$ (%)	22.4			22.5			22.7			22.9			23.0			23.2		

STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. NOCT: Irradiance at 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s. BNPI: Irradiance: front 1000W/m<sup>2</sup>, rear 135W/m<sup>2</sup>, Temperature 25°C, Air Mass AM1.5  
\*Measuring tolerance: ±3%. \*\*Power selection up to: +3%.

### Electrical characteristics with different power bin (reference to STC: 1000W/m<sup>2</sup> irradiance)

Backside Power Gain	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Peak Power Watts-PMAX (Wp)*	730	765	735	770	740	776	746	781	751	787	756	792	761	797
Maximum Power Voltage-VMPP (V)	40.3	40.3	40.5	40.5	40.7	40.7	40.9	40.9	41.1	41.1	41.3	41.3	41.5	41.5
Maximum Power Current-IMPP (A)	18.11	18.98	18.15	19.02	18.20	19.06	18.23	19.10	18.27	19.14	18.31	19.18	18.35	19.21
Open Circuit Voltage-Voc (V)	48.3	48.3	48.6	48.6	48.8	48.8	49.0	49.0	49.2	49.2	49.4	49.4	49.6	49.6
Short Circuit Current-Isc (A)	19.19	20.11	19.24	20.15	19.28	20.20	19.32	20.24	19.36	20.28	19.41	20.34	19.45	20.37

### TEMPERATURE RATINGS

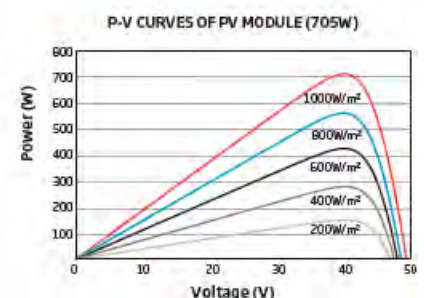
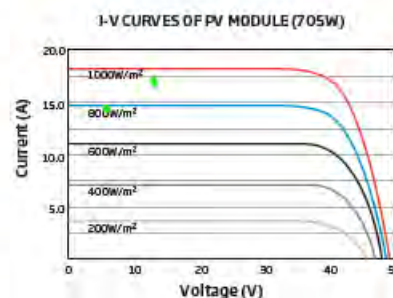
NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of PMAX	-0.29%/°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.24%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.04%/°C

Due to different testing methods, the actual performances might differ from the declared specifications.

### MAXIMUM RATINGS

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

### CURVES OF PV MODULE



## 2. SMA, SUNNY CENTRAL 350



SUNNY CENTRAL 200 / 250 / 250HE / 350



### Seguro

- Magneto térmico de CC con rearme automático
- Protección contra sobretensión en los lados de CC y de CA

### Comunicativo

- Consultas a distancia de manera sencilla mediante acceso remoto
- Envío de avisos de estado por correo electrónico o mensaje de texto al móvil

### Opcional

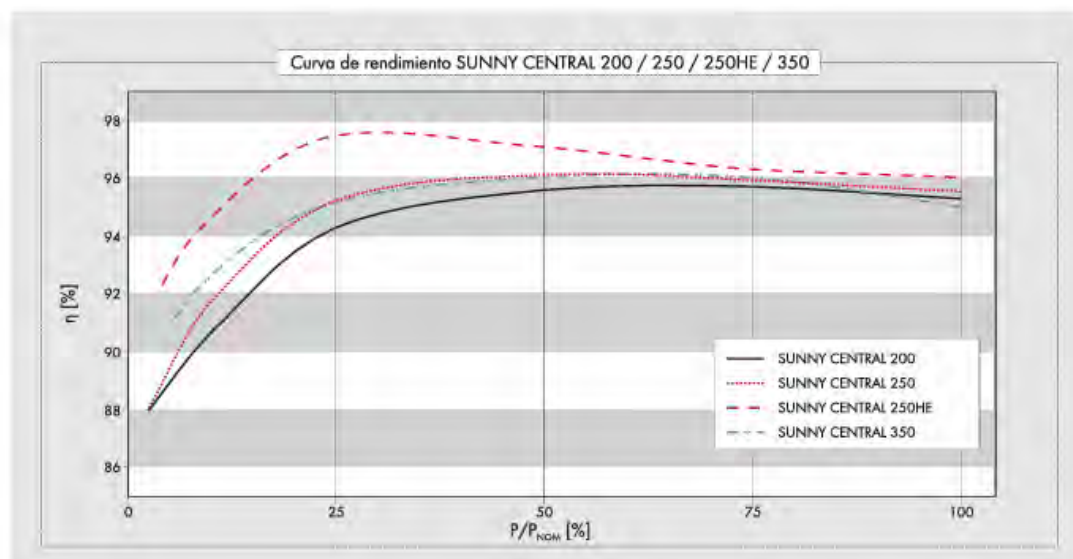
- Monitorización de corriente String
- Rango de tensión CC de entrada ampliado hasta 1000 V

## SUNNY CENTRAL 200 / 250 / 250HE / 350

Contacto directo a la red de baja tensión

La mejor opción para uso en plantas solares de medianas y grandes dimensiones. Los Sunny Central 200, 250 y 350 brindan a los operadores de la instalación óptimos rendimientos energéticos, especialmente en instalaciones en campo abierto o sobre cubiertas de estructura homogénea. En el lado de CC, los inversores centrales tienen cinco, ocho o doce entradas con fusible para distribución de CC. En el lado de CA se pueden conectar varios Sunny Central entre sí. De esta manera, se posibilitan potencias de generador de varios megavatios. Mientras que los Sunny Central 200, 250 y 350 se inyectan directamente en el nivel de red de baja tensión, el Sunny Central 250HE se puede conectar inmediatamente a un transformador de tensión media.

Datos técnicos	Sunny Central 200	Sunny Central 250	Sunny Central 250HE	Sunny Central 350
<b>Valores de entrada</b>				
Potencia nominal de CC	210 kW	262 kW	261 kW	369 kW
Potencia máxima de CC	230 kWp <sup>(1)</sup>	290 kWp <sup>(1)</sup>	285 kWp <sup>(1)</sup>	405 kWp <sup>(1)</sup>
Rango de tensión MPPT	450 V - 820 V <sup>(1)</sup>	450 V - 820 V <sup>(1)</sup>	450 V - 820 V <sup>(1)</sup>	450 V - 820 V <sup>(1)</sup>
Tensión máx. de CC	880 V	880 V	880 V	880 V
Corriente continua máx.	472 A	591 A	591 A	800 A
No. de entradas de CC	5	8	8	12
<b>Parámetros de salida</b>				
Potencia nominal de CA	200 kW	250 kW	250 kW	350 kW
Potencia máx. de CA	200 kW	250 kW	250 kW	350 kW
Tensión nominal de CA	400 V	400 V	270 V	400 V
Corriente nominal de CA	289 A	361 A	535 A	505 A
Frecuencia de red de CA 50 Hz	●	●	●	●
Frecuencia de red de CA 60 Hz	●	●	●	●
Máx. cos φ	> 0,98	> 0,98	> 0,98	> 0,98
Coefficiente de distorsión máx.	< 3 %	< 3 %	< 3 %	< 3 %
<b>Consumo de potencia</b>				
Autoconsumo en funcionamiento	< 1000 W	< 1500 W	< 1500 W	< 2500 W
Consumo en stand-by	< 70 W	< 80 W	< 80 W	< 70 W
Tensión auxiliar externa	230 V, 50/60 Hz	400 V, 50/60 Hz	400 V, 50/60 Hz	400 V, 50/60 Hz
Fusible de entrada exterior para alimentación auxiliar	B 16 A, 1 polos	B 16 A, 3 polos	B 16 A, 3 polos	B 16 A, 3 polos
<b>Dimensiones y peso</b>				
Altura	2120 mm <sup>(1)</sup>	2120 mm <sup>(1)</sup>	2120 mm <sup>(1)</sup>	2120 mm <sup>(1)</sup>
Ancho	2000 mm	2400 mm	2400 mm	2800 mm
Profundidad	850 mm	850 mm	850 mm	850 mm
Peso	1600 kg	2070 kg	1170 kg	2800 kg
<b>Coefficiente de rendimiento<sup>(2)</sup></b>				
Rendimiento máx.	95,7 %	96,1 %	97,5 %	96,0 %
Rendimiento europeo	94,5 %	95,2 %	96,7 %	95,2 %
<b>Clase de protección y condiciones ambientales</b>				
Clase de protección (según CEI 60529)	IP20	IP20	IP20	IP20
Rango de temperatura de servicio	-20 °C ... +40 °C	-20 °C ... +40 °C	-20 °C ... +40 °C	-20 °C ... +40 °C
Humedad rel. del aire	15 % ... 95 %	15 % ... 95 %	15 % ... 95 %	15 % ... 95 %
Consumo de aire fresco	3300 m <sup>3</sup> /h	4200 m <sup>3</sup> /h	3500 m <sup>3</sup> /h	6500 m <sup>3</sup> /h
Altitud máx. sobre el nivel del mar (NN)	1000 m	1000 m	1000 m	1000 m





	Sunny Central 200	Sunny Central 250	Sunny Central 250HE	Sunny Central 350
<b>Características</b>				
Display (SCC)	●	●	●	●
Monitorización de toma a tierra	●	●	●	●
Calefacción	●	●	●	●
Interruptor de emergencia	●	●	●	●
Interruptor de potencia en el lado de CA	●	●	●	●
Interruptor de potencia en el lado de CC	● (no con red TT)	● (no con red TT)	● (no con red TT)	● (no con red TT)
Descargadores de sobretensión de CA monitorizados	● (no con red TT)	● (no con red TT)	● (no con red TT)	● (no con red TT)
Descargadores de sobretensión de CC monitorizados	● (no con red TT)	● (no con red TT)	● (no con red TT)	● (no con red TT)
Descargadores de sobretensión monitorizados, alimentación auxiliar	● (no con red TT)	● (no con red TT)	● (no con red TT)	● (no con red TT)
<b>Interfaces de SCC (Sunny Central Control)</b>				
Comunicación (NET-Piggy-Back, opcional)	Análogica, ISDN, Ethernet	Análogica, ISDN, Ethernet	Análogica, ISDN, Ethernet	Análogica, ISDN, Ethernet
Entradas analógicas	1 x PT 100, 2 x A <sub>1</sub> <sup>1)</sup>	1 x PT 100, 2 x A <sub>1</sub> <sup>1)</sup>	1 x PT 100, 2 x A <sub>1</sub> <sup>1)</sup>	1 x PT 100, 2 x A <sub>1</sub> <sup>1)</sup>
Protección de sobretensión para entradas analógicas	○	○	○	○
Conexión del Sunny String-Monitor (COM1)	RS485	RS485	RS485	RS485
Conexión PC (COM3)	RS232	RS232	RS232	RS232
Contacto libre de potencial (alarmas de fallos externas)	1	1	1	1
<b>Certificados / inscripciones</b>				
CEM		EN 61000-6-2 EN 61000-6-4		
Conformidad CE	●	●	●	●
Conforme a la EEG <sup>2)</sup>	●	●	●	●
RD 1633 / 2000	●	●	●	●
● De serie ○ Opcional — no disponible				
Modelo comercial	SC 200	SC 250	SC 250HE	SC 350

1) Datos válidos para valores de radiación = 1000 (kWh/(kWp x año))

2) Rendimiento medido sin autoalimentación a U<sub>CC</sub> = 500 V

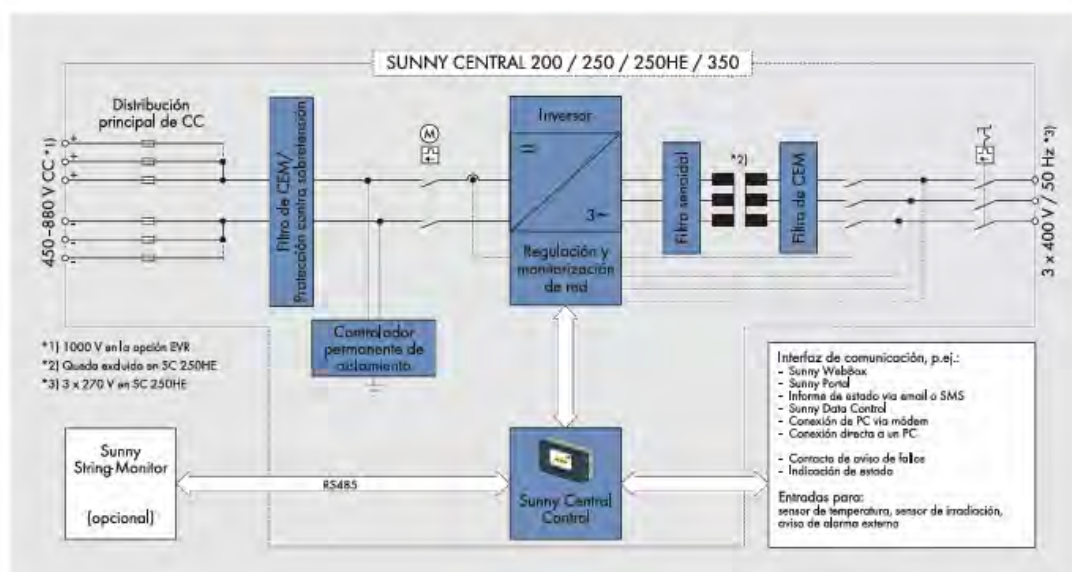
3) Conexión para un sensor analógico, con técnica de dos y cuatro conductores, por parte del cliente

4) En la opción EVR, el armario de distribución se eleva 210 mm.

5) U<sub>CC (nominal)</sub> = U<sub>CA (nom)</sub> ± 5 % y cos φ = 1

6) Capacidad de gestión de seguridad de red y soporte de tensión estática

Por favor observe las Indicaciones para el transporte del Sunny Central y las Instrucciones de instalación del Sunny Central



### 3. ESTRUCTURA FIJA: MARCA SOLAR INNOVA, MODELO SI-ESF-S-SM2H



SOLAR INNOVA GREEN TECHNOLOGY, S.L.  
N.I.F.: E58-54.627.278  
Paseo de los Molinos, 12, Bajo  
03660 - NOVELDA (Alicante) SPAIN  
Tel./Fax: +34 965075767  
E-mail: [info@solarinnova.net](mailto:info@solarinnova.net)  
Website: [www.solarinnova.net](http://www.solarinnova.net)



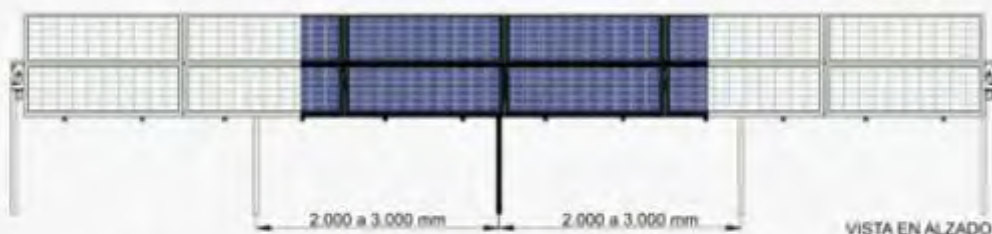
#### ENERGÍA SOLAR FOTOVOLTAICA

#### SOPORTES - SUELO - MONOPOSTE - HORIZONTAL - SI-ESF-S-SM2H

Estructura monoposte para instalación por hincado directo de los postes sobre el terreno, concebida para alojar dos filas de paneles estándar, colocados en posición horizontal.



VISTA EN PERSPECTIVA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO.



Las especificaciones y datos técnicos pueden estar sujetos a posibles modificaciones sin previo aviso.

4. ENVOLVENTE PCS: MARCA ORMAZABAL, MODELO MINIBLOK TIPO KIOSCO

CENTROS COMPACTOS TIPO KIOSCO

miniblok

Centro de transformación prefabricado compacto de superficie y maniobra exterior



Características generales

Diseño general	Envolvente monobloque de hormigón prefabricado con cubierta amovible
Aparamenta eléctrica	Conjunto eléctrico compacto mb de Ormazabal de tipo agrupado (CEADS-G según IEC 62271-212), con bastidor autoportante. (aparamenta MT + transformador + cuadro BT)
Aparamenta de Media Tensión	Esquema eléctrico (RMU) Ormazabal de hasta 24 kV*
Transformador	Transformador de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 24 kV y 630 kVA
Aparamenta de Baja Tensión	Cuadro de baja tension con embarrado aislado con unidad de control y protección
Conexiones	Interconexiones de MT y BT
Puesta a tierra	Circuito de puesta a tierra de aluminio
Conexiones auxiliares	Circuito de alumbrado y servicios auxiliares
Ventilación	Circulación natural de aire (clase 10K) tipo rejilla
Unidades de protección, control y medida	Telemando, teled medida, control integrado, telegestión, etc
Normativa	IEC 62271-202 Bajo demanda: Normas particulares de Compañía Eléctrica Reglamentaciones locales vigentes

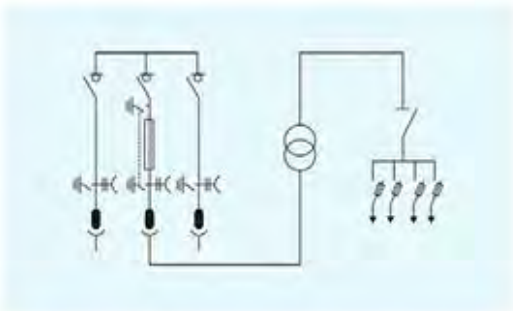
\* Esquema 2lp: dos posiciones de línea -l (de entrada y salida) y una posición de protección mediante interruptor combinado con fusibles -p.



Diseño



- 1 Envolverte prefabricada de hormigón
- 2 Conjunto eléctrico compacto mb:
  - 2.1 Celdas de media tensión hasta 24 kV
  - 2.2 Cuadro de BT con embarrado aislado y supervisión avanzada de BT
  - 2.3 Unidades de automatización de media tensión, telegestión, supervisión avanzada de BT y comunicaciones
- 2.4 Transformador de distribución hasta 630 kVA



Dimensiones exteriores y pesos

	Longitud	Anchura	Altura	Altura visible	Peso*
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg]
miniblok	2100	2100	2240	1600	8250
miniblok.smart	2100	2100	2570	2070	8060

\* Incluye conjunto mb con transformador de 630 kVA y sin telemando. Para otras configuraciones y/o valores consultar con Örmazabal.



5. CT: MARCA ORMAZABAL, MODELO PFU-4 GAMA BASIC

Centros de maniobra interior y de instalación en superficie o subterráneos

Diseño



Ejemplo de esquema correspondiente a una configuración pfu-5 con 2 transformadores.

- 1 Envoltorio pfu gama basic
- 2 Transformadores de distribución
- 3 Aparata de media tensión
- 4 Unidades de protección, control y medida
- 5 Cuadros de baja tensión
- 6 Rejillas de ventilación
- 7 Pasos de cables

▪ Anchura de cubierta 2500:

		pfu-3	pfu-4	pfu-5	pfu-7
Longitud*	[mm]	3280	4460	6080	8080
Anchura*	[mm]	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	Cubierta estándar			
		3045	3045	3045	-
Altura visible	[mm]	Cubierta sobreelevada			
		3240	3240	3240	3240
Altura visible	[mm]	Cubierta estándar			
		2585	2585	2585	-
Peso**	[kg]	Cubierta sobreelevada			
		2780	2780	2780	2790
Peso**	[kg]	10545	13465	17460	29090

\* Dimensiones del cuerpo, para conocer la longitud y anchura totales incluyendo cubierta, habrá que sumar 120 mm a ambas dimensiones.

\*\* Peso del edificio vacío, sin equipo eléctrico. Para pesos exactos consultar con Ormazabal.

6. CM: MARCA ORMAZABAL, MODELO PFU-5 GAMA BASIC

Centros de maniobra interior y de instalación en superficie o subterráneos

Diseño



- 1 Envoltorio pfu gama basic
- 2 Transformadores de distribución
- 3 Aparata de media tensión
- 4 Unidades de protección, control y medida
- 5 Cuadros de baja tensión
- 6 Rejillas de ventilación
- 7 Pasos de cables

Ejemplo de esquema correspondiente a una configuración pfu-5 con 2 transformadores.

Dimensiones exteriores y pesos

Variantes de dimensiones predefinidas

Envoltorios monobloque de superficie y maniobra interior en cuatro diferentes tamaños que cubren las principales configuraciones de las redes para distribución secundaria.

• Anchura de cubierta 2500:

			pfu-3	pfu-4	pfu-5	pfu-7
Longitud*	[mm]		3280	4460	6080	8080
Anchura*	[mm]		2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	Cubierta estándar	3045	3045	3045	-
		Cubierta sobreelevada	3240	3240	3240	3240
Altura visible	[mm]	Cubierta estándar	2585	2585	2585	-
		Cubierta sobreelevada	2780	2780	2780	2790
Peso**	[kg]		10 545	13 465	17 460	29 090

\* Dimensiones del cuerpo, para conocer la longitud y anchura totales incluyendo cubierta, habrá que sumar 120 mm a ambas dimensiones.

\*\* Peso de la envoltorio vacío, sin equipo eléctrico.

7. CS: MARCA ORMAZABAL, MODELO PFU-7 GAMA BASIC

Centros de maniobra interior y de instalación en superficie o subterráneos

Diseño



- 1 Envoltorio pfu gama basic
- 2 Transformadores de distribución
- 3 Aparata de media tensión
- 4 Unidades de protección, control y medida
- 5 Cuadros de baja tensión
- 6 Rejillas de ventilación
- 7 Pasos de cables

Ejemplo de esquema correspondiente a una configuración pfu-5 con 2 transformadores.

Dimensiones exteriores y pesos

Variantes de dimensiones predefinidas

Envoltorios monobloque de superficie y maniobra interior en cuatro diferentes tamaños que cubren las principales configuraciones de las redes para distribución secundaria.

• Anchura de cubierta 2500:

			pfu-3	pfu-4	pfu-5	pfu-7
Longitud*	[mm]		3280	4460	6080	8080
Anchura*	[mm]		2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	Cubierta estándar	3045	3045	3045	-
		Cubierta sobreelevada	3240	3240	3240	3240
Altura visible	[mm]	Cubierta estándar	2585	2585	2585	-
		Cubierta sobreelevada	2780	2780	2780	2790
Peso**	[kg]		10 545	13 465	17 460	29 090

\* Dimensiones del cuerpo, para conocer la longitud y anchura totales incluyendo cubierta, habrá que sumar 120 mm a ambas dimensiones.

\*\* Peso de la envoltorio vacío, sin equipo eléctrico.

## 8. CONTENEDOR DE BATERÍAS

# ST2236UX

Sistema de almacenamiento de energía con refrigeración líquida

Preliminar



### BAJOS COSTES

- ESS altamente integrado para fácil transporte y O+M
- Completamente premontado, sin necesidad de montaje en campo
- 8 horas desde la instalación hasta la puesta en marcha; basta colocarlo sobre una base y hacer las conexiones eléctricas.



### SEGURO Y FIABLE

- Gestión de seguridad del circuito eléctrico de DC con corte rápido y protección contra arcos
- Seguridad completa con protección redundante de las baterías, formada por sistemas autónomos discretos



### EFICIENTE Y FLEXIBLE

- La refrigeración líquida inteligente garantiza una mayor eficiencia y duración de las baterías
- El diseño modular facilita la conexión en paralelo y la ampliación del sistema
- Armario para exteriores con protección IP54 y categoría de corrosividad C5



### INTELIGENTE Y ROBUSTO

- Monitorización de estado y registro en tiempo real, que permite la activación de alarmas y la localización de fallos
- Monitorización y registro del funcionamiento de las baterías integrado



© 2022 Sungrow Power Supply Co., Ltd. Todos los derechos reservados. Sujeto a cambios sin previo aviso. Version 15



Designación de tipo	ST2236UX
<b>Datos de batería</b>	
Tipo de celda	LFP
Capacidad de la batería (BOL)	2236 kWh
Rango de tensión de salida del sistema	1123~ 1500 V
<b>Datos generales</b>	
Dimensiones de unidad de baterías (ancho * alto * fondo)	9340*2600*1730 mm
Peso de unidad de baterías	26.000 kg
Grado de protección	IP 54
Rango de temperatura de funcionamiento	De -30 a 50 °C (derating > 45 °C)
Humedad relativa	0 – 95 % (sin condensación)
Altitud máxima de trabajo	3000 m
Concepto de refrigeración de cámara de baterías	Refrigeración líquida
Seguridad contra incendios	Cabezales rociadores con fusible, NFPA 69 para prevención de explosiones y ventilación de gases IDLH
Interfaces de comunicación	RS485, Ethernet
Protocolos de comunicación	Modbus RTU, Modbus TCP
Certificación	CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 62619
<b>1 HORA APLICACIÓN-ST2236UX*2-4000UD-MV</b>	
BOL kWh (DC/AC lado LV)	4.472 kWh DC / 4.229 kWh AC
Cantidad ST2236UX	2
Modelo PCS	SC4000UD-MV
<b>Datos de conexión a la red</b>	
Máx. THD de corriente	< 3 % (a potencia nominal)
Componente DC	< 0,5 % (a potencia nominal)
Factor de potencia	> 0,99 (a potencia nominal)
Factor de potencia ajustable	1,0 capacitivo – 1,0 inductivo
Frecuencia nominal de red	50 / 60 Hz
Rango de frecuencia de red	45 – 55 Hz / 55 – 65 Hz
<b>Transformador</b>	
Potencia nominal de transformador	4.000 kVA
Tensión LV/MV	0,8 kV / 33 kV
Tipo de refrigeración de transformador	ONAN (Oil Natural Air Natural)
Tipo de aceite	Mineral oil (PCB free) or degradable oil on request

## 9. INVERSOR DE BATERÍAS

### SC1200UD/SC1375UD SC1575UD/SC1725UD

Power Conversion System

**SUNGROW**  
Clean power for all



#### HIGH YIELD

- Advanced three-level technology, max. efficiency 99%
- Effective forced air cooling, no derating up to 45°C
- Wide DC voltage operation window, full power operation at 1500V

#### SMART Q&M

- Modular design, easy for maintenance
- IP65 protection degree, easy for outdoor installation
- C5 anti-corrosion degree, adjust to applications close to the sea

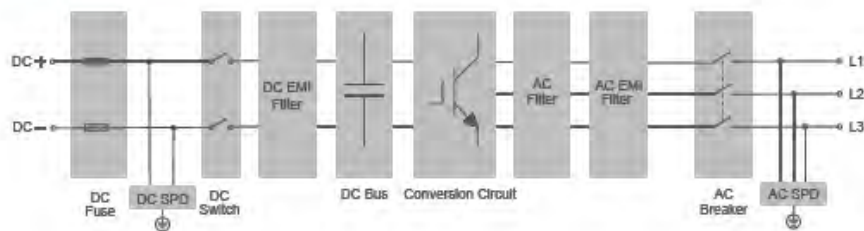
#### FLEXIBLE APPLICATION

- Bidirectional power conversion system with full four-quadrant operation
- Compatible with high voltage battery system, low system cost
- Battery charge & discharge management and black start function integrated

#### GRID SUPPORT

- Compliant with CE, IEC 62477, IEC 61000 and grid regulations
- Fast active/reactive power response
- L/HVRT, L/HFRT, soft start/stop, specified power factor control and reactive power support

#### CIRCUIT DIAGRAM



© 2021 Sungrow Power Supply Co., Ltd. All rights reserved. Subject to change without notice. Version 1.1

## SC1200UD / SC1375UD / SC1575UD / SC1725UD

System Type	SC1200UD	SC1375UD	SC1575UD	SC1725UD
<b>DC side</b>				
Max. DC voltage			1500 V	
Min. DC voltage	700V	800V	915V	1000V
DC voltage range	700 – 1500 V	800 – 1500 V	915 – 1500 V	1000 – 1500 V
Max. DC current			1935 A	
No. of DC inputs			1	
<b>AC side (Grid)</b>				
AC output power	1200 kVA @ 45 °C / 1320 kVA @ 30 °C	1375 kVA @ 45 °C / 1512 kVA @ 30 °C	1575 kVA @ 45 °C / 1732 kVA @ 30 °C	1725 kVA @ 45 °C / 1897 kVA @ 30 °C
Max. AC output current			1443 A @ 45 °C / 1587 A @ 30 °C	
Nominal AC voltage	480 V	550 V	630 V	690 V
AC voltage range	422 – 528 V	484 – 605 V	554 – 693 V	607 – 759 V
Nominal grid frequency / Grid frequency range			50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz	
Harmonic (THD)			< 3 % (at nominal power)	
Power factor at nominal power / Adjustable power factor			>0.99 / 1 leading – 1 lagging	
Adjustable reactive power range			-100 % – 100 %	
Feed-in phases / AC connection			3 / 3-PE	
<b>AC side (Off-Grid)</b>				
Nominal AC voltage	480 V	550 V	630 V	690 V
AC voltage range	422 – 528 V	484 – 605 V	554 – 693 V	607 – 759V
AC voltage distortion			< 3 % (Linear load)	
DC voltage component			< 0.5 % Un (Linear balance load)	
Unbalance load capacity			100 %	
Nominal Voltage frequency / Voltage frequency range			50 Hz / 45 – 55 Hz, 60 Hz / 55 – 65 Hz	
<b>Efficiency</b>				
Max. efficiency / European efficiency			99 % / 98.5 %	
<b>Protection</b>				
DC input protection			Load break switch + fuse	
AC output protection			Circuit breaker	
Surge protection			DC Type II / AC Type II	
Grid monitoring / Ground fault monitoring			Yes / Yes	
Insulation monitoring			Yes	
Overheat protection			Yes	
<b>General Data</b>				
Dimensions (W*H*D)			1080*2400*1400 mm	
Weight			1500 kg	
Topology			Transformerless	
Degree of protection			IP65	
Operating ambient temperature range			-35 to 60 °C (> 45 °C derating)	
Allowable relative humidity range			0 – 100 %	
Cooling method			Temperature controlled forced air cooling	
Max. operating altitude			4000 m (> 2000 m derating)	
Display			LED, WEB HMI	
Communication			RS485, CAN, Ethernet	
Compliance			CE, IEC 62477-1, IEC 61000-6-2, IEC61000-6-4	
Grid support			L/HVRT, L/HFRT, active & reactive power control and power ramp rate control, Volt-var, Volt-watt, Frequency-watt	





### III – PVSYST

---

# PVsyst - Informe de simulación

## Sistema conectado a la red

---

Proyecto: FELIX DE AZARA

Variante: Nueva variante de simulación

Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

Potencia del sistema: 2883 kWp

Coll d'en Rabassa - España



# Proyecto: FELIX DE AZARA

Variante: Nueva variante de simulación

## PVsyst V7.4.8

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/25 17:39  
con V7.4.8

### Resumen del proyecto

#### Sitio geográfico

Coll d'en Rabassa

España

#### Situación

Latitud 39.55 °N

Longitud 2.71 °E

Altitud 8 m

Zona horaria UTC+1

#### Configuración del proyecto

Albedo 0.20

#### Datos meteo

Coll d'en Rabassa

Meteonorm 8.1 (1991-2013) - Sintético

### Resumen del sistema

#### Sistema conectado a la red

Simulación para el año nº 10

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

#### Orientación campo FV

Plano fijo

Inclinación/Azimet 33.2 / 6.1 °

#### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

#### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

#### Información del sistema

##### Generador FV

Núm. de módulos

Pnom total

4060 unidades

2883 kWp

##### Inversores

Núm. de unidades

Pnom total

Proporción Pnom

7 unidades

2450 kWca

1.177

### Resumen de resultados

Energía producida 4695890 kWh/año Producción específica 1629 kWh/kWp/año Proporción rend. PR 83.59 %

### Tabla de contenido

Resumen de proyectos y resultados	2
Parámetros generales, Características del generador FV, Pérdidas del sistema.	3
Definición del horizonte	5
Definición del sombreado cercano - Diagrama de iso-sombreados	6
Resultados principales	7
Diagrama de pérdida	8
Gráficos predefinidos	9
Evaluación P50 - P90	15



# Proyecto: FELIX DE AZARA

Variante: Nueva variante de simulación

## PVsyst V7.4.8

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/25 17:39  
con V7.4.8

### Parámetros generales

#### Sistema conectado a la red

##### Orientación campo FV

###### Orientación

Plano fijo  
Inclinación/Azimet 33.2 / 6.1 °

###### Horizonte

Altura promedio 2.4 °

#### Sistema bifacial

Modelo Cálculo 2D  
cobertizos ilimitados

##### Geometría del modelo bifacial

Espaciado entre cobertizos 4.89 m  
Ancho cobertizos 2.62 m  
Ángulo límite de perfil 28.1 °  
GCR 53.7 %  
Altura sobre el suelo 1.50 m

#### Sistema de tierra (tablas) sobre una colina

##### Configuración de cobertizos

Núm. de cobertizos 136 unidades

##### Tamaños

Espaciado entre cobertizos 4.89 m  
Ancho de colector 2.62 m  
Proporc. cob. suelo (GCR) 53.7 %

##### Ángulo límite de sombreado

Ángulo límite de perfil 28.1 °

##### Sombreados cercanos

Sombreados lineales : Rápido (tabla)

##### Modelos usados

Transposición Perez  
Difuso Perez, Meteoronorm  
Circunsolar separado

##### Necesidades del usuario

Carga ilimitada (red)

##### Definiciones del modelo bifacial

Albedo de tierra 0.30  
Factor de bifacialidad 88 %  
Fact. sombreado trasero 5.0 %  
Fact. desajuste trasero 10.0 %  
Fracción transparente de cobertizo 0.0 %

### Características del generador FV

#### Módulo FV

Fabricante TRINA  
Modelo Bifacial TSM-710NEG21C.20

(Definición de parámetros personalizados)

Unidad Nom. Potencia 710 Wp  
Número de módulos FV 4060 unidades  
Nominal (STC) 2883 kWp  
Módulos 290 cadena x 14 En serie

##### En cond. de funcionam. (50°C)

Pmpp 2710 kWp  
U mpp 534 V  
I mpp 5079 A

##### Potencia FV total

Nominal (STC) 2883 kWp  
Total 4060 módulos  
Área del módulo 12612 m²

#### Inversor

Fabricante SMA  
Modelo Sunny Central 350

(Base de datos PVsyst original)

Unidad Nom. Potencia 350 kWca  
Número de inversores 7 unidades  
Potencia total 2450 kWca  
Voltaje de funcionamiento 450-820 V  
Proporción Pnom (CC:CA) 1.18

##### Potencia total del inversor

Potencia total 2450 kWca  
Número de inversores 7 unidades  
Proporción Pnom 1.18

### Pérdidas del conjunto

#### Pérdidas de suciedad del conjunto

Frac. de pérdida 3.0 %

#### Factor de pérdida térmica

Temperatura módulo según irradiancia  
Uc (const) 20.0 W/m²K  
Uv (viento) 0.0 W/m²K/m/s

#### Pérdidas de cableado CC

Res. conjunto global 1.7 m  
Frac. de pérdida 1.5 % en STC

#### Pérdida de calidad módulo

Frac. de pérdida -0.8 %

#### Pérdidas de desajuste de módulo

Frac. de pérdida 2.0 % en MPP

#### Pérdidas de desajuste de cadenas

Frac. de pérdida 0.2 %



**PVsyst V7.4.8**

VCO, Fecha de simulación:

28/03/25 17:39

con V7.4.8

**Pérdidas del conjunto**

**Módulo de degradación media**

Año n° 10

Factor de pérdida 0.4 %/año

**Desajuste debido a la degradación**

Dispersión Imp RMS 0.4 %/año

Dispersión Vmp RMS 0.4 %/año

**Factor de pérdida IAM**

Efecto de incidencia (IAM): Fresnel, revestimiento AR,  $n(\text{vidrio})=1.526$ ,  $n(\text{AR})=1.290$

0°	30°	50°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	0.999	0.987	0.962	0.892	0.816	0.681	0.440	0.000



PVsyst V7.4.8

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/25 17:39  
con V7.4.8

Definición del horizonte

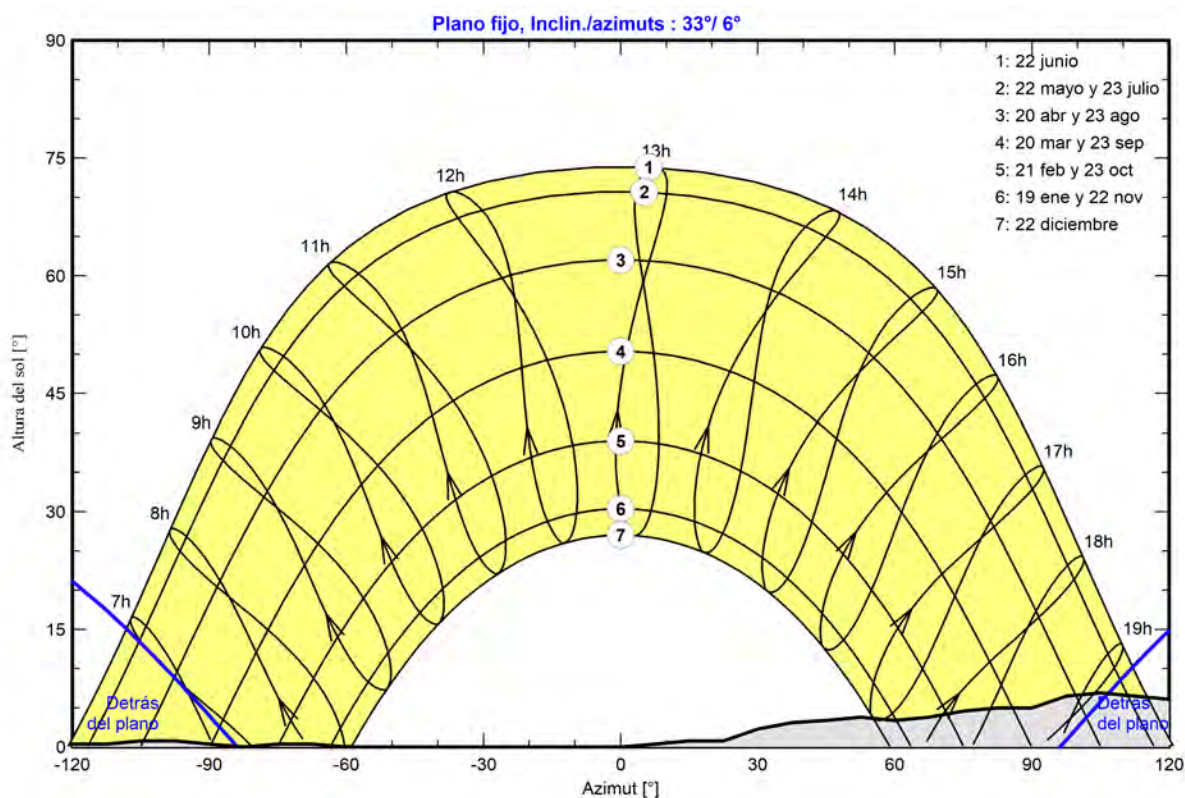
Horizon from PVGIS website API, Lat=39°36'8", Long=2°37'19", Alt=75m

Altura promedio 2.4 ° Factor Albedo 0.94  
Factor difuso 0.99 Fracción de albedo 100 %

Perfil del horizonte

Azmut [°]	-180	-173	-165	-158	-150	-143	-135	-128	-120	-113	-105	-98	-90	-83
Altura [°]	3.1	3.4	3.4	2.3	3.1	2.3	1.9	0.8	0.4	0.4	0.8	0.8	0.4	0.0
Azmut [°]	-75	-68	-60	0	8	15	23	30	38	45	53	60	68	75
Altura [°]	0.4	0.4	0.0	0.0	0.4	0.8	0.8	2.3	3.1	3.4	3.8	3.4	3.8	4.6
Azmut [°]	83	90	98	105	113	120	128	135	143	150	158	165	173	180
Altura [°]	5.0	5.0	6.5	6.9	6.5	6.1	5.3	5.7	4.2	3.4	2.3	3.4	3.1	3.1

Recorridos solares (diagrama de altura / azimut)





PVsyst V7.4.8

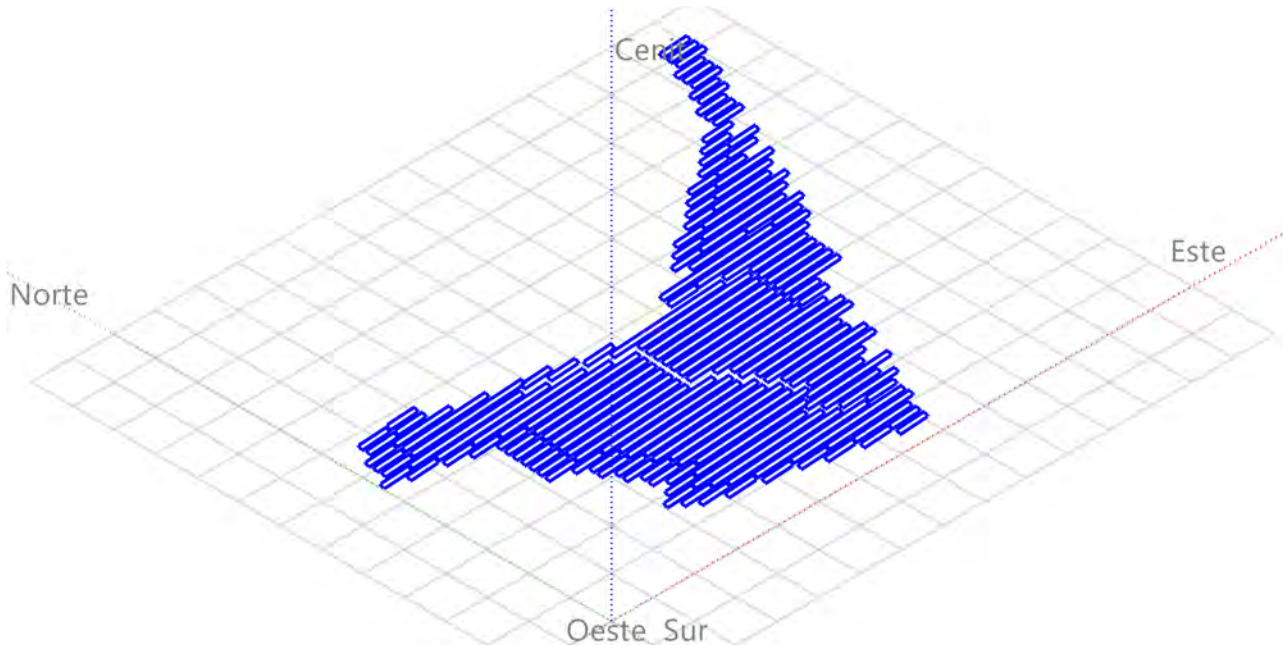
VC0, Fecha de simulación:

28/03/25 17:39

con V7.4.8

### Parámetro de sombreados cercanos

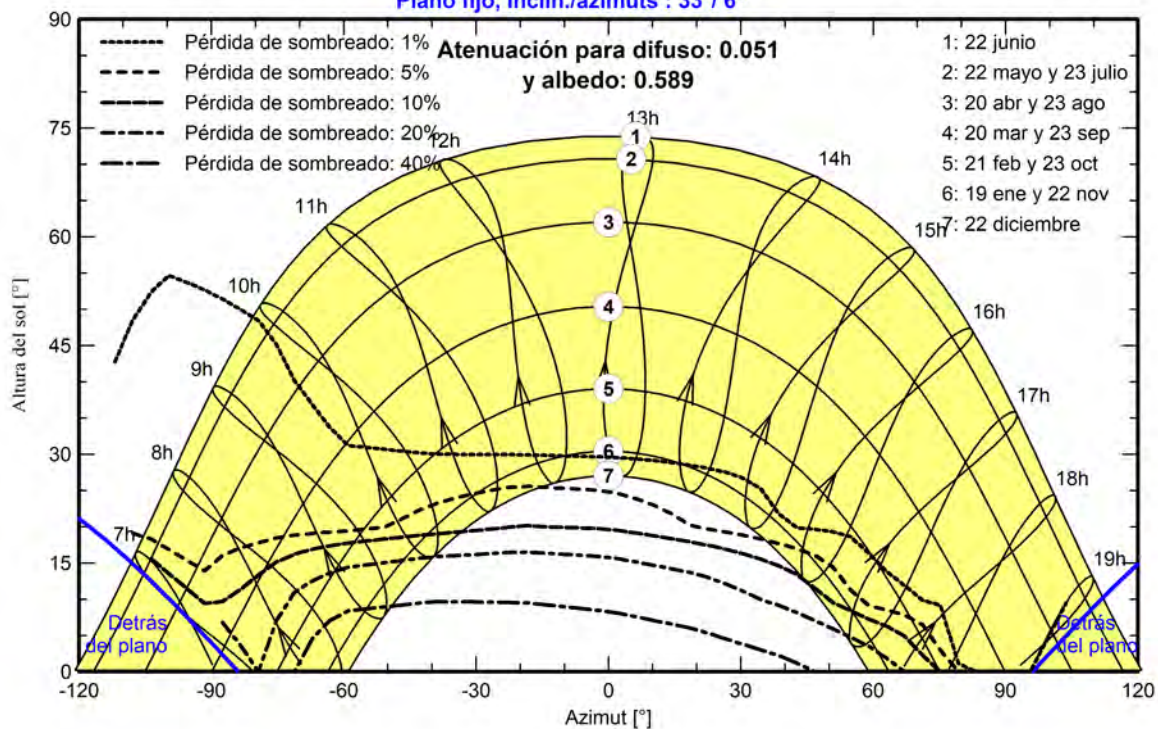
Perspectiva del campo FV y la escena de sombreado circundante



### Diagrama de iso-sombreados

Orientación #1

Plano fijo, Inclín./azimuts : 33°/ 6°







# Proyecto: FELIX DE AZARA

Variante: Nueva variante de simulación

PVsyst V7.4.8

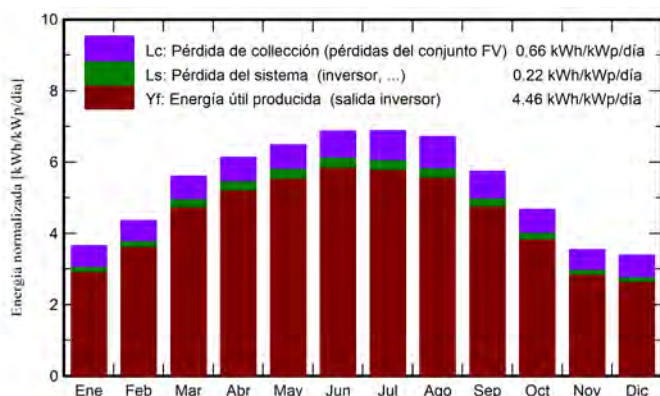
VC0, Fecha de simulación:  
28/03/25 17:39  
con V7.4.8

## Resultados principales

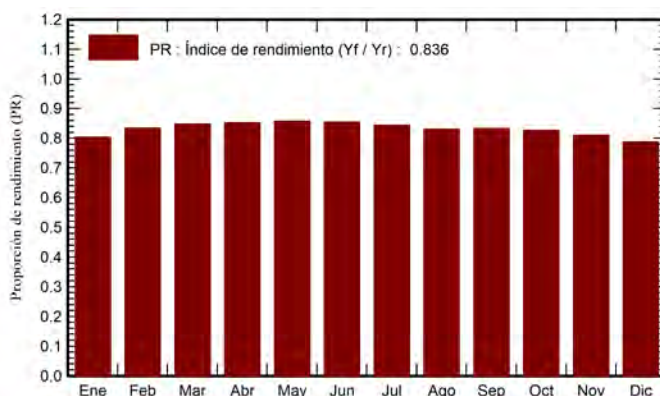
### Producción del sistema

Energía producida 4695890 kWh/año Producción específica 1629 kWh/kWp/año  
Proporción rend. PR 83.59 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado)



Proporción de rendimiento (PR)



## Balances y resultados principales

	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	kWh	kWh	proporción
Enero	67.8	25.82	8.44	113.2	102.7	275352	262312	0.804
Febrero	85.3	36.79	8.97	122.0	112.5	307531	293470	0.834
Marzo	137.6	51.84	12.21	173.6	162.4	445228	424321	0.848
Abril	168.0	67.37	15.27	184.0	171.2	474150	451964	0.852
Mayo	205.8	80.61	19.25	201.0	186.8	521262	496891	0.857
Junio	220.4	77.48	23.72	206.0	191.7	531503	507031	0.854
Julio	222.7	78.60	26.90	213.1	198.5	543006	518033	0.843
Agosto	197.1	71.30	26.59	208.2	194.5	523291	498757	0.831
Septiembre	145.3	56.94	22.25	172.0	160.4	432687	412791	0.832
Octubre	107.1	47.40	18.68	144.7	134.3	360998	344487	0.826
Noviembre	68.7	33.24	13.20	106.2	96.5	259711	247837	0.810
Diciembre	59.4	24.63	9.80	104.9	92.9	249358	237996	0.787
Año	1685.1	652.04	17.16	1949.0	1804.4	4924077	4695890	0.836

### Leyendas

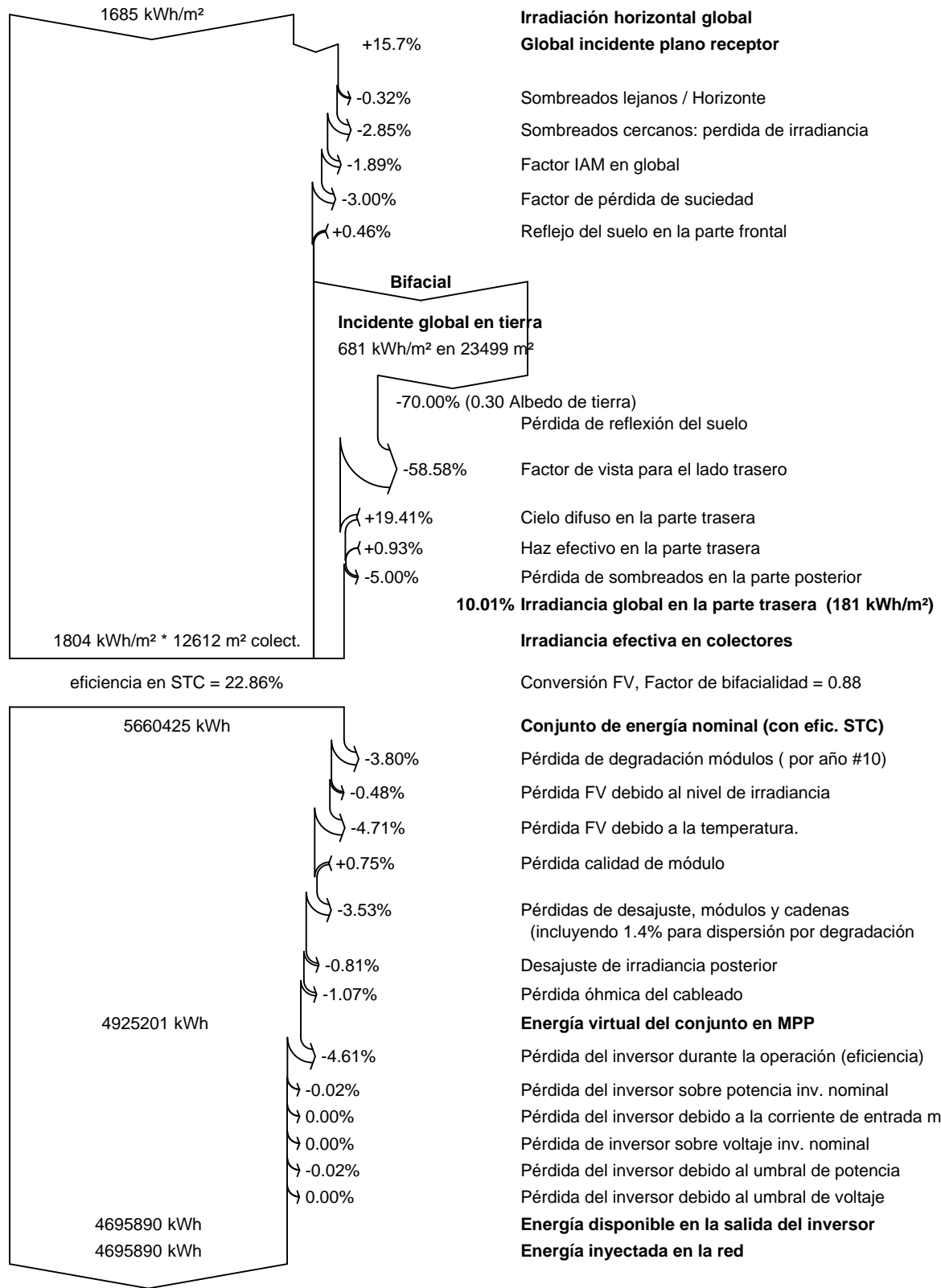
GlobHor	Irradiación horizontal global	EArray	Energía efectiva a la salida del conjunto
DiffHor	Irradiación difusa horizontal	E_Grid	Energía inyectada en la red
T_Amb	Temperatura ambiente	PR	Proporción de rendimiento
GlobInc	Global incidente plano receptor		
GlobEff	Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		



PVsyst V7.4.8

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/25 17:39  
con V7.4.8

Diagrama de pérdida





**PVsyst V7.4.8**

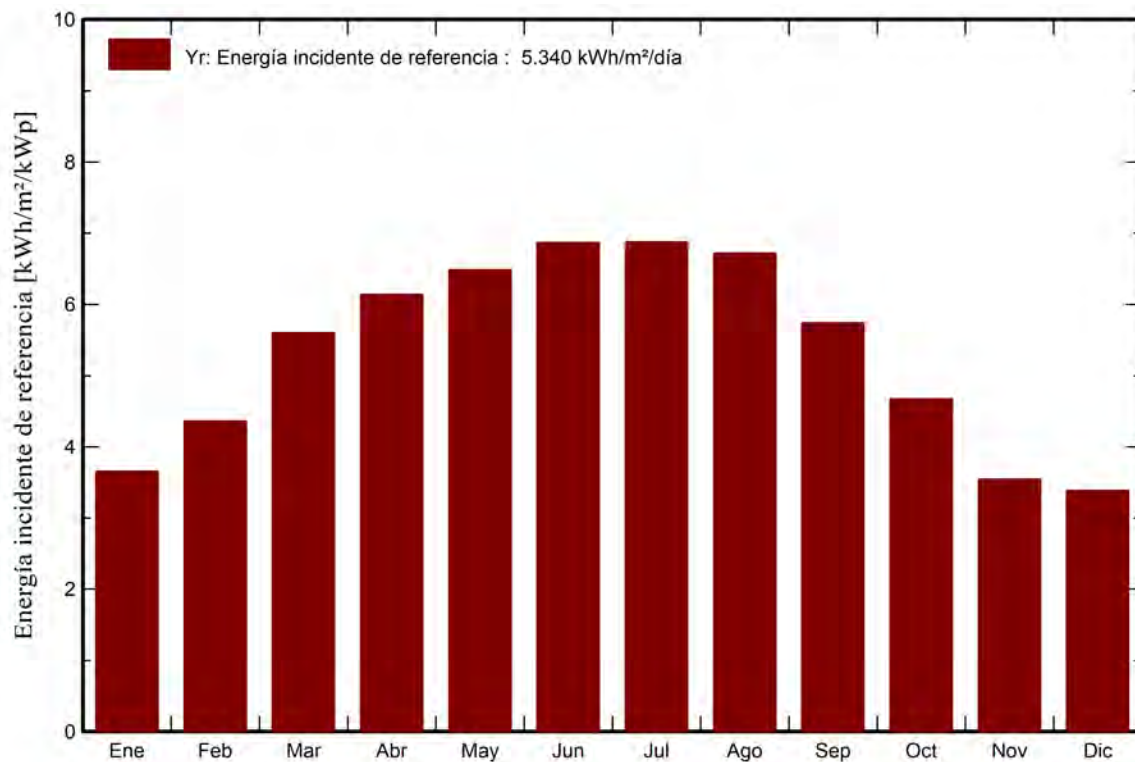
VC0, Fecha de simulación:

28/03/25 17:39

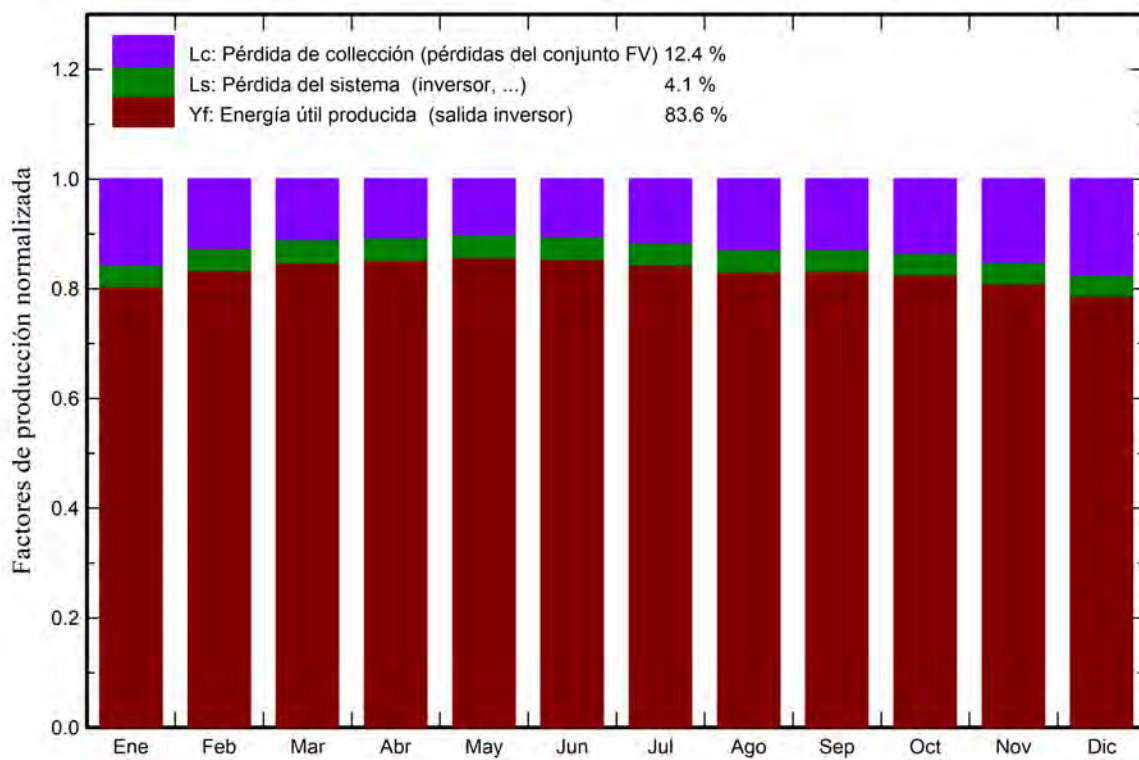
con V7.4.8

**Gráficos predefinidos**

**Energía incidente de referencia en el plano colector**



**Producción normalizada y factores de pérdida**





**PVsyst V7.4.8**

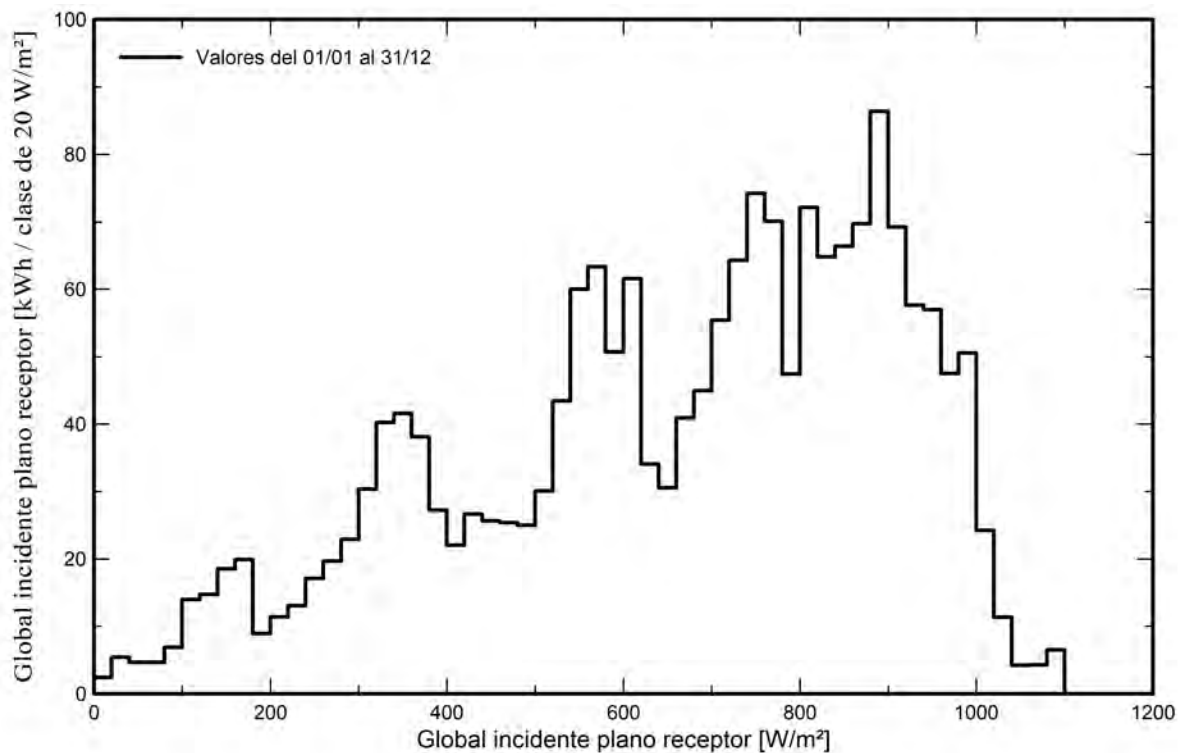
VC0, Fecha de simulación:

28/03/25 17:39

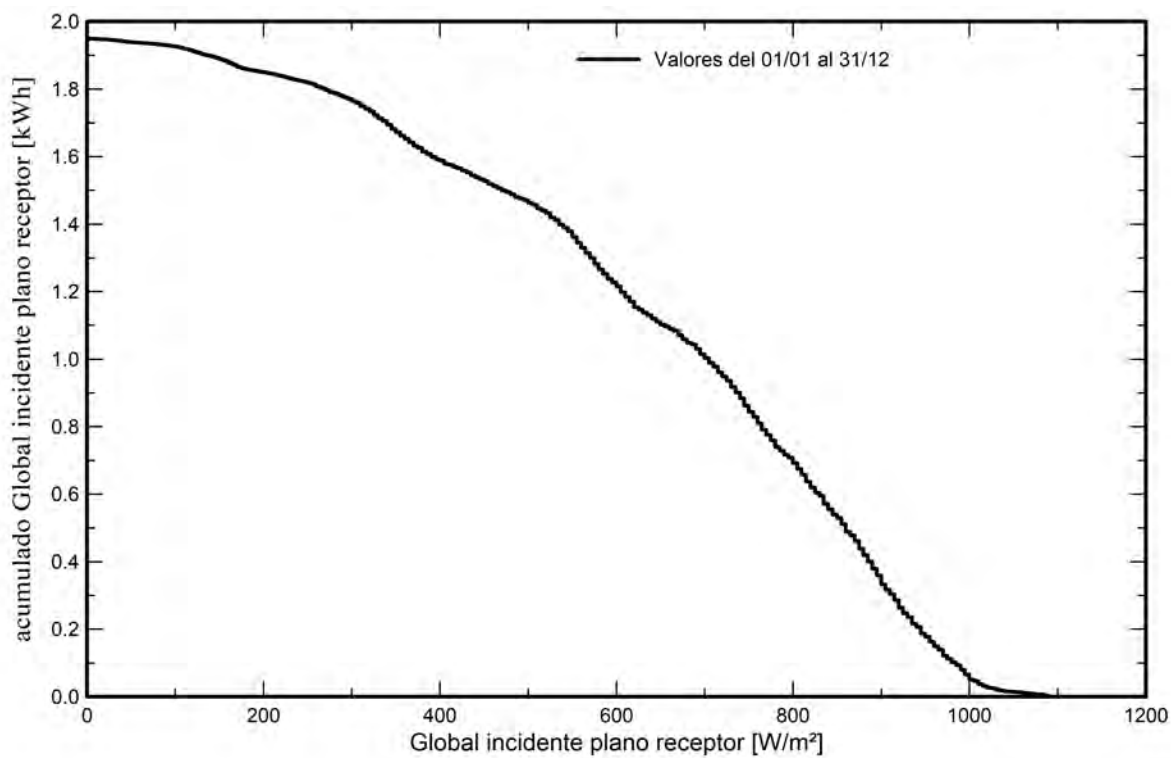
con V7.4.8

**Gráficos predefinidos**

**Distribución de irradiación incidente**



**Distribución acumulativa de la irradiación incidente**





**PVsyst V7.4.8**

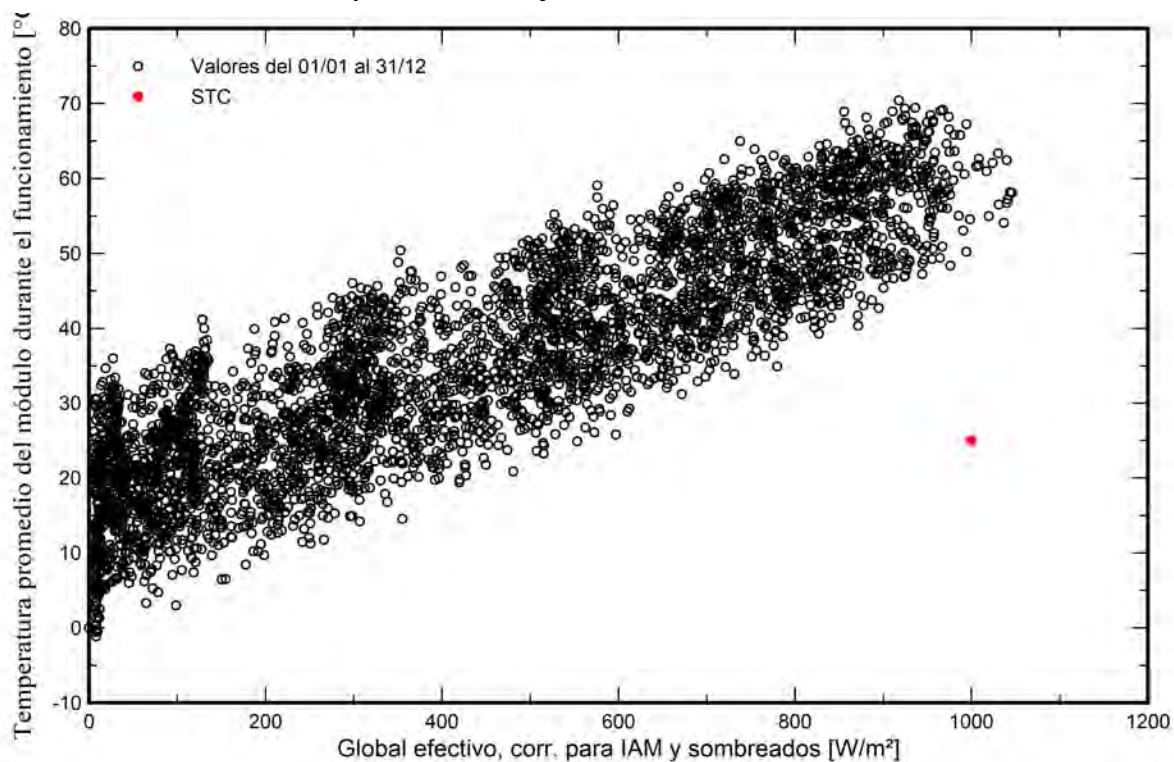
VC0, Fecha de simulación:

28/03/25 17:39

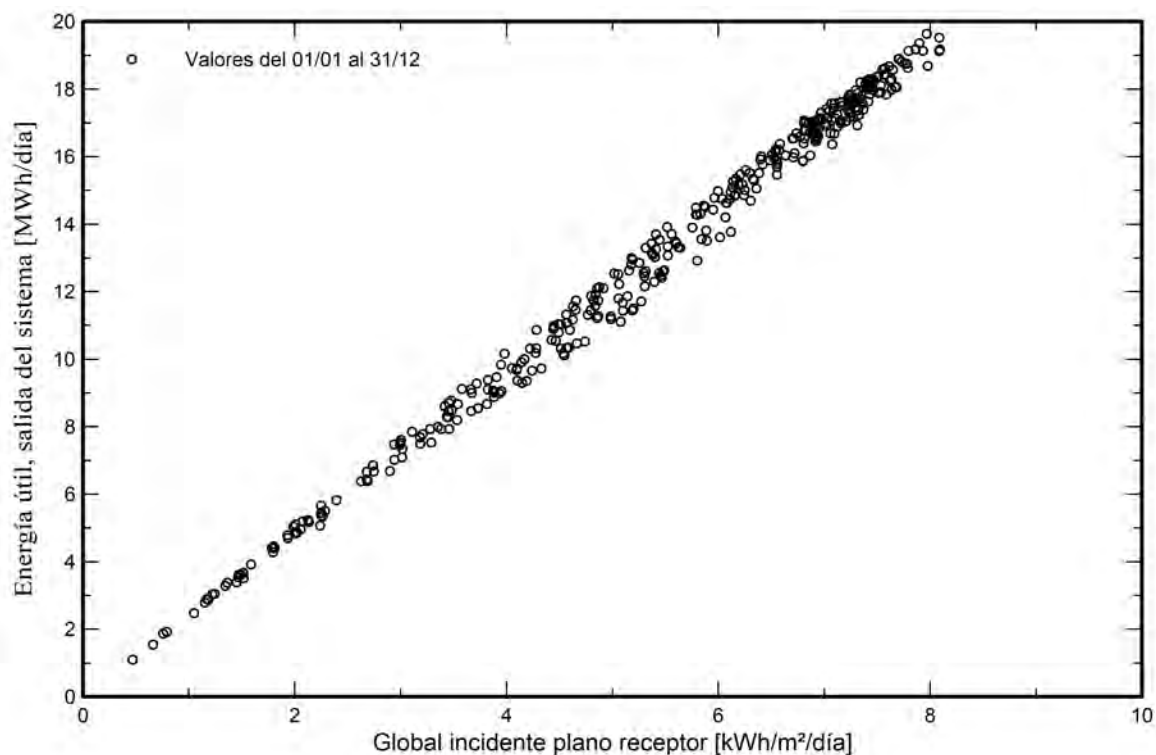
con V7.4.8

**Gráficos predefinidos**

**Temperatura del conjunto vs irradiancia efectiva**



**Diagrama entrada/salida diaria**







**PVsyst V7.4.8**

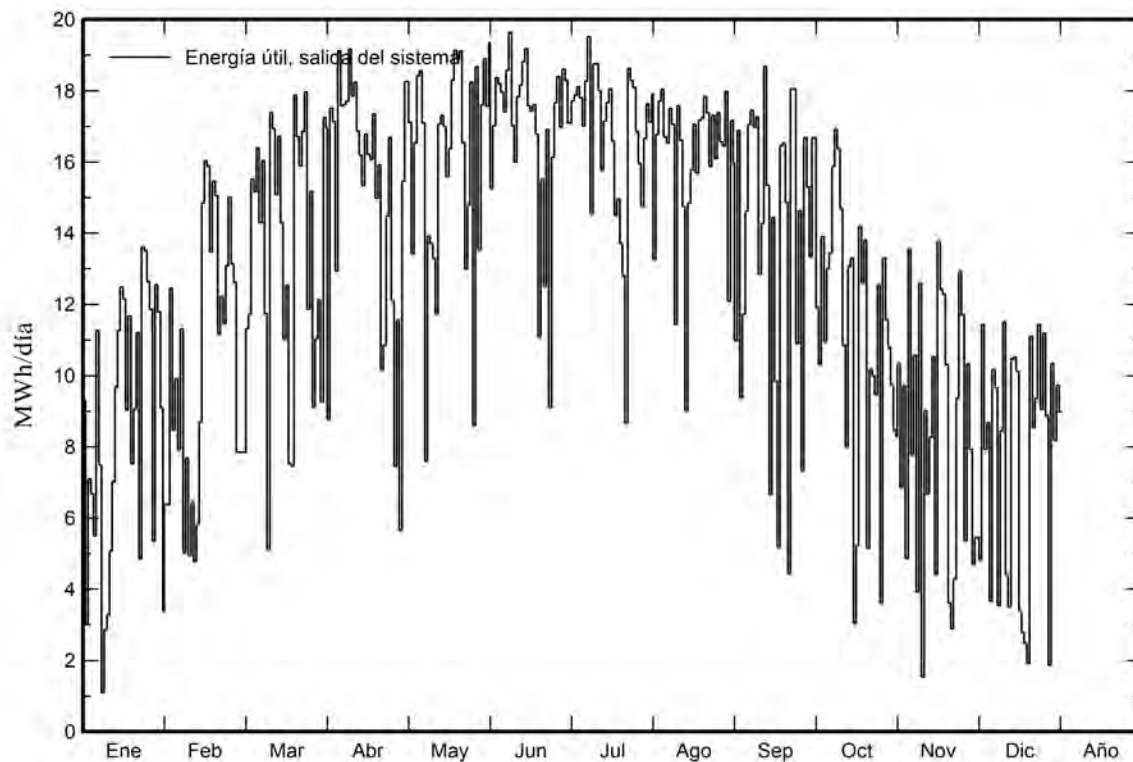
VC0, Fecha de simulación:

28/03/25 17:39

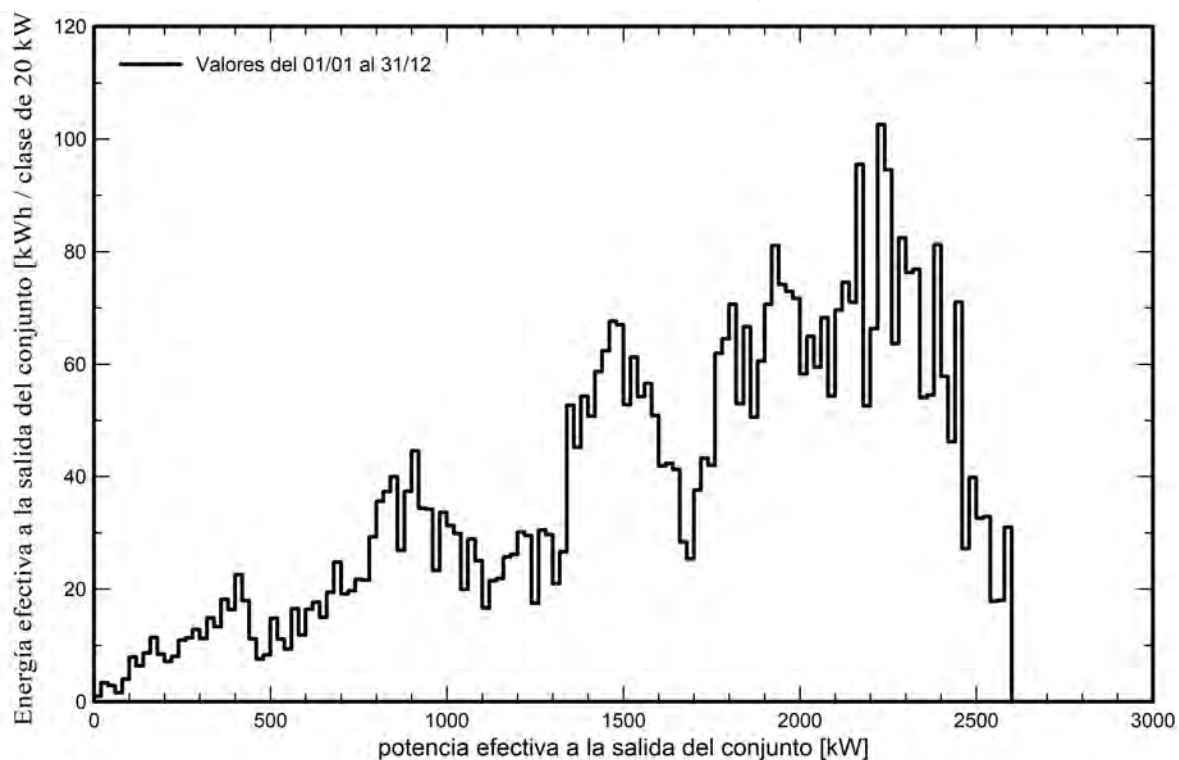
con V7.4.8

**Gráficos predefinidos**

**Energía diaria a la salida del sistema**



**Distribución de la potencia del conjunto**







**PVsyst V7.4.8**

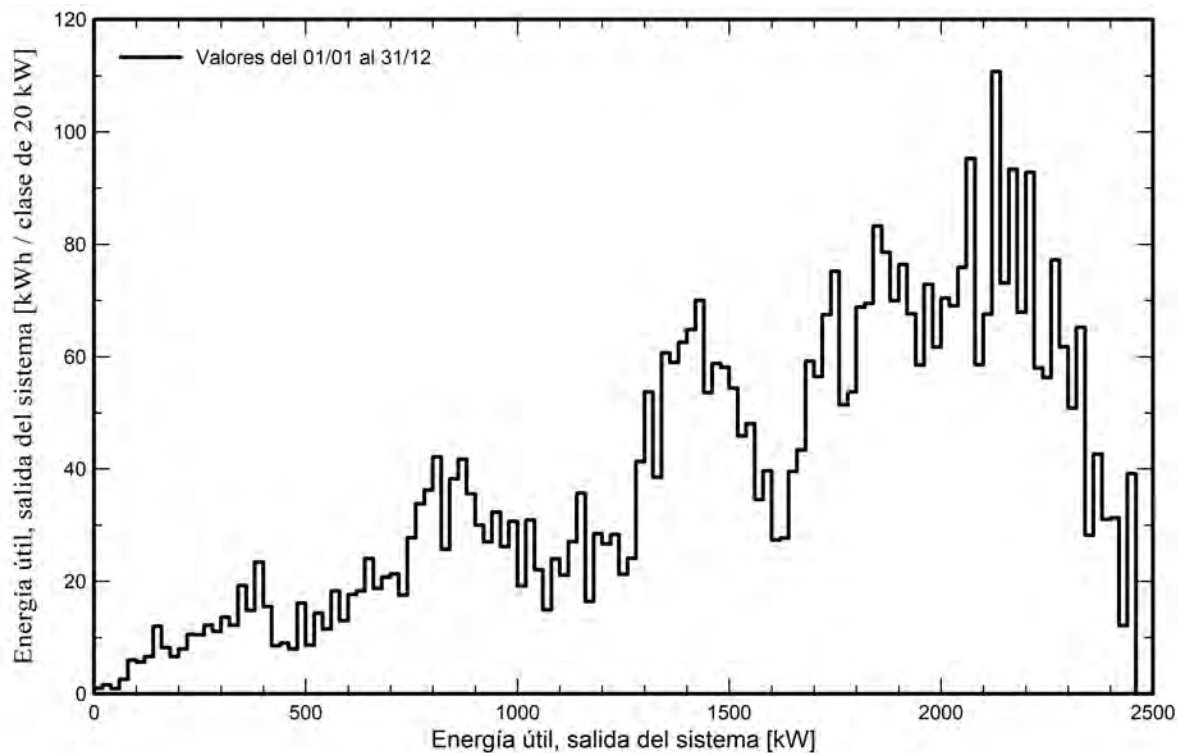
VC0, Fecha de simulación:

28/03/25 17:39

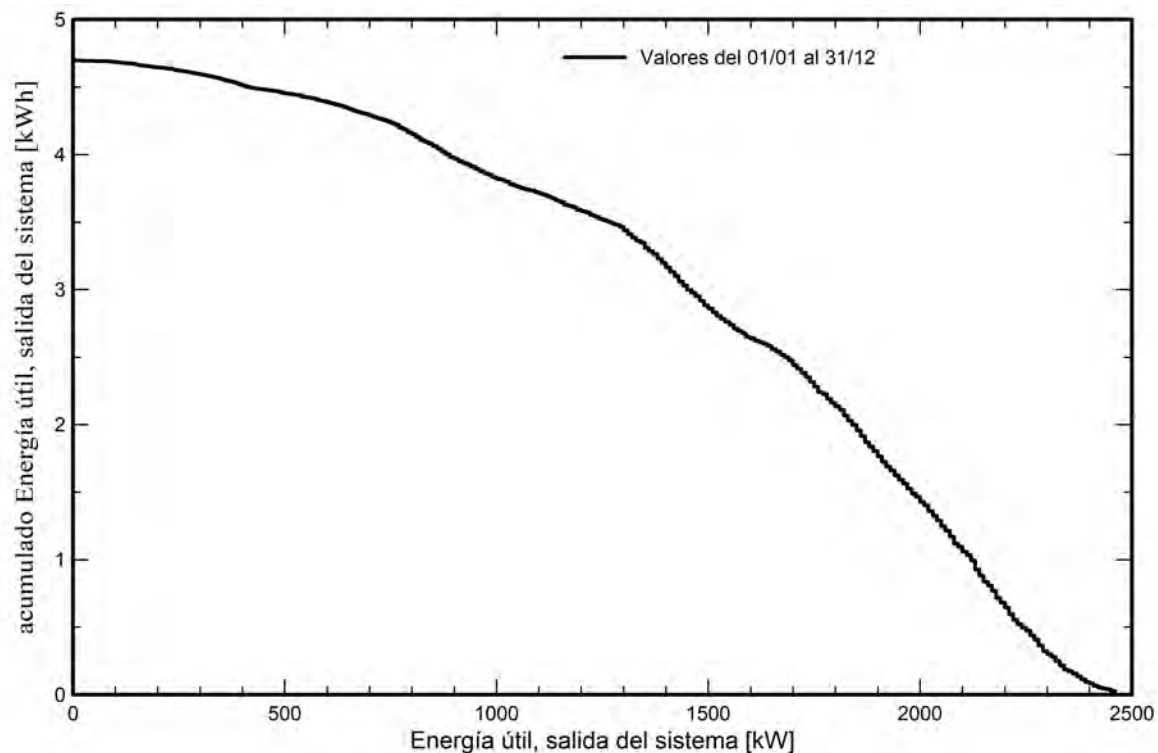
con V7.4.8

**Gráficos predefinidos**

**Distribución de potencia de salida del sistema**



**Distribución acumulativa de la potencia de salida del sistema**





**PVsyst V7.4.8**

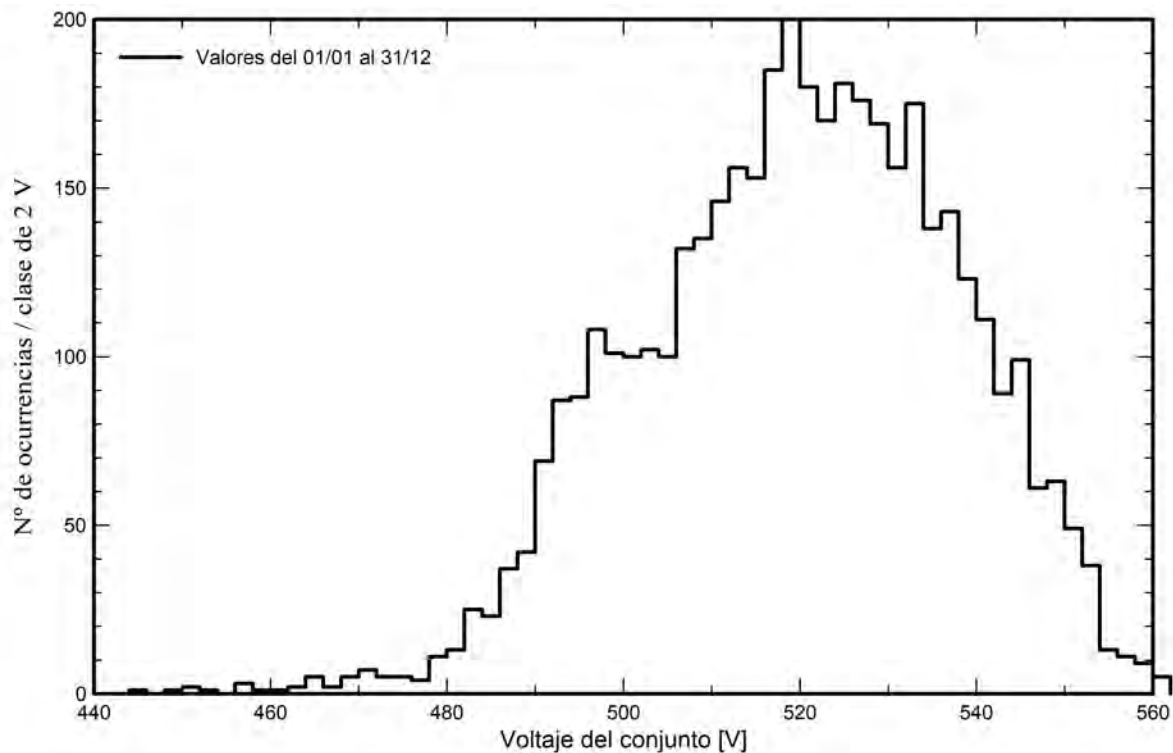
VC0, Fecha de simulación:

28/03/25 17:39

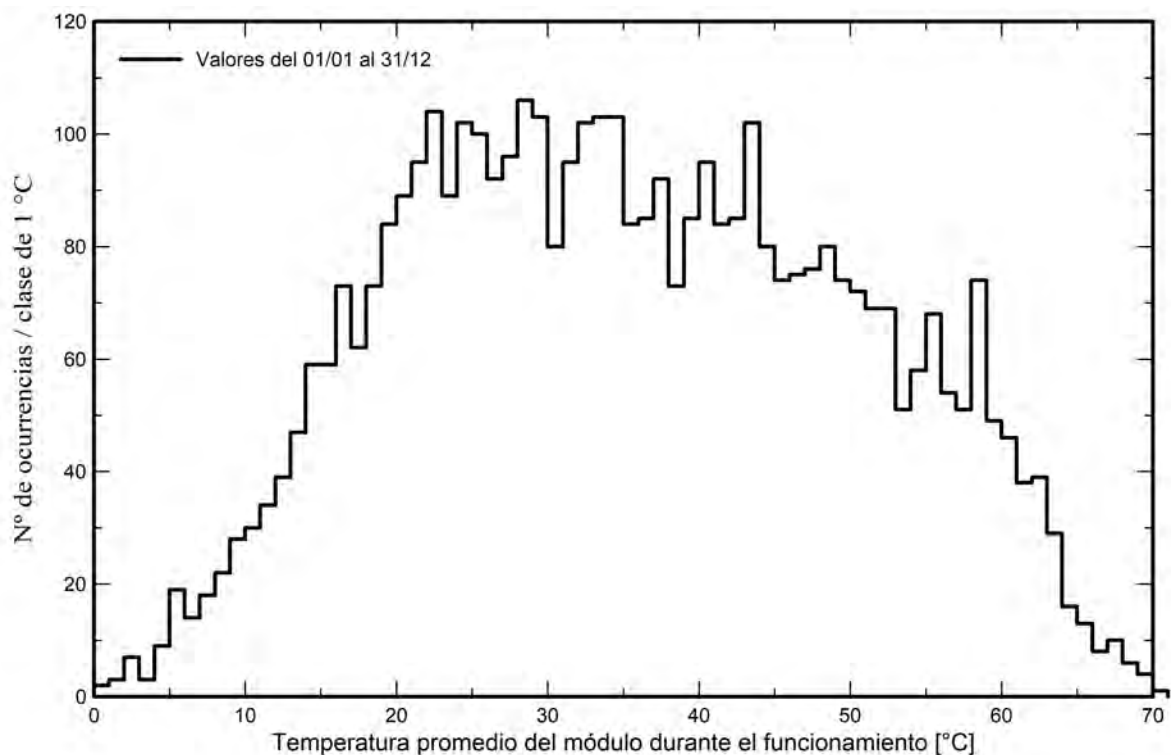
con V7.4.8

**Gráficos predefinidos**

**Distribución del voltaje del conjunto**



**Distribución de la temperatura del conjunto durante la ejecución**





**PVsyst V7.4.8**

VC0, Fecha de simulación:  
28/03/25 17:39  
con V7.4.8

**Evaluación P50 - P90**

**Datos meteo**

Fuente Meteoronorm 8.1 (1991-2013)  
Tipo Promedios mensuales  
Sintético - Promedio multianual  
Variabilidad año a año(Varianza) 0.0 %

**Desviación especificada**

Cambio climático 0.0 %

**Variabilidad global (datos meteo + sistema)**

Variabilidad (Suma cuadrática) 1.8 %

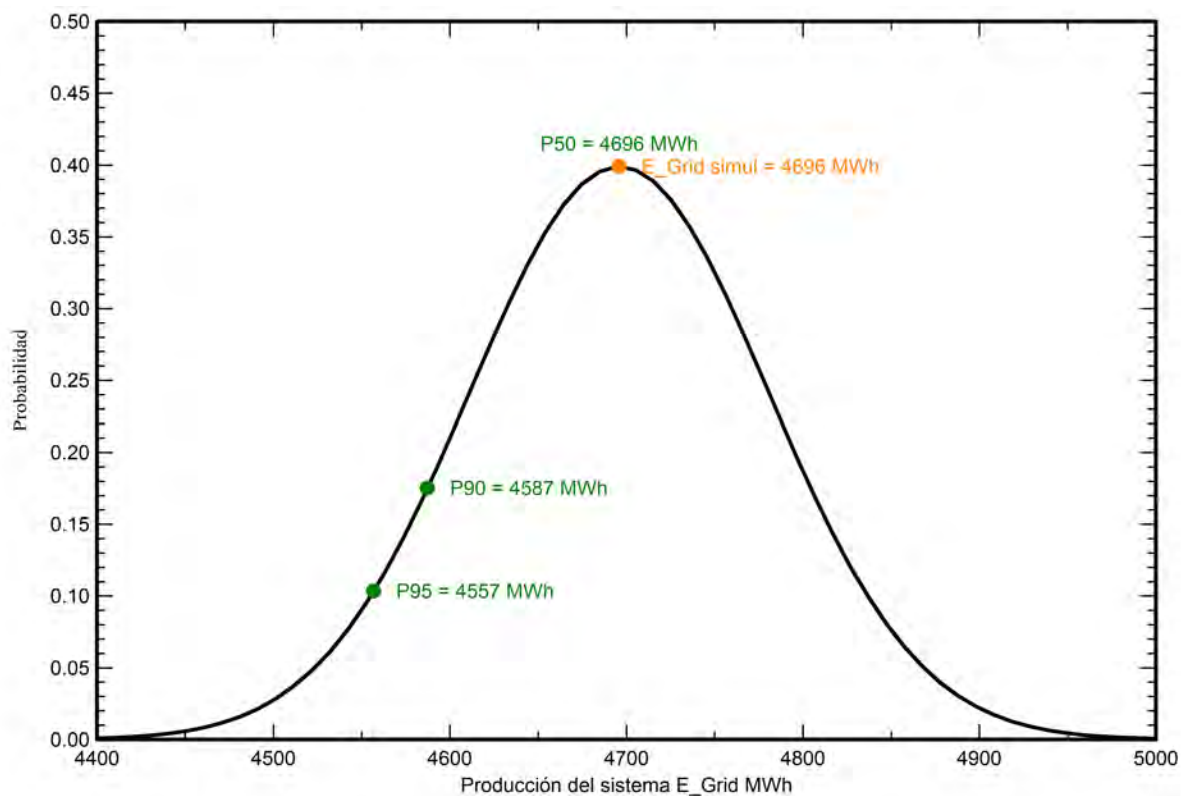
**Incertidumbres sobre la simulación y los parámetros**

Modelado/parámetros del módulo FV 1.0 %  
Incertidumbre eficiencia inversor 0.5 %  
Incertidumbres de suciedad y desajuste 1.0 %  
Incertidumbre de degradación 1.0 %

**Probabilidad de producción anual**

Variabilidad 85 MWh  
P50 4696 MWh  
P90 4587 MWh  
P95 4557 MWh

**Distribución de probabilidad**



## IV – CÁLCULOS ELÉCTRICOS

---

### 1. CONFIGURACIÓN DEL PROYECTO

Para el inversor, el número de módulos fotovoltaicos máximo que se pueden conectar en serie vendrá dado según las condiciones extremas que se puedan dar a lo largo del año. Se tendrán en cuenta los efectos de temperatura, las máximas y mínimas radiaciones, etc., tal y como se va a exponer a continuación para, en primer lugar, asegurar el funcionamiento del inversor garantizándose la tensión mínima de arranque de este, y, en segundo lugar, para no provocar averías en el inversor por sobretensiones, con el principal objetivo de maximizar la producción eléctrica.

En la Tabla se resumen las temperaturas y las irradiancias máximas y mínimas experimentadas en el emplazamiento de la instalación fotovoltaica. Estas variables se han sacado de la web Sistema de Información Geográfica Fotovoltaica del CCI (PVGIS) - Comisión Europea.

	Valor máximo	Valor mínimo
<b>Temperatura ambiente (°C)</b>	30,7	9,87
<b>Irradiancia (W/m²)</b>	699,54	462,5

### 1.1. NÚMERO MÍNIMO DE PANELES.

En primer lugar, se calculará el número mínimo de paneles en serie. Para ello, evaluamos el caso más desfavorable que nos podemos encontrar, y que será cuando la radiación incidente sobre el plano del generador sea máxima y tengamos la máxima temperatura ambiente (699,54 W/m² y 30,7 °C respectivamente).

Teniendo en cuenta que la tensión suministrada por cada panel fotovoltaico disminuye conforme a la intensidad incidente sobre el panel, debe asegurarse que el número de paneles en serie a conectar proporcionará como mínimo, la tensión mínima de funcionamiento del inversor que será de 450 V.

$$T_c = T_{amb} + \left( I_{inc} * \frac{TONC - 20}{800} \right)$$

Denominado:

- $T_c$  = Temperatura de trabajo de la célula.
- $T_{amb}$  = Temperatura media ambiente en la sombra
- $I_{inc}$  = Irradiancia incidente (máxima media anual) en ( $\frac{W}{m^2}$ ).
- TONC = Temperatura de Operación Normal de la Célula.

$$T_c = 30,7 + \left( 699,54 * \frac{43 - 20}{800} \right) = 50,81^\circ C$$

Una vez se dispone de la temperatura máxima alcanzada por el módulo, se procede a calcular la tensión a circuito abierto mínima experimentada por el módulo fotovoltaica.

$$V_{ocmin} = V_{oc} (25^\circ C) * (1 + \beta * (T_c - 25^\circ C))$$

Denominado:

- $V_{ocmin}$  = Tensión a circuito abierto de los módulos fotovoltaicos a la temperatura máxima de trabajo de la célula.
- $V_{oc}(25^{\circ}C)$  = Tensión a circuito abierto del módulo fotovoltaicos para condiciones estándar.
- $\beta$  = Coeficiente de variación de tensión con la temperatura.
- $T_c$  = Temperatura de trabajo de la Célula.

$$V_{ocmin} = 40.9 * (1 + ((-0,24)/100) * (50,81 - 25^{\circ}C)) = 38,36 V.$$

Una vez se dispone de la tensión de cortocircuito mínima del módulo, se procede a calcular el número mínimo de paneles en serie para alcanzar la tensión mínima del inversor.

$$N_{smin} = \frac{U_{min MPPT}}{V_{ocmin}}$$

Denominado:

- $N_{smin}$  = Número de paneles en serie mínimo.
- $U_{min MPPT}$  = Tensión mínima de funcionamiento del inversor.
- $V_{ocmin}$  = Tensión a circuito abierto de los módulos fotovoltaicos a la temperatura máxima de trabajo de la célula.

$$N_{smin} = \frac{450}{38,36} = 11,73 \text{ módulos.}$$

Por lo tanto, el número mínimo de módulos fotovoltaicos necesarios para garantizar que alcance la mínima tensión de funcionamiento del inversor es de 12 módulos.

## 1.2. NÚMERO MÁXIMO DE PANELES.

En primer lugar, se calculará el número máximo de paneles en serie. Para ello, evaluamos el caso más desfavorable que nos podemos encontrar, y que será cuando la radiación incidente sobre el plano del generador sea mínima y tengamos la mínima temperatura ambiente ( $462,5 \text{ W/m}^2$  y  $9,87^{\circ}C$  respectivamente).

Teniendo en cuenta que la tensión suministrada por cada panel fotovoltaico disminuye conforme a la intensidad incidente sobre el panel, debe asegurarse que el número de paneles en serie a conectar proporcionará como mínimo, la tensión mínima de funcionamiento del inversor que será de 820 V.

$$T_c = T_{amb} + (I_{inc} * \frac{T_{ONC} - 20}{800})$$



Denominado:

- $T_c$  = Temperatura de trabajo de la célula.
- $T_{amb}$  = Temperatura media ambiente en la sombra
- $I_{inc}$  = Irradiancia incidente (mínima media anual) en.
- TONC = Temperatura de Operación Normal de la Célula.

$$T_c = 9,87 + \left( 462,5 * \frac{43 - 20}{800} \right) = 23,24^\circ C$$

La temperatura mínima alcanzada por el módulo es 23,24°C, aunque como caso más desfavorable, tomaremos como temperatura mínima 9,87 °C. Una vez se dispone de la temperatura mínima alcanzada por el módulo, se procede a calcular la tensión a circuito abierto máxima experimentada por el módulo fotovoltaica.

$$V_{ocmax} = V_{oc} (25^\circ C) * (1 + \beta * (T_c - 25^\circ C))$$

Denominado:

- $V_{ocmax}$  = Tensión a circuito abierto de los módulos fotovoltaicos a la temperatura máxima de trabajo de la célula.
- $V_{oc}(25^\circ C)$  = Tensión a circuito abierto del módulo fotovoltaicos para condiciones estándar.
- $\beta$  = Coeficiente de variación de tensión con la temperatura.
- $T_c$  = Temperatura de trabajo de la Célula.

$$V_{ocmax} = 40,9 * \left( 1 + \left( \frac{(-0,24)}{100} \right) * (23,24 - 25^\circ C) \right) = 41,07 V.$$

Una vez se dispone de la tensión de cortocircuito mínima del módulo, se procede a calcular el número mínimo de paneles en serie para alcanzar la tensión mínima del inversor.

$$N_{smax} = \frac{U_{max MPPT}}{V_{ocmax}}$$

Denominado:

- $N_{smax}$  = Número de paneles en serie máximo.
- $U_{max MPPT}$  = Tensión máxima de funcionamiento del inversor.
- $V_{ocmin}$  = Tensión a circuito abierto de los módulos fotovoltaicos a la temperatura máxima de trabajo de la célula.

$$N_{smax} = \frac{820}{41,07} = 19,96 \text{ módulos.}$$

Por lo tanto, el número máximo de módulos fotovoltaicos necesarios para garantizar que alcance la mínima tensión de funcionamiento del inversor es de 20 módulos.

### 1.3. NÚMERO DE SERIES EN PARALELO.

El número de series de paneles en paralelo máximo que se pueden instalar conectados a los inversores se calculará, tomando en cuenta los peores casos, para inyectar la intensidad por el campo de paneles al inversor. Esto se produce cuando se alcanza la temperatura de trabajo de la célula sea máxima (la cual se produce cuando la temperatura y la irradiancia son máximas).

De esta forma nos vamos a reiterar las condiciones de las células del primer apartado de cálculo:

$$I_{scm\acute{a}x} = I_{sc} (25^{\circ}C) * (1 + \alpha * (T_c - 25^{\circ}C))$$

Denominado:

- $I_{scmax}$  = Intensidad de cortocircuito de los módulos fotovoltaicos a la temperatura máxima de trabajo de la célula.
- $I_{sc}(25^{\circ}C)$  = Intensidad de cortocircuito del módulo fotovoltaicos para condiciones estándar.
- $\alpha$  = Coeficiente de variación de la intensidad con la temperatura.
- $T_c$  = Temperatura de trabajo de la Célula.

$$I_{scm\acute{a}x} = 18,40 * \left( 1 + \left( \frac{0,05}{100} \right) * (43 - 25^{\circ}C) \right) = 18,56 \text{ A}$$

Las máximas intensidades admisibles a la entrada de CC 800 A para el inversor. La intensidad introducida por el número de strings elegido no puede superar, al sumarse debido a que se encuentran en paralelo, la máxima intensidad admisible a la entrada de CC.

Para calcular el número máximo de strings en paralelo lo calcularemos mediante la siguiente fórmula:

$$N_{sparallelo} = \frac{I_{max INV}}{I_{scmax}}$$

Denominado:

- $N_{sparallelo}$  = Número de strings máximo en paralelo admisible.
- $I_{max INV}$  = Intensidad máxima admisible en la entrada de CC del inversor.
- $I_{scmax}$  = Intensidad de cortocircuito de los módulos fotovoltaicos a la temperatura máxima de trabajo de la célula.

$$N_{sparallelo} = \frac{800}{18,56} = 43,10 \text{ strings.}$$

#### 1.4. RESUMEN DE LA CONFIGURACION.

En este subapartado se resumen los principales parámetros tenidos en cuenta para el cálculo de la configuración final y en función de estos, la disposición elegida.

La disposición elegida será de entre 32-28 strings de 14 módulos fotovoltaicos cada uno, colocaremos cajas de string en cada inversor para agrupar strings a las entradas pudiendo conectar así el total de 4.060 módulos fotovoltaicos.

	Temperatura ambiente (°C)	Irradiancia (W/m²)	Tc (°C)	Voc (V)	Isc (A)	N.º módulos	N.º Strings
Valor máximo	30,7	699,54	50,81	38,36	18,56	14	290
Valor mínimo	9,8	462,5	23,24	41,07	18,40	14	290

## 2. CÁLCULO ELÉCTRICO DE BAJA TENSIÓN

El cálculo de secciones y caídas de tensión se realiza con el método de pérdida de potencia. Para ello aplicaremos lo siguiente:

Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE (PCT-C Rev. – julio 2011). Se indica en el punto 5.5.2. que “Los conductores serán de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5 %”.

### 2.1. CÁLCULO ELÉCTRICO CORRIENTE CONTÍNUA DE BAJA TENSIÓN

Para el cálculo de corriente continua, se utilizará una caída de tensión del 1,5%.

Los cálculos se realizarán para las condiciones nominales de máxima potencia con el método de pérdida de potencia y siempre para el caso más desfavorable. En este caso, se distinguen un único tramo de corriente continua que va desde los strings hasta los inversores.

Las expresiones utilizadas son las siguientes:

Potencia:

$$P = VI \cos(\varphi) = V I$$

Sección:

$$s = \frac{2 * L * I * \cos(\varphi)}{C * e}$$

P – Potencia (W)

V – Tensión (V)

I – Intensidad (A)

C – Conductividad del conductor (56 Cobre y 35 Aluminio, en  $\Omega \cdot m$ )

e – Caída de tensión

L – Longitud del tramo (m)

Por otro lado, la relación entre la caída de tensión absoluta y la porcentual, viene dada por la siguiente expresión:

$$e(\%) = \frac{100 * e}{V}$$

Para el cálculo de corriente alterna, se utilizará una caída de tensión del 1%.

Los cálculos se realizarán para las condiciones nominales de máxima potencia con el método de pérdida de potencia y siempre para el caso más desfavorable. En este caso, se distinguen un único tramo de corriente alterna que va desde los inversores hasta el CT. Las expresiones utilizadas son las siguientes:

Potencia:

$$P = VI \cos(\varphi) * \sqrt{3} = V I * \sqrt{3}$$

Sección:

$$s = \frac{L * I * \cos(\varphi)}{C * e}$$

P – Potencia (W)

V – Tensión (V)

I – Intensidad (A)

C – Conductividad del conductor (56 Cobre y 35 Aluminio, en  $\Omega \cdot m$ )

e – Caída de tensión

L – Longitud del tramo (m)

Por otro lado, la relación entre la caída de tensión absoluta y la porcentual, viene dada por la siguiente expresión:

$$e(\%) = \frac{100 * e}{V}$$

- Las tablas adjuntas están realizadas en base a los cálculos descritos y, usando las caídas de tensión máximas mencionadas.
- Para el cálculo se ha usado la potencia STC de los módulos que es de 710 Wp, para 1000 W/m<sup>2</sup> y 25°C, por lo que cada string estará compuesto por un total de 9.940 Wp. Esta situación no es del todo real, ya que estos parámetros sólo se dan en las condiciones mencionadas (STC).
- Por otro lado, las secciones que se adoptarán finalmente en cada tramo cumplirán lo indicado en ITC-BT-40 para el dimensionado de cables. Este se diseña para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.

El conductor empleado para el tramo “String-Inversor de string” será conductor unipolar de aluminio de secciones 6, 10 o 16 mm<sup>2</sup>, mientras que el tramo “Inversor de string-CT” corresponderá a secciones de 240 y 400 mm<sup>2</sup> con conductores unipolares de aluminio.

En las siguientes tablas se muestran los cálculos del cableado de los string a la caja de strings y de las cajas de string a los inversores.



Listado de cables (strings)

Código	Dimensiones		Características del cable				Características eléctricas										Bases de cálculo									
	Identificador único del cable	Circ. x fase	Sección del cable	Longitud	Tipo de instalación	Cond. utor	Aislante	Pot. nominal	Tensión	Caída de tensión	Caída de tensión	Máx. caída de tensión permitida	Corriente de operación	Máx. corriente permitida	Temp. del cable	Máx. temp. permitida	Resistencia corregida temp. cable	Sección mínima requerida según criterio de tensión	Factor de corrección por temperatura	Corriente para el dimensionado	Circ. a fase	Sección mínima requerida según criterio máx. int. adm.	Factor de corrección por tensión	Factor de corrección por temperatura		
Cable string		[mm2]	[m]					[kVA]	[V]	[V]	[V %]	[V %]	[A]	[A]	[°C]	[°C]	[Ω mm2/m]	[mm2]								
AA1-1-1-1-F-3-8-1	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	0,2	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-3-3-1	1	6	3,79	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,5	0,087	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	0,7	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-3-5-1	1	6	3,79	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,5	0,087	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	0,7	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-3-5-3	1	6	5,99	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,8	0,138	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	1,1	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-3-2-1	1	6	14,29	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,9	0,329	0,75	Ok	17,4	48,1	Ok	45,91	90	Ok	0,02276	2,63	0,71	24,5	1	1,5 mm2	0,92	0,77
AA1-1-1-1-F-3-4-1	1	6	9,4	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,2	0,216	0,75	Ok	17,4	48,1	Ok	45,91	90	Ok	0,02276	1,73	0,71	24,5	1	1,5 mm2	0,92	0,77
AA1-1-1-1-F-3-1-1	1	6	29,68	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,9	0,683	0,75	Ok	17,4	48,1	Ok	45,91	90	Ok	0,02276	5,46	0,71	24,5	1	1,5 mm2	0,92	0,77
AA1-1-1-1-F-3-7-1	1	6	24,79	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,57	0,75	Ok	17,4	48,1	Ok	45,91	90	Ok	0,02276	4,56	0,71	24,5	1	1,5 mm2	0,92	0,77
AA1-1-1-1-F-3-6-1	1	10	36,72	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,9	0,507	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,76	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-3-6-2	1	10	36,72	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,9	0,507	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,76	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-3-6-3	1	10	38,92	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,537	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,16	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-3-6-4	1	10	38,92	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,537	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,16	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-3-5-2	1	10	37,44	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3	0,517	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,89	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-3-5-4	1	10	39,64	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,547	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,29	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-1-1-1	1	6	5,99	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,8	0,138	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	1,1	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-1-1-3	1	6	3,79	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,5	0,087	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	0,7	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-1-3-1	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	0,2	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-1-3-3	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	0,2	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-1-2-1	1	10	38,74	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,535	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	7,13	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-1-2-2	1	10	38,74	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,535	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	7,13	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-1-2-3	1	10	40,95	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,2	0,565	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	7,53	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-1-2-4	1	10	40,95	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,2	0,565	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	7,53	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-1-1-2	1	10	39,64	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,547	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	7,29	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-1-1-4	1	10	37,44	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3	0,517	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	6,89	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-1-3-2	1	10	34,75	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,479	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	6,39	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-1-3-4	1	10	34,75	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,479	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	6,39	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-2-2-2	1	10	34,75	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,479	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,39	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-2-2-4	1	10	34,75	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,479	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	6,39	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-2-3-2	1	10	42,33	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,584	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	7,79	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-2-3-4	1	10	44,53	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,614	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	8,19	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-2-1-2	1	10	36,77	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,9	0,507	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,77	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-2-1-4	1	10	34,57	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,477	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,36	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-2-4-2	1	6	31,88	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4,2	0,733	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	5,87	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-2-4-4	1	6	29,68	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,9	0,683	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	5,46	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-2-2-1	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	0,2	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-2-2-3	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	0,2	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-2-3-1	1	6	8,68	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,1	0,2	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	1,6	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-2-3-3	1	6	10,88	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,4	0,25	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	2	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-1-1-1-F-2-1-1	1	10	47,99	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,8	0,662	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	8,83	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-2-1-3	1	10	45,78	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,6	0,632	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	8,42	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-2-4-1	1	10	43,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,4	0,595	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,93	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-1-1-F-2-4-3	1	10	40,89	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,2	0,564	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,52	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-F-2-4-1	1	6	8,68	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,1	0,2	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	1,6	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-F-2-6-1	1	6	3,79	Sujeto a estructuras	Cu																					



Código	Dimensiones		Características del cable				Características eléctricas										Bases de cálculo									
Identificador único del cable	Circ. a fase	Sección del cable	Longitud	Tipo de instalación	Cond. uctor	Aislante	Pot. nominal	Tensión	Caída de tensión	Caída de tensión	Max. caída de tensión permitida	Corriente de operación	Max. corriente permitida	Temp. del cable	Max. temp. permitida	Resistividad intrínseca temp. cable	Sección mínima requerida según datos de instalación	Factor de corrección por agrupamiento	Corriente para el dimensionado	Circ. a fase	Sección mínima requerida según tabla máx. int. mín.	Factor de corrección por base ambiente	Factor de corrección por agrupación			
Cable string		[mm2]	[m]				[kVA]	[V]	[V]	[V %]	[V %]	[A]	[A]	[°C]	[°C]		[mm2]		[A]		[mm2]					
AA1-1-2-1-1-F-2-2-3	1	16	71.08	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,613	0,75	OK	17,4	84	OK	41,47	90	OK	0,02276	13,08	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-2-3-1	1	16	68.39	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,4	0,59	0,75	OK	17,4	84	OK	41,47	90	OK	0,02276	12,58	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-2-3-3	1	16	68.39	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,4	0,59	0,75	OK	17,4	84	OK	41,47	90	OK	0,02276	12,58	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-2-10-1	1	16	71.08	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,613	0,75	OK	17,4	84	OK	41,47	90	OK	0,02276	13,08	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-2-10-3	1	16	73.28	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,6	0,632	0,75	OK	17,4	84	OK	41,47	90	OK	0,02276	13,48	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-2-2-2	2	10	106.93	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4,2	0,738	0,75	OK	17,4	125,7	OK	40,28	90	OK	0,02276	19,67	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-2-2-4	2	10	104.73	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4,1	0,723	0,75	OK	17,4	125,7	OK	40,28	90	OK	0,02276	19,27	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-2-3-2	2	10	102.04	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4	0,704	0,75	OK	17,4	125,7	OK	40,28	90	OK	0,02276	18,77	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-2-3-4	2	10	102.04	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4	0,704	0,75	OK	17,4	125,7	OK	40,28	90	OK	0,02276	18,77	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-2-10-2	2	10	104.73	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4,1	0,723	0,75	OK	17,4	125,7	OK	40,28	90	OK	0,02276	19,27	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-2-10-4	2	10	106.93	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4,2	0,738	0,75	OK	17,4	125,7	OK	40,28	90	OK	0,02276	19,67	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-1-1-2	1	10	44.53	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,614	0,75	OK	17,4	62,9	OK	43,17	90	OK	0,02276	8,19	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-1-1-4	1	10	42.33	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,584	0,75	OK	17,4	62,9	OK	43,17	90	OK	0,02276	7,79	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-1-5-2	1	10	38,2	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3	0,527	0,75	OK	17,4	62,9	OK	43,17	90	OK	0,02276	7,03	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-1-5-4	1	10	36	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,8	0,497	0,75	OK	17,4	62,9	OK	43,17	90	OK	0,02276	6,62	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-1-1-1	1	6	10.88	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,4	0,25	0,75	OK	17,4	45	OK	46,85	90	OK	0,02276	2	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-1-1-3	1	6	8,68	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,1	0,2	0,75	OK	17,4	45	OK	46,85	90	OK	0,02276	1,6	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-1-4-1	1	6	8,68	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,1	0,2	0,75	OK	17,4	45	OK	46,85	90	OK	0,02276	1,6	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-1-6-1	1	6	3,79	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,5	0,087	0,75	OK	17,4	45	OK	46,85	90	OK	0,02276	0,7	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-1-2-1	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	OK	17,4	45	OK	46,85	90	OK	0,02276	0,2	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-1-2-2	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	OK	17,4	51,3	OK	45,13	90	OK	0,02276	0,2	0,75	23	1	1,5 mm2	0,92	0,82
AA1-1-2-1-1-F-1-3-1	1	6	3,79	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,5	0,087	0,75	OK	17,4	51,3	OK	45,13	90	OK	0,02276	0,7	0,75	23	1	1,5 mm2	0,92	0,82
AA1-1-2-1-1-F-1-3-2	1	6	5,99	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,8	0,138	0,75	OK	17,4	51,3	OK	45,13	90	OK	0,02276	1,1	0,75	23	1	1,5 mm2	0,92	0,82
AA1-1-2-1-1-F-1-5-1	1	6	26.99	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,6	0,621	0,75	OK	17,4	45	OK	46,85	90	OK	0,02276	4,97	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-1-2-1-1-F-1-5-3	1	6	24.79	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,57	0,75	OK	17,4	45	OK	46,85	90	OK	0,02276	4,56	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-1-F-1-1-2	1	10	34.75	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,479	0,75	OK	17,4	63,7	OK	43,07	90	OK	0,02276	6,39	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-1-1-1-F-1-1-4	1	10	34.75	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,479	0,75	OK	17,4	62,9	OK	43,17	90	OK	0,02276	6,39	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-1-F-1-1-1	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	OK	17,4	45,6	OK	46,65	90	OK	0,02276	0,2	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-1-1-1-F-1-4-1	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	OK	17,4	45,6	OK	46,65	90	OK	0,02276	0,2	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-1-1-1-F-1-1-3	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	OK	17,4	45	OK	46,85	90	OK	0,02276	0,2	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-1-F-1-4-3	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	OK	17,4	45	OK	46,85	90	OK	0,02276	0,2	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-1-F-1-5-1	1	6	3,79	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,5	0,087	0,75	OK	17,4	45	OK	46,85	90	OK	0,02276	0,7	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-1-F-1-5-3	1	6	5,99	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,8	0,138	0,75	OK	17,4	45	OK	46,85	90	OK	0,02276	1,1	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-1-F-1-2-1	1	16	68.09	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,4	0,587	0,75	OK	17,4	85,2	OK	41,41	90	OK	0,02276	12,53	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-1-1-1-F-1-3-1	1	16	75.85	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,7	0,654	0,75	OK	17,4	85,2	OK	41,41	90	OK	0,02276	13,95	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-1-1-1-F-1-4-2	1	10	34.75	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,479	0,75	OK	17,4	63,7	OK	43,07	90	OK	0,02276	6,39	0,67	25,9	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-1-1-1-F-1-4-4	1	10	34.75	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,479	0,75	OK	17,4	62,9	OK	43,17	90	OK	0,02276	6,39	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-1-F-1-5-2	1	10	37.44	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3	0,517	0,75	OK	17,4	62,9	OK	43,17	90	OK	0,02276	6,89	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-1-F-1-5-4	1	10	39.64	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,547	0,75	OK	17,4	62,9	OK	43,17	90	OK	0,02276	7,29	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-1-F-1-6-1	1	16	70.37	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,607	0,75	OK	17,4	84	OK	41,47	90	OK	0,02276	12,95	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-1-F-2-3-1	1	16	65.47	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,2	0,565	0,75	OK	17,4	84	OK	41,47	90	OK	0,02276	12,05	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-1-F-2-2-2	1	10	34.03	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,47	0,75	OK	17,4	62,9	OK	43,17	90	OK	0,02276	6,26	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-1-F-2-2-4	1	6	31.83	Sujeto a																						





Código	Dimensiones			Características del cable				Características eléctricas								Bases de cálculo								
Identificador univoco del cable	Circ. a fase	Sección del cable	Longitud	Tipo de instalación	Cand. uctor	Asistente	Pol. nominal	Tensión	Caída de tensión	Caída de tensión	Máx. caída de tensión permitida	Corriente de operación	Máx. corriente permitida	Temp. del cable	Máx temp. permitida	Sensibilidad ante carga leve	Sección mínima requerida según catálogos	Factor de potencia agrupado	Corriente para el dimensionado	Circ. a fase	Sección mínima requerida según cat. int. act.	Factor de corrección por hnto. ambiente	Factor de corrección por agrupación	
Cable string		[mm2]	[m]				[kVA]	[V]	[V]	[V %]	[V %]	[A]	[A]	[°C]	[°C]		[mm2]/m		[A]		[mm2]			
AA1-2-1-1-F-2-5-1	1	10	36,72	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,9	0,507	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,76	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-F-2-5-2	1	10	36,72	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,9	0,507	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,76	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-F-2-5-3	1	10	38,92	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,537	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,16	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-F-2-6-1	1	10	41,61	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,574	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,65	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-F-2-6-2	1	10	41,61	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,574	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,65	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-1-1-F-2-6-3	1	10	43,81	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,604	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	8,06	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-1-1	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	0,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-1-3	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	0,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-4-1	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	0,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-7-1	1	6	11,6	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,5	0,267	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	2,13	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-6-1	1	6	9,4	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,2	0,216	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	1,73	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-7-3	1	6	9,4	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,2	0,216	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	1,73	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-3-1	1	6	9,4	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,2	0,216	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	1,73	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-9-1	1	6	9,4	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,2	0,216	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	1,73	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-9-3	1	6	11,6	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,5	0,267	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	2,13	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-8-1	1	6	22,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,9	0,508	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	4,07	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-8-3	1	6	19,9	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,6	0,458	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	3,66	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-5-1	1	10	37,14	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,9	0,512	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,83	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-5-3	1	10	36	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,8	0,497	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,62	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-1-2	1	10	34,75	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,479	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,39	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-1-4	1	10	34,75	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,479	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,39	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-2-1	2	6	54,79	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,6	0,63	0,75	Ok	17,4	90	Ok	41,2	90	Ok	0,02276	10,08	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-2-3	2	6	54,44	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,6	0,626	0,75	Ok	17,4	90	Ok	41,2	90	Ok	0,02276	10,01	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-7-2	1	10	45,25	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,6	0,624	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	8,32	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-7-4	1	10	43,04	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,4	0,594	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,92	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-9-2	1	10	43,04	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,4	0,594	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,92	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-9-4	1	10	45,25	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,6	0,624	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	8,32	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-8-2	2	6	55,74	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,7	0,641	0,75	Ok	17,4	90	Ok	41,2	90	Ok	0,02276	10,26	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-8-4	1	10	53,54	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4,2	0,739	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	9,85	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-5-2	1	16	70,78	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,61	0,75	Ok	17,4	84	Ok	41,47	90	Ok	0,02276	13,02	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-5-4	1	16	69,65	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,4	0,601	0,75	Ok	17,4	84	Ok	41,47	90	Ok	0,02276	12,81	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-2-2	2	10	88,43	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,61	0,75	Ok	17,4	125,7	Ok	40,28	90	Ok	0,02276	16,27	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-1-2-4	2	10	88,08	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,608	0,75	Ok	17,4	125,7	Ok	40,28	90	Ok	0,02276	16,21	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-2-2-1-1-F-2-7-1	2	6	58,43	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,8	0,672	0,75	Ok	17,4	91,3	Ok	41,14	90	Ok	0,02276	10,75	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-2-1-1-F-2-5-1	1	10	42,33	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,584	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	7,79	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-2-1-1-F-2-2-1	1	6	20,61	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,474	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	3,79	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-2-1-1-F-2-4-1	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	0,2	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-2-1-1-F-2-8-2	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	0,2	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-2-1-1-F-2-6-1	1	6	17,21	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,3	0,396	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	3,17	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-2-1-1-F-2-6-2	1	6	15,01	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2	0,345	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	2,76	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-2-1-1-F-2-9-1	1	6	19,9	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,6	0,458	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	3,66	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-2-1-1-F-2-8-1	1	6	17,92	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,4	0,412	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	3,3	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-2-1-1-F-2-8-3	1	6	17,92	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,4	0,412	0,75	Ok	17,4	45,6	Ok	46,65	90	Ok	0,02276	3,3	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-2-1-1-F-2-1-1	1	10	36,71	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,9	0,507	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	6,75	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-2-2-1-1-F-2-3-1	1	10	37,42	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3	0,516	0,75	Ok	17,4	63,7	Ok	43,07	90	Ok	0,02276	6,88	1	1,5 mm2	0,92	0,73
AA1-3-1-1-1-F-2-4-1	1	6	14,29	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,9	0,3														



Código	Dimensiones		Características del cable				Características eléctricas										Bases de cálculo									
Identificador único del cable	Circ a fase	Sección del cable	Longitud	Tipo de instalación	Cond uctor	Aislante	Pot. nominal	Tensión	Caída de tensión	Caída de tensión	Max. caída de tensión permitida	Corriente de operación	Máx. corriente permitida	Temp. del cable	Máx. temp. permitida	Resistividad (temperatura cables)	Sección mínima requerida según método de cálculo	Factor de corrección agrupados	Corrección para el dimensionado	Circ a fase	Sección mínima requerida según método de cálculo	Factor de corrección por temperatura	Factor de corrección por agrupación			
Cable string		[mm2]	[m]				[kVA]	[V]	[V]	[V %]	[V %]	[A]	[A]	[°C]	[°C]		[o mm2]/m	[mm2]		[A]		[mm2]				
AA1-3-1-1-F-2-11-3	1	10	40,89	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,2	0,564	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,52	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-2-3-1	1	10	38,92	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,537	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,16	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-2-3-2	1	10	38,92	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,537	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,16	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-2-3-3	1	10	36,72	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,9	0,507	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,76	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-2-3-4	1	10	36,72	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,9	0,507	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,76	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-2-9-2	1	10	39,64	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,547	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,29	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-2-9-4	1	10	37,44	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3	0,517	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,89	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-2-2-2	2	6	55,03	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,6	0,633	0,75	Ok	17,4	90	Ok	41,2	90	Ok	0,02276	10,12	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-2-2-4	1	10	52,83	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4,2	0,729	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	9,72	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-2-11-2	1	16	76,74	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,8	0,662	0,75	Ok	17,4	84	Ok	41,47	90	Ok	0,02276	14,12	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-2-11-4	1	16	74,54	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,7	0,643	0,75	Ok	17,4	84	Ok	41,47	90	Ok	0,02276	13,71	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-1-5-1	1	10	52,29	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4,1	0,722	0,75	Ok	17,4	71,6	Ok	42,29	90	Ok	0,02276	9,62	0,75	23	1	1,5 mm2	0,92	0,82
AA1-3-1-1-F-1-7-1	1	10	53,18	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4,2	0,734	0,75	Ok	17,4	71,6	Ok	42,29	90	Ok	0,02276	9,78	0,75	23	1	1,5 mm2	0,92	0,82
AA1-3-1-1-F-1-2-1	1	10	47,93	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,8	0,661	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	8,82	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-1-8-1	1	10	41,61	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,574	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,66	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-1-3-1	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	51,3	Ok	45,13	90	Ok	0,02276	0,2	0,75	23	1	1,5 mm2	0,92	0,82
AA1-3-1-1-F-1-4-1	1	6	21,38	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,8	0,492	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	3,93	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-1-4-2	1	6	21,38	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,8	0,492	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	3,93	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-1-4-3	1	6	19,18	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,5	0,441	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	3,53	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-1-4-4	1	6	19,18	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,5	0,441	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	3,53	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-1-1-1	1	6	15,01	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2	0,345	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	2,76	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-1-6-1	2	6	55,03	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,6	0,633	0,75	Ok	17,4	90	Ok	41,2	90	Ok	0,02276	10,12	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-1-6-3	1	10	52,83	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4,2	0,729	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	9,72	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-1-6-2	2	10	88,67	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,612	0,75	Ok	17,4	125,7	Ok	40,28	90	Ok	0,02276	16,31	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-1-1-F-1-6-4	1	16	86,47	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4,3	0,746	0,75	Ok	17,4	84	Ok	41,47	90	Ok	0,02276	15,91	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-2-2	1	10	43,83	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,605	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	8,06	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-2-4	1	10	41,63	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,574	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,66	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-9-2	1	10	38,94	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,537	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,16	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-9-4	1	10	36,73	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,9	0,507	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,76	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-7-1	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	62,5	Ok	43,22	90	Ok	0,02276	0,2	0,92	18,9	1	1,5 mm2	0,92	1
AA1-3-2-1-F-1-6-1	1	6	26,29	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,605	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	4,84	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-6-3	1	6	24,09	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,2	0,554	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	4,43	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-2-1	1	6	21,4	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,8	0,492	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	3,94	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-4-1	1	6	21,4	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,8	0,492	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	3,94	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-2-3	1	6	19,19	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,5	0,441	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	3,53	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-4-3	1	6	19,19	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,5	0,441	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	3,53	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-8-1	1	6	16,51	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,2	0,38	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	3,04	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-9-1	1	6	16,51	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,2	0,38	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	3,04	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-8-3	1	6	14,3	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,9	0,329	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	2,63	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-9-3	1	6	14,3	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,9	0,329	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	2,63	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-6-2	2	6	59,93	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,9	0,689	0,75	Ok	17,4	90	Ok	41,2	90	Ok	0,02276	11,03	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-6-4	2	6	57,73	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,8	0,664	0,75	Ok	17,4	90	Ok	41,2	90	Ok	0,02276	10,62	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-F-1-4-2	2	6	55,04	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,6	0,633	0,75	Ok														



Código		Dimensiones		Características del cable				Características eléctricas								Bases de cálculo										
Identificador unívoco del cable	Circ. x fase	Sección del cable	Longitud	Tipo de instalación	Cond. Lector	Aislante	Pot. nominal	Tensión	Caída de tensión	Caída de tensión	Máx. caída de tensión permitida	Corriente de operación	Máx. corriente permitida	Temp. del cable	Máx. temp. permitida	Potencialidad corregida temp. cable	Sección mínima requerida según criterio caída tensión	Factor de corrección agrupado	Criterio para el dimensionado	Circ. x fase	Sección mínima requerida según criterio máx. int. alto.	Factor de corrección por temperatura	Factor de corrección por agrupamiento			
Cable string		[mm2]	[m]				[kVA]	[V]	[V]	[V %]	[V %]	[A]	[A]	[°C]	[°C]	[mm2]/m	[mm2]				[mm2]					
AA1-3-2-1-1-F-2-6-1	1	10	37,08	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,9	0,512	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,82	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-1-F-2-9-1	1	10	43,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,4	0,595	0,75	Ok	17,4	67,2	Ok	42,69	90	Ok	0,02276	7,93	0,71	24,5	1	1,5 mm2	0,92	0,77
AA1-3-2-1-1-F-2-9-2	1	10	40,89	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,2	0,564	0,75	Ok	17,4	67,2	Ok	42,69	90	Ok	0,02276	7,52	0,71	24,5	1	1,5 mm2	0,92	0,77
AA1-3-2-1-1-F-2-8-1	1	10	44,23	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,61	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	8,14	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-1-F-2-7-2	1	10	34,75	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,479	0,75	Ok	17,4	67,2	Ok	42,69	90	Ok	0,02276	6,39	0,71	24,5	1	1,5 mm2	0,92	0,77
AA1-3-2-1-1-F-2-7-4	1	10	34,75	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,479	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,39	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-3-2-1-1-F-2-3-1	1	10	54,26	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4,3	0,749	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	9,98	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-13-1	2	10	98,98	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,9	0,683	0,75	Ok	17,4	125,7	Ok	40,28	90	Ok	0,02276	18,21	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-14-1	1	10	51,38	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4,1	0,709	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	9,45	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-7-1	1	16	67,54	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,582	0,75	Ok	17,4	84	Ok	41,47	90	Ok	0,02276	12,43	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-7-3	1	16	65,34	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,2	0,563	0,75	Ok	17,4	84	Ok	41,47	90	Ok	0,02276	12,02	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-1-1	1	10	40,88	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,2	0,564	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,52	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-6-1	2	6	57,04	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,8	0,656	0,75	Ok	17,4	90	Ok	41,2	90	Ok	0,02276	10,49	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-6-3	2	6	54,84	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,6	0,631	0,75	Ok	17,4	90	Ok	41,2	90	Ok	0,02276	10,09	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-2-1	1	6	30,38	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4	0,699	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	5,59	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-4-1	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	62,5	Ok	43,22	90	Ok	0,02276	0,2	0,92	18,9	1	1,5 mm2	0,92	1
AA1-4-1-1-1-F-2-5-1	1	10	40,94	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,2	0,565	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,53	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-5-2	1	10	38,74	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,535	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,13	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-7-2	1	10	48,52	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,8	0,669	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	8,93	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-10-1	1	6	14,27	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,9	0,328	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	2,63	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-12-1	1	6	14,27	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	1,9	0,328	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	2,63	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-16-1	1	6	24,76	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,569	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	4,55	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-9-1	2	6	61,2	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	4	0,704	0,75	Ok	17,4	90	Ok	41,2	90	Ok	0,02276	11,26	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-9-2	2	6	59	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,9	0,678	0,75	Ok	17,4	90	Ok	41,2	90	Ok	0,02276	10,85	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-17-1	1	10	41,64	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,575	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,66	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-17-2	1	10	39,44	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,544	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,26	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-6-2	1	10	49,22	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,9	0,679	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	9,06	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-3-1	1	6	14,99	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2	0,345	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	2,76	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-8-1	1	6	14,99	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2	0,345	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	2,76	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-15-1	1	10	42,35	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,584	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,79	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-15-2	1	10	40,15	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,2	0,554	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,39	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-11-1	1	10	43,07	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,4	0,594	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,92	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-2-11-2	1	10	40,87	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,2	0,564	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,52	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-1-12-1	1	6	14,99	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2	0,345	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	2,76	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-1-9-1	1	6	1,1	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	0,1	0,025	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	0,2	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-1-11-1	1	6	15,37	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2	0,353	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	2,83	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-1-8-1	1	6	20,26	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,7	0,466	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	3,73	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-1-3-1	2	10	88,55	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,5	0,611	0,75	Ok	17,4	125,7	Ok	40,28	90	Ok	0,02276	16,29	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-1-5-1	2	10	91,79	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,6	0,633	0,75	Ok	17,4	125,7	Ok	40,28	90	Ok	0,02276	16,89	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-1-10-1	1	6	23,47	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,1	0,54	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	4,32	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-1-1-1	1	6	28,36	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,7	0,652	0,75	Ok	17,4	45	Ok	46,85	90	Ok	0,02276	5,22	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-1-6-1	1	10	33,25	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,6	0,459	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,12	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-1-2-1	1	10	36,54	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	2,9	0,504	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	6,72	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-1-7-1	1	10	41,43	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,3	0,572	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	7,62	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72
AA1-4-1-1-1-F-1-4-1	1	10	46,32	Sujeto a estructuras	Cu	XLPE	9,9	572,6	3,7	0,639	0,75	Ok	17,4	62,9	Ok	43,17	90	Ok	0,02276	8,52	0,66	26,2	1	1,5 mm2	0,92	0,72



Listado de cables (de caja de string a CT)

Código		Dimensiones		Características del cable				Características eléctricas								Bases de cálculo											
Identificador unívoco del cable	Circ. x fase	Sección del cable	Longitud	Tipo de instalación	Cond. uctor	Aislante	Pot. nominal	Tensión	Caída de tensión	Caída de tensión	Máxima caída de tensión permitida	Corriente de operación	Máxima corriente permitida	Temp. del cable	Máxima temp. permitida	Resistividad corregida temp. cable	Sección mínima requerida según crit. de caída tensión	Factor de corrección cargado	Corriente para el dimensionado	Circ. a fase	Sección mínima requerida según criterio crit. máx. adm.	Factor de corrección por temp. suelo	Factor de corrección resistencia term.	Factor de corrección por aplicación			
Cable caja de string a CT		[mm2]	[m]				[kVA]	[V]	[V]	[V %]	[V %]	[A]	[A]	[°C]	[°C]	[Ω mm2/m]	[mm2]		[A]		[mm2]						
AA1-1-1-1-1-F-3	2	240	32,64	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	139,2	572,6	1,211	0,211	2,25	Ok	243,1	407,4	Ok	48,15	90	Ok	0,03663	45,12	0,59	411,76	1	400 mm2	0,96	1,5	0,41
AA1-1-1-1-1-F-1	1	400	26,34	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	119,3	572,6	1,005	0,176	2,25	Ok	208,3	266,9	Ok	64,62	90	Ok	0,03663	31,21	0,59	352,89	1	300 mm2	0,96	1,5	0,41
AA1-1-1-1-1-F-2	2	400	103,04	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	159	572,6	2,620	0,458	2,25	Ok	277,7	533,7	Ok	42,59	90	Ok	0,03663	162,70	0,59	470,33	1	500 mm2	0,96	1,5	0,41
AA1-1-2-1-1-F-2	2	400	63,82	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	278,3	572,6	2,841	0,496	2,25	Ok	486,0	533,7	Ok	78,90	90	Ok	0,03663	176,38	0,59	823,22	2	400 mm2	0,96	1,5	0,41
AA1-1-2-1-1-F-1	2	240	166,34	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	139,2	572,6	6,172	1,078	2,25	Ok	243,1	407,4	Ok	48,15	90	Ok	0,03663	229,95	0,59	411,76	1	400 mm2	0,96	1,5	0,41
AA1-2-1-1-1-F-1	2	240	96,07	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	149,1	572,6	3,818	0,667	2,25	Ok	260,4	407,4	Ok	51,56	90	Ok	0,03663	142,25	0,59	441,04	1	400 mm2	0,96	1,5	0,41
AA1-2-1-1-1-F-2	2	400	113,92	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	278,3	572,6	5,070	0,886	2,25	Ok	486,0	533,7	Ok	78,90	90	Ok	0,03663	314,85	0,59	823,22	2	400 mm2	0,96	1,5	0,41
AA1-2-2-1-1-F-1	2	400	49,77	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	268,4	572,6	2,136	0,373	2,25	Ok	468,7	533,7	Ok	75,14	90	Ok	0,03663	132,65	0,59	793,93	2	400 mm2	0,96	1,5	0,41
AA1-2-2-1-1-F-2	1	400	117,02	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	119,3	572,6	4,465	0,780	2,25	Ok	208,3	266,9	Ok	64,62	90	Ok	0,03663	138,64	0,59	352,89	1	300 mm2	0,96	1,5	0,41
AA1-3-1-1-1-F-2	2	400	149,70	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	278,3	572,6	6,663	1,164	2,25	Ok	486,0	650,9	Ok	61,24	90	Ok	0,03663	413,74	0,72	675,04	2	240 mm2	0,96	1,5	0,5
AA1-3-1-1-1-F-1	1	240	79,82	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	139,2	572,6	5,923	1,034	2,25	Ok	243,1	273,2	Ok	76,45	90	Ok	0,03663	110,34	0,79	306,95	1	240 mm2	0,96	1,5	0,55
AA1-3-2-1-1-F-1	2	400	114,88	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	278,3	572,6	5,113	0,893	2,25	Ok	486,0	650,9	Ok	61,24	90	Ok	0,03663	317,51	0,72	675,04	2	240 mm2	0,96	1,5	0,5
AA1-3-2-1-1-F-2	1	400	165,43	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	159	572,6	8,413	1,469	2,25	Ok	277,7	358,0	Ok	64,11	90	Ok	0,03663	261,20	0,79	350,61	1	300 mm2	0,96	1,5	0,55
AA1-4-1-1-1-F-2	2	400	254,38	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	258,4	572,6	10,512	1,836	2,25	Ok	451,3	846,1	Ok	43,49	90	Ok	0,03663	652,76	0,94	482,13	1	500 mm2	0,96	1,5	0,65
AA1-4-1-1-1-F-1	1	400	287,99	Direct. ent. en zanja	Al	XLPE	119,3	572,6	10,990	1,919	2,25	Ok	208,3	423,1	Ok	40,76	90	Ok	0,03663	341,20	0,94	222,59	1	120 mm2	0,96	1,5	0,65



## 2.2. CÁLCULOS MT Y LÍNEA DE EVACUACIÓN

### 2.2.1. Cálculo de sección por intensidad máxima admisible

Las fórmulas que se van a utilizar para aplicar el criterio de selección por calentamiento son las siguientes:

$$I_b = \frac{P}{(\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi)}$$

$$I_b < I_{ad} = I_{mad} \cdot k$$

Donde:

$I_b$  Intensidad que circula por el circuito (A)

$I_{ad}$  Intensidad admisible del circuito en condiciones de instalación (A)

$I_{mad}$  Intensidad máxima admisible en condiciones ideales (A)

$k$  Coeficientes de corrección según tipo de instalación (adimensional)

$P$  Potencia del circuito (W)

$V$  Tensión del circuito (V)

En este caso, tanto la intensidad máxima admisible como los factores de corrección se han obtenido del RD 223/2008, Reglamento sobre condiciones y garantías técnicas de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.

Los datos han sido tomados de la ITC-LAT-06 *Líneas subterráneas con cables aislados*.

La Intensidad máxima admisible viene especificada en la Tabla 6:

**Tabla 6. Intensidades máximas admisibles (A) en servicio permanente y con corriente alterna. Cables unipolares aislados de hasta 18/30 kV directamente enterrados**

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

Los factores de corrección que se han aplicado son los siguientes:

**Tabla 7. Factor de corrección, F, para temperatura del terreno distinta de 25 °C**

Temperatura °C Servicio Permanente $\theta_s$	Temperatura del terreno $\theta_t$ , en °C									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83	
90	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78	
70	1,15	1,11	1,05	1,00	0,94	0,88	0,82	0,75	0,67	
65	1,17	1,12	1,06	1,00	0,94	0,87	0,79	0,71	0,61	



**Tabla 10. Factor de corrección por distancia entre ternos o cables tripolares**

Tipo de instalación	Separación de los ternos	Factor de corrección								
		Número de ternos de la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d=0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	-
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	-	-	-

**Tabla 8. Factor de corrección para resistividad térmica del terreno distinta de 1,5 K.m/W**

Tipo de instalación	Sección del conductor mm²	Resistividad térmica del terreno, K.m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados.	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,16	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,16	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

*Figura 1: Recopilación de tablas de la normativa ITC-LAT 06*

## 2.2.2. Cálculo de sección por caída de tensión

En este apartado se aplican los siguientes criterios:

Caída de tensión de la parte de corriente alterna ha de ser menor del 0,5% que hemos fijado.

Temperatura del terreno 25°C.

Se toma el  $\cos \varphi$  igual a 0,9.

Las fórmulas que se van a utilizar para la aplicación de este criterio son las siguientes:

$$\begin{aligned} - \Delta V &= \sqrt{3} \cdot I_b \cdot L \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sqrt{1 - (\cos \varphi)^2}) \\ - \Delta V\% &= \frac{\Delta V}{1000 \cdot V} \end{aligned}$$

Donde:

$\Delta V$  Caída de tensión en circuito (V)

$\Delta V\%$  Caída de tensión porcentual (%)

$V$  Tensión de trabajo, en este caso 30 kV.

$L$  Longitud del circuito, se ha sobredimensionado un 125% (km)

$I_b$  Intensidad de cálculo (A)

$R$  Resistencia del cable a  $T^a$  máxima ( $\Omega/\text{km}$ )

$X$  Reactancia del cable a 50 Hz ( $\Omega/\text{km}$ )

$\cos \varphi$  Coseno del ángulo  $\varphi$  (adimensional)

### 2.2.3. Resultado cálculos media tensión entre CTS y de CTS a Centro de Seccionamiento

Listado de cables (líneas MT entre subcampos)

Código		Dimensiones		Características del cable			Características eléctricas										
Identificador unívoco del cable	Circ. x fase	Sección del cable	Longitud	Tipo de instalación	Conductor	Aislante	Potencia nominal	Tensión	Caída de tensión	Caída de tensión	Max. caída de tensión permitida	Corriente de operación	Máxima corriente permitida	Temp. del cable	Máxima temp. permitida	Corriente corto-circuito	Máx corriente cortocircuito permitida
		[mm <sup>2</sup> ]	[m]				[kVA]	[V]	[V]	[V %]	[V %]	[A]	[A]	[°C]	[°C]	[kA]	[kA]
Cable MT entre subcampos																	
AA1-1 a CS	1	400	19,00	Ent. en zanja (tubo)	Al	XLPE	1400	15000	0,162	0,0011	1	Ok	53,89	393,63	Ok	25	37,8
AA2-1 a AA1-1	1	400	8,51	Ent. en zanja (tubo)	Al	XLPE	700	15000	0,036	0,0002	1	Ok	26,94	524,85	Ok	25	37,8
AA3-1 a CS	1	400	42,54	Ent. en zanja (tubo)	Al	XLPE	700	15000	0,182	0,0012	1	Ok	26,94	435,62	Ok	25	37,8
AA4-1 a CS	1	400	55,29	Ent. en zanja (tubo)	Al	XLPE	350	15000	0,118	0,0008	1	Ok	13,47	435,62	Ok	25	37,8

Código		Bases de cálculo										
Identificador unívoco del cable	Resistividad corregida (temperatura cable)	Sección mínima requerida según criterio caída tensión	Tiempo del corto-circuito	Sección mínima requerida según criterio corto-circuito	Factor de corrección agregado	Corriente para el dimensionado	Circ. x fase	Sección mínima requerida según criterio máx. int. adm.	Factor de corrección por tiempo al suelo	Factor de corrección por resistividad térmica	Factor de corrección por profundidad	Factor de corrección por agrupación
	[Ω mm <sup>2</sup> /m]	[mm <sup>2</sup> ]	[s]	[mm <sup>2</sup> ]		[A]		[mm <sup>2</sup> ]				
Cable MT entre subcampos												
AA1-1 a CS	0,03663	0,43	1	264,6	0,84	64,18	1	16	0,96	1,19	0,98	0,75
AA2-1 a AA1-1	0,03663	0,10	1	264,6	1,12	24,07	1	16	0,96	1,19	0,98	1
AA3-1 a CS	0,03663	0,48	1	264,6	0,93	29,00	1	16	0,96	1,19	0,98	0,83
AA4-1 a CS	0,03663	0,32	1	264,6	0,93	14,50	1	16	0,96	1,19	0,98	0,83



2.2.4. Resultado cálculos media tensión entre Centro de seccionamiento y PCS de baterías

Listado de cables (líneas MT BESS)

Código		Dimensiones		Características del cable			Características eléctricas														
Identificador unívoco del cable	Circ. x fase	Sección del cable	Longitud	Tipo de instalación	Conductor	Aislante	Potencia nominal	Tensión	Caída de tensión	Caída de tensión	Máx. caída de tensión permitida		Corriente de operación	Máxima corriente permitida	Temp. del cable	Máxima temp. permitida	Corriente corto-circuito	Máx corriente cortocircuito permitida			
							[kVA]	[V]	[V]	[V %]	[V %]	[A]	[A]	[°C]	[°C]	[kA]	[kA]				
Cable MT BESS		[mm2]	[m]																		
BA-1 a BA-2	1	400	10,11	Ent. en zanja (tubo)	Al	XLPE	2400	15000	0,15	0,0010	1,50	Ok	92,38	357,81	Ok	29,33	90	Ok	25	37,8	Ok
BA-2 a CS	1	400	27,95	Ent. en zanja (tubo)	Al	XLPE	2400	15000	0,41	0,0027	1,50	Ok	92,38	357,81	Ok	29,33	90	Ok	25	37,8	Ok
BA-3 a BA-4	1	400	10,61	Ent. en zanja (tubo)	Al	XLPE	2400	15000	0,16	0,0010	1,50	Ok	92,38	357,81	Ok	29,33	90	Ok	25	37,8	Ok
BA-4 a CS	1	400	28,45	Ent. en zanja (tubo)	Al	XLPE	2400	15000	0,42	0,0028	1,50	Ok	92,38	357,81	Ok	29,33	90	Ok	25	37,8	Ok

Código	Bases de cálculo															
Identificador unívoco del cable	Resistividad corregida temp. cable	Sección mínima requerida según criterio caída tensión		Tiempo del corto circuito		Sección mínima requerida según criterio corto-circuito		Factor de corrección agregado	Corriente para el dimensionado	Circ. x fase	Sección mínima requerida según criterio max. int. adm.		Factor de corrección por temp. del suelo	Factor de corrección resistividad térmica	Factor de corrección por profundidad	Factor de corrección por agrupación
		[mm2]	[mm2]	[s]	[mm2]	[mm2]	[mm2]									
Cable MT BESS	[Ω mm2]/m	[mm2]		[s]	[mm2]				[A]		[mm2]					
BA-1 a BA-2	0,03663	0,26		1	264,6	0,76	121,34	1	150 mm2	0,96	1,19	0,98	0,68			
BA-2 a BA-3	0,03663	0,73		1	264,6	0,76	121,34	1	150 mm2	0,96	1,19	0,98	0,68			
BA-2 a BA-3	0,03663	0,28		1	264,6	0,76	121,34	1	150 mm2	0,96	1,19	0,98	0,68			
BA-2 a BA-3	0,03663	0,74		1	264,6	0,76	121,34	1	150 mm2	0,96	1,19	0,98	0,68			



2.2.5. Resultado cálculo de la línea de evacuación

Listado de cables (línea MT de evacuación)

Código		Dimensiones			Características del cable				Características eléctricas												
Identificador unívoco del cable	Circ. x fase	Sección del cable	Longitud	Características del cable			Potencia		Caída de tensión	Caída de tensión	Máx. caída de tensión permitida		Corriente de operación		Máxima corriente permitida		Temp. del cable		Máxima temp. permitida	Corriente corto-circuito	Máx corriente cortocircuito permitida
				Tipo de instalación	Conductor	Aislante	nominal	Tensión			Corriente de operación	Máxima corriente permitida	Temp. del cable	Máxima temp. permitida							
Cable MT de evacuación		[mm2]	[m]				[kVA]	[V]	[V]	[V %]	[V %]	[A]	[A]	[°C]	[°C]			[kA]	[kA]		
Línea de evacuación del CSA SE(EDRD)SanJuan	1	400	1132,21	Ent. en zanja (tubo)	Al	XLPE	9600	15000	66,356	0,4424	1	Ok	369,50	526,19	Ok	57,05	90	Ok	25	37,8	Ok

Código	Bases de cálculo											
Identificador unívoco del cable	Resistividad corregida temp. cable	Sección mínima requerida según criterio caída tensión	Tiempo del corto-circuito	Sección mínima requerida según criterio corto-circuito	Factor de corrección agregado	Corriente para el dimensionado	Circ. x fase	Sección mínima requerida según criterio máx. int. adm.	Factor de corrección por temp. del suelo	Factor de corrección resistividad térmica	Factor de corrección por profundidad	Factor de corrección por agrupación
Cable MT de evacuación	[Ω mm2]/m	[mm2]	[s]	[mm2]		[A]		[mm2]				
Línea de evacuación del CSA SE(EDRD)SanJuan	0,03663	176,95	1	264,6	1,12	330,05	1	240	0,96	1,19	0,98	1

## 2.3. RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA

Este valor será tal que ninguna masa pueda alcanzar una tensión de contacto de un valor superior a 24 V.

Cada circuito llevará una protección con interruptor diferencial de 300 mA de sensibilidad, por lo que la resistencia más desfavorable no podrá ser superior al valor dado por:

$$R_{max} = \frac{24}{0,3} = 80 \, \Omega$$

La red de tierras será independiente de la red de la compañía distribuidora.

La red de tierras se realizará mediante picas de cobre de 2 m de longitud. El número de picas a utilizar vendrá condicionado por la naturaleza conductora del terreno con el fin de garantizar que  $R_{pt} < 80 \, \Omega$ . En el caso de picas:

$$R_{pt} \cdot n = \frac{\rho}{L}$$

Debido a que no se puede conocer exactamente la naturaleza del terreno y por ello, tampoco la resistividad de éste, a falta de un estudio geotécnico del terreno, se considerará como resistividad del terreno de  $500 \, \Omega \cdot m$ , cuyo valor es superior a 16 tipos de terreno de los 18 normalizados en la Tabla 12 obtenida del REBT.

Naturaleza terreno	Resistividad en $\Omega \cdot m$
Terrenos pantanosos	de algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y Arcillas compactas	100 a 200
Margas del Jurásico	30 a 40
Arena arcillosas	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3.000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 5.00
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3.000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1.000 a 5.000
Calizas agrietadas	500 a 1.000
Pizarras	50 a 300
Roca de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedente de alteración	1.500 a 10.000
Granito y gres muy alterado	100 a 600

*Valores orientativos de la resistividad en función del terreno*

$$R_{pt} \cdot n = \frac{\rho}{L}$$



$$80 \cdot n = \frac{500}{2}$$

Por lo que será necesario como mínimo un número de picas igual a:

$$n \geq \frac{250}{80} = 3,125 = 4 \text{ picas}$$

De acuerdo con lo anterior la tierra de la instalación del generador fotovoltaico estará constituida por un mínimo de 4 picas de tierra de 2 metro de longitud en cada edificio.

Aun así, el número de picas se podrá determinar con exactitud y aumentar y disminuir “in situ” en función de la medida real de la resistencia de puesta a tierra en el lugar de ubicación de cada edificio.

#### CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE PUESTA A TIERRA DEL CT

La puesta a tierra de los centros de transformación, entrega y/o seccionamiento está formada por un anillo de 4 picas verticales de acero recubierto de cobre de 2 metros de longitud y diámetro de 14 mm<sup>2</sup>, dispuestas en el exterior de las esquinas del centro y unidas entre ellas por un conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup> de sección. También se dispone un anillo interior de Cu desnudo de 50 mm<sup>2</sup> unido al anillo exterior por medio de una red radial que une las estructuras con un conductor de tierra.

La fórmula utilizada para determinar la resistencia de puesta a tierra es la siguiente:

$$R_T[\Omega] = R_{\text{malla}} = \frac{\rho}{4 * \sqrt{\frac{S}{\pi}}} + \frac{\rho}{L}$$

Donde:

- $\rho$  = Resistividad del terreno, estimada en 500  $\Omega \cdot m$
- $L$  = Longitud total de los conductores enterrados (m)
- $S$  = Superficie cubierta por la malla (m<sup>2</sup>)

Siendo  $S = 50,1 \text{ m}^2$ ,  $L = 28,1 \text{ m}$  y  $\rho = 500 \Omega \cdot m$

Con los valores indicados se obtiene una resistencia de:

$$R_T[\Omega] = 49,09$$

A partir de este valor se puede calcular la tensión de contacto, que deberá cumplir la condición:

$$V_D [V] = I_D * R_T \leq 24 V$$

Donde:

- VD = Tensión de defecto (V)
- ID = Corriente de defecto a tierra (A)
- RT = Resistencia de tierra ( $\Omega$ )

La corriente de defecto a tierra viene limitada por el interruptor diferencial que porta el lado de baja tensión del centro de transformación. En el caso que nos ocupa, el inversor va equipado con protección GFDI de 300 mA, según la norma IEC 62109-2.

**Por tanto, se cumple:  $V_D = 14,7 \text{ V} \leq 24 \text{ V}$**

## 2.4. CÁLCULO DE PROTECCIONES

Se dotará a la instalación de todo un sistema de protección frente a sobrecorrientes mediante interruptores magnetotérmicos, y contactos directos e indirectos mediante interruptores diferenciales. Asimismo, se dispondrá de un sistema de fusibles tipo Gg (uno por cada rama).

### Continua

Debe instalarse un fusible por cada string a la entrada de cada caja de concentración de strings y un fusible a la entrada del inversor por cada conductor que conecte la caja de concentración de strings y éste.

Contactos directos e indirectos:

El generador fotovoltaico se conectará en modo flotante, proporcionando niveles de Protección adecuados frente a contacto directo e indirecto, siempre y cuando la resistencia de aislamiento de la parte de continua se mantenga por encima de unos niveles de seguridad y no ocurra un primer defecto a masas o a tierra. En este último caso, se genera una situación de riesgo, que se soluciona mediante:

- El aislamiento es de clase II en los módulos fotovoltaicos, cables y cajas de conexión. Éstas últimas, contarán además con llave y estarán dotadas de señales de peligro eléctrico.
- Controlador permanente de aislamiento, integrado en el inversor, que detecte la aparición de derivaciones a tierra.
- El inversor detendrá su funcionamiento y se activará una alarma visual en el equipo.

$$I_{\text{DISEÑO DE LA LÍNEA}} \leq I_{\text{ASIGNADA A DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN}} \leq I_{\text{ADMISIBLE DE LA LÍNEA}}$$

Además, para fusibles gG normalizados, debe cumplirse que:

$$1,6 \cdot I_{\text{ASIGNADA A DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN}} \leq 1,45 \cdot I_{\text{ADMISIBLE DE LA LÍNEA}}$$

Por seguridad se tomará un valor para los cálculos un 125% de la máxima intensidad del generador, que corresponde con la ISC (Intensidad de cortocircuito). Los cables deberán tener una sección, tal que, la intensidad máxima admisible del mismo sea superior a la designada arriba.

Para el fusible que protege cada string y que se aloja en la caja de concentración de strings, se ha seleccionado un fusible cilíndrico de 25 A, el cual cumple con los criterios de protección holgadamente como se demuestra en el caso anterior.

$$17,29 \text{ A} \leq 25 \text{ A} \leq 74,25 \text{ A}$$

$$1,6 \cdot 25 = 40 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 74,25 = 107,66 \text{ A}$$

Para el fusible que se aloja a la entrada del inversor para proteger cada conductor que proviene de la caja de concentración de strings, se ha seleccionado un fusible de cuchillas de 550 A, el cual cumple con los criterios de protección holgadamente como se demuestra en el caso anterior.

$$414,96 \text{ A} \leq 550 \text{ A} \leq 634,40 \text{ A}$$

$$1,6 \cdot 550 = 880,00 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 634,40 = 919,88 \text{ A}$$

### **Alterna**

Se protegerá el cableado que conecta el inversor con el centro de transformación en ambos extremos con un interruptor automático de 630 A.

Las protecciones establecidas para la parte de alterna de todos los inversores son las siguientes:

#### **Cortocircuitos y sobrecargas:**

La salida de cada inversor estará protegida a través de un interruptor automático individual a los cuyos calibres serán de:

$$500,33 \text{ A} \leq 630 \text{ A} \leq 712,50 \text{ A}$$

$$1,6 \cdot 630 = 1.008,00 \text{ A} \leq 1,45 \cdot 712,50 = 1033,13 \text{ A}$$

#### **Fallos a tierra:**

La instalación contará con diferenciales de 300 mA de sensibilidad en la parte CA, para proteger de derivaciones en todos los circuitos. La intensidad nominal de este dispositivo deberá ser mayor que la intensidad de diseño del sistema y menor que la de corte del magnetotérmico.

#### **Protección de la calidad del suministro:**

Así la instalación contará con:

Interruptor automático de la interconexión, para la desconexión-conexión automática de la instalación fotovoltaica en caso de pérdida de tensión o frecuencia de la red, junto a un relé de enclavamiento. Los valores de actuación para máxima y mínima frecuencia, máxima y mínima tensión serán de 61 Hz, 59 Hz,  $1,1 \times U_m$  y  $0,85 \times U_m$ , respectivamente.

El rearme del sistema de conmutación y, por tanto, de la conexión con la red de baja tensión de la instalación fotovoltaica será automático, una vez restablecida la tensión de red por la empresa distribuidora. Podrán integrarse en el equipo inversor las funciones de protección de máxima y mínima

tensión y de máxima y mínima frecuencia y en tal caso las maniobras automáticas de desconexión-conexión serán realizadas por éste.

Éste sería el caso que nos ocupa, ya que el inversor tiene estas protecciones incluidas. Las funciones serán realizadas mediante un contactor cuyo rearme será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red. El contactor, gobernado normalmente por el inversor, podrá ser activado manualmente. El estado del contactor («on/off»), deberá señalizarse con claridad en el frontal del equipo, en un lugar destacado. Al no disponer el inversor seleccionado de interruptor on/off, esta labor la realizará el magnetotérmico accesible de la instalación, que se instalará junto a los inversores.

En caso de que se utilicen protecciones para las interconexiones de máxima y mínima frecuencia y de máxima y mínima tensión incluidas en el inversor, el fabricante de este deberá certificar:

- 1º. Los valores de tara de tensión.
- 2º. Los valores de tara de frecuencia.
- 3º. El tipo y características del equipo utilizado internamente para la detección de fallos (modelo, marca, calibración, etc.).
- 4º. Que el inversor ha superado las pruebas correspondientes en cuanto a los límites de establecidos de tensión y frecuencia.

Mientras que, las instrucciones técnicas por las que se establece el procedimiento para realizar las mencionadas pruebas no contemplan las pruebas en estos equipos, se aceptarán a todos los efectos los procedimientos establecidos y los certificados realizados por los propios fabricantes de los equipos.

En caso de que las funciones de protección sean realizadas por un programa de «software» de control de operaciones, los precintos físicos serán sustituidos por certificaciones del fabricante del inversor, en las que se mencione explícitamente que dicho programa no es accesible para el usuario de la instalación.

Funcionamiento en isla: el interruptor automático de la interconexión impide este funcionamiento, peligroso para el personal de la CED.

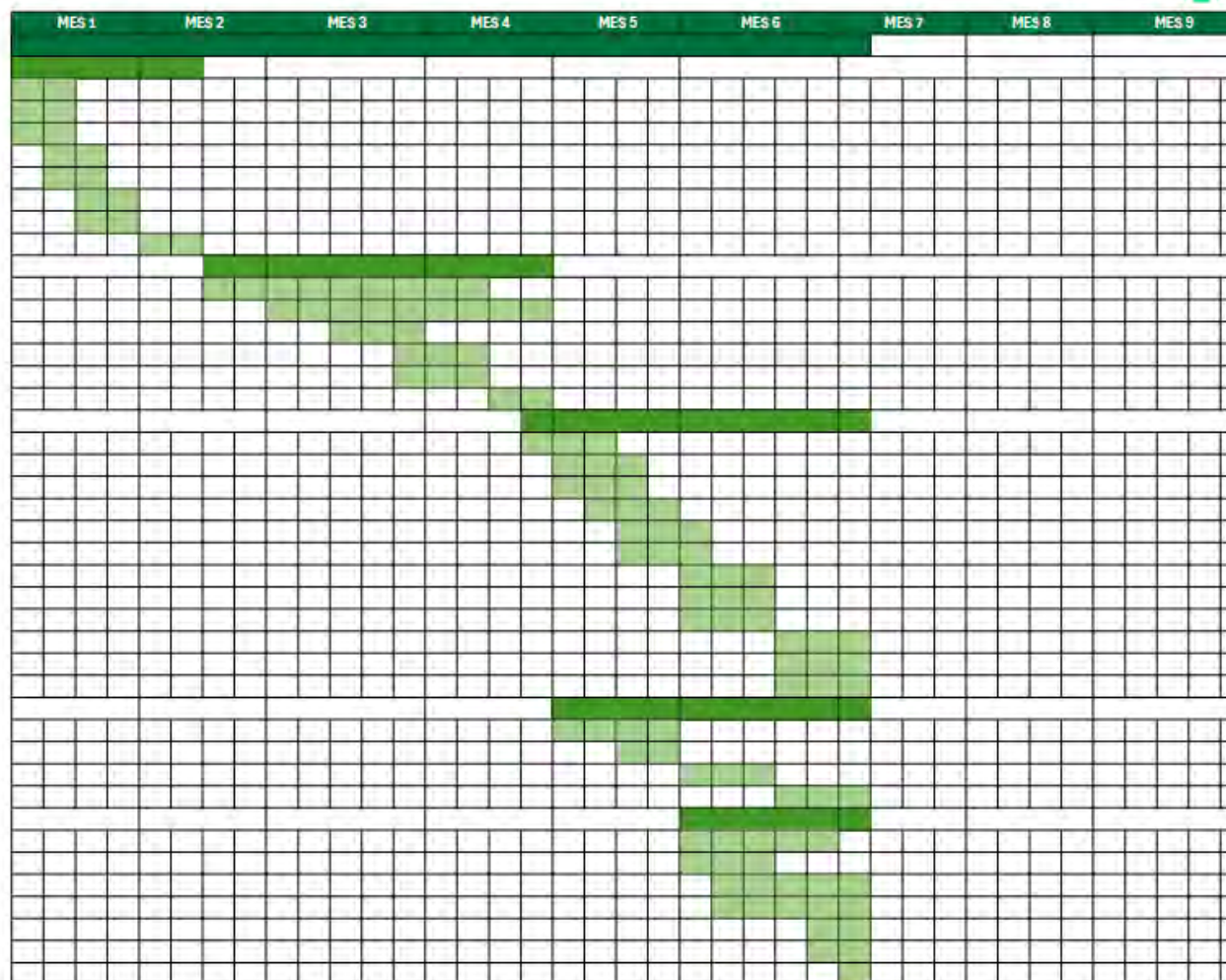
## V – CRONOGRAMA

---



## PLANTA AUTOCONSUMO FÉLIX DE AZARA

id	Actividad	Duración (Días)
1	PLANTA AUTOCONSUMO FÉLIX DE AZARA	185
2	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	35
3	PREPARACIÓN DE LOS TERRENOS	10
4	VALLADO PERIMETRAL DE LA INSTALACIÓN	10
5	MOVIMIENTO DE TIERRAS	10
6	PREPARACIÓN DE INSTALACIONES TEMPORALES	10
7	CONSTRUCCIÓN DE ACCESO Y VIALES INTERNOS	10
8	EXCAVACIONES DE ZANJAS Y CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	10
9	EXCAVACIÓN PARA HINCADO DE SEGUIDORES	10
10	CIMENTACIÓN BLOQUES DE POTENCIA	10
11	MONTAJE MECÁNICO	70
12	INSTALACIÓN DE ESTRUCTURAS FIJAS A 33º	60
13	INSTALACIÓN MODULOS FOTOVOLTAICOS	60
14	INSTALACIÓN CASETAS TRANSFORMADORAS	15
15	INSTALACIÓN DE CONTENEDORES DE BATERÍAS	15
16	INSTALACIÓN DE TRANSFORMADORES PCS	15
17	MONTAJE DE ESTRUCTURA CS	10
18	MONTAJE ELÉCTRICO	70
19	INST. TRANSFORMADORES, INVERSORES, CELDAS	20
20	INSTALACIÓN CABLEADO MT Y F.O.	20
21	EQUIPOS AUXILIARES	20
22	TENDIDO DE CABLES DE OC Y CA	20
23	CONEXIÓN DE CABLE MV	20
24	CONEXIÓN DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN	20
25	PUESTA EN MARCHA EN FRÍO	20
26	PUESTA EN MARCHA EN FRÍO DE PCS	20
27	GABINETES DE BATERÍAS PUESTA EN MARCHA EN FRÍO	20
28	PUESTA EN MARCHA EN CALIENTE	20
29	PUESTA EN MARCHA DEL SISTEMA DE ENERGIZACIÓN	20
30	PRUEBA DE CARGA/DESCARGA	20
31	LÍNEA DE EVACUACIÓN	65
32	OBRAS PRELIMINARES	25
33	ACOPIO DE MATERIAL	10
34	REPLANTEO TOPOGRÁFICO	20
35	TRAZADO Y REPLANTEO DE ZANJAS	20
36	MOVIMIENTO DE TIERRAS	40
37	EXCAVACIÓN DE ZANJAS	30
38	ACARREO DE MATERIAL EXCEDENTE	20
39	MONTAJE DE APARATURA Y CONDUCTOR	30
40	TENDIDO DE CONDUCTOR	30
41	CONEXIÓN EDE	8
42	CONEXIÓN ACOMETIDA	7
43	PUESTA EN MARCHA	5



## VI – GESTIÓN DE RESIDUOS

---

### 1. RESIDUOS GENERADOS EN LA OBRA

Según la Lista Europea de Residuos (LER) (Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por el que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos), los residuos se clasifican mediante códigos de seis cifras denominados códigos LER. A continuación, se enumeran los residuos con su código LER que se pueden generar una obra de estas características:

<b>01</b>	<b>RESIDUOS DE LA PROSPECCIÓN, EXTRACCIÓN DE MINAS Y CANTERAS Y TRATAMIENTOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DE MINERALES</b>
01 04 09	Residuos de arena y arcillas.
<b>15</b>	<b>RESIDUOS DE ENVASES, ABSORBENTES, TPAPOS DE LIMPIEZA, MATERIALES DE FILTRACIÓN Y ROPAS DE PROTECCIÓN NO ESPECIFICADOS EN OTRA CATEGORÍA</b>
15 01 01	Envases de papel y cartón
15 01 02	Envases de plástico
15 01 03	Envases de madera
15 01 04	Envases metálicos
15 01 05	Envases compuestos
15 01 06	Envases mezclados
15 01 10	Envases contaminados
15 02 02	Absorbentes contaminados
<b>16</b>	<b>RESIDUOS NO ESPECIFICADOS EN OTRO CAPITULO DE LA LISTA</b>
16 02 09	Transformadores y condensadores que contienen PCB.
16 02 10	Equipos desechados que contienen PCB, o están contaminados por ellos, distintos de los especificados en el código 16 02 09.
16 02 11	Equipos desechados que contienen clorofluorocarbonos, HCFC, HFC.
16 02 12	Equipos desechados que contienen amianto libre.
16 02 13	Equipos desechados que contienen componentes peligrosos (4), distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 160212.
16 02 14	Equipos desechados distintos de los especificados en los códigos 16 02 09 a 16 02 13.
16 02 15	Componentes peligrosos retirados de equipos desechados.
<b>17</b>	<b>RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN (INCLUIDA LA TIERRA EXCAVADA DE ZONAS CONTAMINADAS)</b>
17 01 01	Hormigón
17 01 03	Tejas y materiales cerámicos
17 01 07	Escombros

17 02 01	Madera
17 02 03	Plástico
17 03 01	Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.
17 03 04	Alquitrán de hulla y productos alquitranados.
17 04 01	Cobre, bronce, latón.
17 04 02	Aluminio.
17 04 07	Metales mezclados
17 05 00	Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje
17 05 04	Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03
17 08 02	Materiales de construcción a base de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición
17 09 03	Tierras contaminadas
<b>20</b>	<b>RESIDUOS MUNICIPALES</b>
20 02 02	Tierra y piedras
20 03 01	Mezclas de residuos municipales

## 2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y MINIMIZACIÓN DE LOS RESIDUOS A GENERAR

Las medidas de prevención, reutilización, reciclado y otras formas de valorización, asegurando que los destinados a operaciones de eliminación reciban un tratamiento adecuado, y contribuir a un desarrollo sostenible de la actividad de construcción. Se van a establecer medidas aplicables en las siguientes actividades de la obra:

- Adquisición de materiales
- Comienzo de la obra
- Puesta en obra
- Almacenamiento en obra

A continuación, se describen cada una de estas medidas:

- Medidas de minimización en la adquisición de materiales.
- La adquisición de materiales se realizará ajustando la cantidad a las mediciones reales de obra, ajustando lo máximo las mismas, para evitar la aparición de excedentes de material al final de la obra.
- Se requerirá a las empresas suministradoras a que reduzcan la máxima la cantidad y volumen de embalajes. Se solicitará a los proveedores que el suministro en obra se realice con la Menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos decorativos superfluos.

- Se priorizará la adquisición de materiales reciclables frente a otros de mismas prestaciones pero de difícil o imposible reciclado.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente.
- Los suministros se adquirirán en el momento que la obra los requiera, de este modo, y con unas buenas condiciones de almacenamiento, se evitará que se estropeen y se conviertan en residuos.

### **3. MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN EN EL COMIENZO DE LAS OBRAS**

Se realizará una planificación previa a las excavaciones y movimiento de tierras para minimizar la cantidad de sobrantes por excavación y posibilitar la reutilización de la tierra en la propia obra o emplazamientos cercanos.

Se destinará unas zonas determinadas al almacenamiento de tierras y de movimiento de maquinaria para evitar compactaciones excesivas del terreno.

El personal tendrá una formación adecuada respecto al modo de identificar, reducir y manejar correctamente los residuos que se generen según el tipo.

#### **3.1. MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN DE LA PUESTA EN OBRA**

- En caso de ser necesario excavaciones, éstas se ajustarán a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas marcadas en los planos constructivos.
- En el caso de que existan sobrantes de hormigón se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos como hormigón de limpieza, bases, rellenos, etc.
- Se vaciarán por completo los recipientes que contengan los productos antes de su limpieza o eliminación, especialmente si se trata de residuos peligrosos.
- En la medida de lo posible, se favorecerá la elaboración de productos en taller frente a los realizados en la propia obra, que habitualmente generan mayor cantidad de residuos.
- Se evitará el deterioro de aquellos envases o soportes de materiales que puedan ser reutilizados como los palés, para poder ser devueltos al proveedor.
- Se evitará la producción de residuos de naturaleza pétreo (grava, hormigón, arena, etc.) ajustando previamente lo máximo posible los volúmenes de materiales necesarios.
- Los medios auxiliares y embalajes de madera procederán de madera recuperada y se utilizarán tantas veces como sea posible, hasta que estén deteriorados. En ese momento se separarán para su reciclaje o tratamiento posterior. Se mantendrán separados del resto de residuos para que no sean contaminados.
- Los encofrados se reutilizarán tantas veces como sea posible.
- Los perfiles y barras de las armaduras deben de llegar a la obra con las medidas necesarias, listas para ser colocadas, y a ser posible, dobladas y montadas. De esta manera no se generarán residuos de obra. Para reutilizarlos, se preverán las etapas de obras en las que se originará más demanda y en consecuencia se almacenarán.



- En el caso de piezas o materiales que vengan dentro de embalajes, se abrirán los embalajes justos para que los sobrantes queden dentro de sus embalajes.
- Además, respecto a los embalajes y los plásticos la opción preferible es la recogida por parte del proveedor del material. En cualquier caso, no se ha de quitar el embalaje de los productos hasta que no sean utilizados, y después de usarlos, se guardarán inmediatamente.

### 3.2. MEDIDAS DE MINIMIZACIÓN DEL ALMACENAMIENTO EN OBRA

- Se almacenarán los materiales correctamente para evitar su deterioro y transformación en residuo.
- Se ubicará un espacio como zona de corte para evitar dispersión de residuos y aprovechar, siempre que sea viable, los restos de ladrillos, bloques de cemento, etc.
- Se designarán las zonas de almacenamiento de los residuos, y se mantendrán señalizadas correctamente.
- Se realizará una clasificación correcta de los residuos según se haya establecido en el estudio y plan previo de gestión de residuos.
- Se realizará una vigilancia y seguimiento del correcto almacenamiento y gestión de los residuos.

En caso de que se adopten otras medidas para la optimización de la gestión de los residuos de la obra se le comunicará al director de obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menos cabo de la calidad de la obra.

### 4. OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORACIÓN O ELIMINACIÓN DE RESIDUOS GENERADOS

Residuo	Tratamiento	Destino
Hormigón	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD /vertedero de RCD
Ladrillos	Reciclado/vertedero	Planta reciclaje RCD /vertedero de RCD
Tierras y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03 S	Sin tratamiento específico	Restauración / vertedero
Metales: hierro y acero	Valorización	Reciclaje o recuperación de metales y de compuestos metálicos
Residuos mezclados de construcción/demolición que no contengan sustancias peligrosas	Reciclado / vertedero	Planta reciclaje RCD / vertedero de RCD
Madera	Reciclado/Valorización	Planta de valorización energética
Plástico	Reciclado/Valorización	Planta de reciclaje RCD/ vertedero RCD
Cables que no contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla, u otras sustancias peligrosas.	Reciclaje o recuperación	Valorización de metales y de compuestos metálicos
Envases de plástico	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
Envases de papel y cartón	Recogida mediante sistema integrado de gestión (SIG)	Planta de reciclaje
Mezcla de residuos municipales	Valorización/eliminación	Planta de tratamiento/vertedero
Absorbentes contaminados. Principalmente serán trapos de limpieza contaminados	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
Aerosoles	Según gestor autorizado	Gestor autorizado
Envases vacíos de metal o plástico contaminados.	Según gestor autorizado	Gestor autorizado



Cada residuo será almacenado en la obra según su naturaleza, y se depositarán en el lugar destinado a tal fin, según se vayan generando.

Los residuos no peligrosos se almacenarán temporalmente en contenedores metálicos o sacos industriales según el volumen generado previsto, en la ubicación previamente designada.

También se depositarán en contenedores o en sacos independientes los residuos valorizables como metales o maderas para facilitar su posterior gestión.

Todos los contenedores o sacos industriales que se utilicen en las obras tendrán que estar identificados según el tipo de residuo o residuos que van a contener. Estos contenedores tendrán que estar marcados además con el titular del contenedor, su razón social y su código de identificación fiscal, además del número de inscripción en el registro de transportistas de residuos. El responsable de la obra adoptará medidas para evitar que se depositen residuos ajenos a la propia obra.

Los residuos sólidos urbanos (RSU) se recogerán en contenedores específicos para ello, se ubicarán donde determine la normativa municipal. Se puede solicitar permiso para el uso de contenedores cercanos o contratar el servicio de recogida con una empresa autorizada por el ayuntamiento.

Los residuos cuyo destino sea el depósito en vertedero autorizado deberán ser trasladados y gestionados según marca la legislación.

Los residuos peligrosos que se generen en la obra se almacenarán en recipientes cerrados y señalizados, bajo cubierto. El almacenamiento se realizará siguiendo la normativa específica de residuos peligrosos, es decir, se almacenarán en envases convenientemente identificados especificando en su etiquetado el nombre del residuo, código LER, nombre y dirección del productor y pictograma de peligro. Serán gestionados posteriormente mediante gestor autorizado de residuos peligrosos.

Se deberá tener constancia de las autorizaciones de los gestores de los residuos, de los transportistas y de los vertederos.

## **5. MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE RESIDUOS**

Se realizará una segregación por fracciones, en caso de que dichas fracciones de forma individualizada superen las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t
- Madera: 1 t
- Vidrio: 1 t
- Plástico: 0,5 t
- Papel y cartón: 0,5 t

Dicha segregación se realizará dentro de la propia obra, en caso de no haber espacio físico suficiente, se podrá realizar la segregación por un gestor autorizado en una instalación exterior, disponiendo entonces de una documentación acreditativa.

En caso de no alcanzar las cantidades mínimas de cada fracción, dichos residuos se pueden almacenar conjuntamente pero siempre de forma señalizada y dentro de los espacios preparados para ello.

## 6. ESTIMACIÓN DE RESIDUOS A GENERAR

Los residuos en la fase de explotación serán los reflejados en el Estudio de Impacto Ambiental Conforme a lo dispuesto en el artículo 3.1 del citado R.D.105/2008, se han excluido de la relación anterior las tierras y piedras, no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno.

Dada la peculiaridad de la instalación objeto de estudio, el porcentaje de obra en instalaciones es muy superior al porcentaje de obra civil. La obra civil se ciñe, de forma general, a la realización de canalizaciones subterráneas para las líneas eléctricas del parque. La ejecución de las instalaciones se corresponde, sobre todo, con el montaje de elementos prefabricados en taller tales como estructura, módulos solares, cuadros eléctricos, apartamento de MT, etc. A continuación, se resume el total de residuos estimados que se generaran en la obra de la planta de almacenamiento con autoconsumo:

Etiquetas de fila	Suma de Peso (t)	Suma de Volumen (m³)
Envases de papel y cartón	59.76	119.51
Envases que contienen restos de sustancias peligrosas	2.84	5.68
Madera	22.41	0.04
Metales mezclados	20.92	13.95
Mezcla bituminosa, alquitrán de hulla y otros productos alquitranados	5.98	4.60
Plástico	47.81	53.12
Vidrio	23.90	15.94
Arena y tierra	87.99	58.66
Piedra	59.76	39.84
Basuras	86.65	96.27
Tierras de excavación	93.75	75.00
<b>Total, general</b>	<b>511.74</b>	<b>482.58</b>

## 7. PRESUPUESTO

En la estimación de los costes imputables a la gestión de residuos se agregan dos aspectos diferentes:

### 1.) Costes de transporte y vertido:

- Contenedores (cuyo precio depende del tipo, capacidad y número de ellos que se utilicen).
- Tasas municipales de vertido por ocupación de acera (pueden aplicarse o no en función de las características del proyecto).
- Canon de vertido que depende del tipo de gestión que se lleve a cabo:
  - Reutilizado o reciclado en la propia obra.
- Reciclado en planta de RSU's o de RCD's, o en Planta de Valorización energética (requiere el acopio provisional en contenedores hasta el traslado de los residuos a planta) (sólo maderas, plásticos, vidrios, metales o papeles y cartones).

Depósito en vertedero o gestor autorizado de RNP's o RP's, de residuos mezcla dos o fraccionados (desagregados). El canon de vertido para planta de reciclaje, Depósito de residuos mezclados, o Depósito de residuos fraccionados varía en función del tipo de recurso considerado.

## 2.) Medios auxiliares y gastos de administración. Medios auxiliares:

- Asociados a residuos mezclados Asociados a residuos fraccionados (son más elevados que los asociados a residuos mezclados).
- Gastos de administración: coste de la tramitación documental.

### Presupuesto de gestión de residuos:

	Código LER	Unidad	Cantidad	Unitario (€)	Total (€)
Envases metálicos incluidos los recipientes a presión vacíos que contengan una matriz sólida y porosa.	26 12 10	kg	6	0,14	0,84
Cartones procedentes de embalajes. (paneles solares)	15 01 01	kg	7.128,00	0,09	613,93
Plásticos procedentes de embalajes.	15 01 02	kg	891,00	0,11	94,56
Envases de madera (palet)	15 01 03	kg	2.700,00	0,09	232,55
Paneles solares de Silicio (Si) grandes (Con una dimensión exterior superior a 50 cm)	16 02 14-71 (Raee)	Ud	4.060,00	14,02	57.652,00
Restos de Hormigón	17 01 01	m³	1,24	13,75	17,05
Metales (Material eléctrico: restos de cableado, puntas, ...)	17 04 01 17 04 02	kg	100,00	0,20	20,00
Tierra (incluida la excavada de zonas contaminadas), piedras y lodos de drenaje	17 05 00	m³	285,86	114,50	32.696,62
Tierras sobrantes de la excavación de la línea de evacuación que no se reutilizan	17 05 04	kg	99,72	0,11	11,42
Estructuras	17 04 02 16 02 15 17 04 01	Ud	137	55,00	7.535,00
Inversores y otros equipos eléctricos, electrónicos (solares)	16 02 14	Ud	7	69,30	485,10
Inversores y otros equipos eléctricos, electrónicos (Baterías)	16 02 14	Ud	4	140,66	562,64
Transformadores (1.140 kVA)	16 02 14	Ud	4	46,20	184,40
Baterías	16 02 14	Ud	4	588,09	2.352,36
				<b>Total</b>	<b>102.458,47</b>

El presupuesto para la gestión de residuos asciende a CIENTO DOS MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y OCHO euros con CUARENTA Y SIETE céntimos.

Barcelona, Abril de 2025

Ivan Garré Sierra

Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado 25691 - CETIB

## VII – DESMANTELAMIENTO DE LAS INSTALACIONES

---

## 1. INTRODUCCIÓN.

### 1.1. OBJETO Y ANTECEDENTES DEL DESMANTELAMIENTO.

El objeto del siguiente anexo es el de establecer las condiciones necesarias para llevar a cabo la ejecución de los trabajos de desmantelamiento y restauración de la instalación de autoconsumo FÉLIX DE AZARA de capacidad fotovoltaica de 2,45 MWn y Almacenamiento en Baterías de 17,88 MWh proyectada en el término municipal de Palma de Mallorca (Mallorca, Islas Baleares).

Las actuaciones se realizarán en las condiciones que se establezcan en los Planes Generales de Ordenación Urbanística o Planes Especiales para poder llevar a cabo los actos en suelo no urbanizable deberán en todo caso:

- Asegurar, como mínimo, la preservación de la naturaleza de esta clase de suelo y la no inducción a la formación de nuevos asentamientos, ni siquiera en la categoría del Hábitat Rural Diseminado; adoptar las medidas que sean precisas para corregir su incidencia urbanística, territorial y ambiental, y garantizar el mantenimiento de la calidad y funcionalidad de las infraestructuras y los servicios públicos correspondientes. A dichos efectos se considerará que inducen a la formación de nuevos asentamientos los actos de realización de segregaciones, edificaciones, construcciones, obras o instalaciones que por sí mismos o por su situación respecto de asentamientos residenciales o de otro tipo de usos de carácter urbanístico, sean susceptibles de generar demandas de infraestructuras o servicios colectivos, impropios de la naturaleza de esta clase de suelo.
- Garantizar la restauración de las condiciones ambientales y paisajísticas de los terrenos y de su entorno inmediato.

Por otra parte, se valorarán dichos trabajos para fijar la cuantía que sirva de aval para asegurar los gastos de restitución de los terrenos a su estado original.

Por otra parte, se valorarán dichos trabajos para fijar la cuantía que sirva de aval para asegurar los gastos de restitución de los terrenos a su estado original.

### 1.2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ACTUACIONES.

A continuación, se enumeran los elementos principales de la instalación:

- Sistema de almacenamiento en baterías 9,6 MW y 17,88 MWh con conexión a red de 9,6 MW. Este sistema cuenta con 1 **Contenedor de Baterías de 2.236 kWh**, cada uno con 1 **Inversor de 1.200 kW**, en total 8, y estos conectados a 4 **transformadores de 2.400 kW**. La potencia evacuada estará **limitada mediante software de potencia a 9,6 MW**, potencia asignada por el gestor de red en el punto de conexión.
- Los contenedores de baterías será la estructura más alta en el parque de almacenamiento y **se elevarán a 2,89 metros** del nivel del suelo, estando por debajo de los 4 metros.
- Generador fotovoltaico compuesto por células de silicio monocristalino con tecnología bifacial, con un total de **4.060 módulos fotovoltaicos de 710 Wp** de potencia en condiciones STC (Standard Test Conditions), colocados en estructura fija con una inclinación de 33° agrupados **en 290 strings de 14 módulos conectados en serie para cada string**, para **2.882,6 kWp** de potencia pico DC.
- **7 inversores de 350 kVA de potencia nominal**, para una potencia nominal de **2.450 kVA**, esta potencia será la encargada de cargar el sistema de baterías, no evacuando nunca a la red.



- La estructura del parque fotovoltaico se diseñará para que quede a baja altura, levantando únicamente alrededor de 2,2 m los paneles del suelo, estando el punto más bajo a 80 cm del suelo y el más alto por debajo de los 4 m, cumpliendo con el PDSEIB. Se trata de **137 estructuras inclinadas a 33 grados** en una **disposición de 1,2,3 y 4 strings** (71 estructuras de 14 módulos, 17 estructuras de 28, 11 estructuras de 42 y 38 estructuras de 56) en una disposición **2 horizontal (2h)**, realizada mediante perfil de acero galvanizado.
- Los inversores se unirán a 4 centros de transformación de 0.4/15 kV de 0,70 y 035 MW conectados entre sí mediante 2 líneas de media tensión, una unirá 3 centros de transformación entre sí y el centro de seccionamiento y la otra ira desde un centro de transformación hacia el centro de seccionamiento. Cada centro de transformación conectará el inversor con la entrada del transformador correspondiente, el cual se encargará de elevar la tensión desde 400 VAC hasta los 15 kV para la red de M.T. A la salida del transformador, habrá una celda de protección y una de salida.
- El centro de seccionamiento de la planta conducirá la energía producida por los centros de transformación de parque fotovoltaico de autoconsumo a los transformadores del sistema de baterías, donde se reducirá la tensión de 15/0.4 kV y se conducirá a la entrada de los inversores y estos se conectarán a las baterías. Una vez cargadas las baterías se realizará el camino opuesto llevando una línea de 15 kV y 9,6 MW al centro de seccionamiento, de este centro de seccionamiento saldrá la línea de evacuación hasta el punto de conexión concedido por E-DISTRIBUCIÓN SE S. Juan 15kV.
- La energía generada, medida por su correspondiente contador, se venderá a la empresa distribuidora tal y como marca el Real Decreto 661/2007.
- Los strings de los módulos fotovoltaicos irán agrupados en cajas de string y de estas irán a los inversores centrales. Las cajas de string serán de 12, 14, 15, 16, 26, 27 y 28 entradas.
- Se incluyen todos los dispositivos de mando y protección y cableado en C.C. necesaria para su correcto funcionamiento. El cableado de los módulos también irá ubicado en estas estructuras.

Viales de acceso, caminos interiores, cerramiento perimetral, etc.

- Instalaciones auxiliares (sistema de monitorización y control, red de comunicaciones, estación meteorológica, alumbrado exterior de seguridad, video vigilancia o CCTV, etc.).

Tabla Resumen planta de autoconsumo "Félix de Azara".

Nombre la Planta	Félix de Azara
<b>PFV</b>	
Potencia Pico (kW)	2882,6
Potencia Nominal (kVA)	2450,0
Vallado (ha)	3,53
Tipo de instalación	Fija Orientación 33°
N.º Módulos	4060 – 14 x estructura
Número de strings	290
Módulo Fotovoltaico	TRINA SOLAR, TSM-710NEG21C.20
Tipo de tecnología	Silicio Monocristalino con tecnología bifacial.
Número de módulos	4.060
Modelo del Inversor	SMA, Sunny Central 350

Número de Inversores	7
Localización acceso a la PSF UTM 31 S	475068.22 m E 4377881.07 m N
Municipio	Palma de Mallorca
Provincia	Baleares
Tiempo estimado de construcción	4 meses
Producción estimada (MWh/año)	4.695
<b>ALMACENAMIENTO</b>	
Potencia Nominal (MW)	9,6
Potencia Baterías (MW)	17,88
Potencia en punto de conexión (MW)	9,6
Baterías	8 x 2.236 kWh
Inversor	SUNGROW SC 1.200 UD
Modelo de Baterías	SUNGROW ST 2.236 UX

## 2. DESCRIPCIÓN DE LAS OBRAS DE DESMANTELAMIENTO.

La vida útil del proyecto se estima en 30 años. No obstante, el término será evaluado por los encargados de su mantenimiento, pudiendo alargar la instalación su vida útil en torno a 5- 10 años. Teniendo en cuenta esto, la previsión del desmantelamiento se hará teniendo en cuenta un contexto general, sin poder preverse con precisión el procedimiento a ejecutar pasado este período.

En una fecha próxima al final de la vida útil, aproximadamente un año, se redactará un documento más preciso de las obras del desmantelamiento.

- Para el desmantelamiento de la instalación, se ha de ejecutar las siguientes obras:
- Desmontaje y retirada de PCS.
- Desmontaje y retirada de las unidades de Baterías.
- Retirada de circuitos eléctricos e interconexión.
- Desmontaje y retirada de los módulos fotovoltaicos.
- Desmontaje y retirada de estructuras metálicas y apoyos hincados.
- Retirada de circuitos eléctricos e interconexión.
- Desmontaje del sistema de Inversión.
- Desinstalación de los sistemas de seguridad, vigilancia, control, medida, etc.
- Demolición de las cimentaciones de los apoyos
- Retirada del cerramiento perimetral.
- Retirada de la infraestructura de evacuación.
- Restauración final, vegetal y paisajística.

## **2.1. DESCONEXIÓN DE LA INSTALACIÓN BT.**

La instalación eléctrica se realiza en distintos tramos: un primer tramo de interconexión entre módulos con cables fijos a la estructura, un segundo tramo, una red de canalizaciones o zanjas subterráneas hasta el inversor y un último tramo, desde el inversor hasta el Centro de Transformación (circuito AC), fijos sobre los cuadros de Baja Tensión situados dentro del centro de transformación. Todo el cableado eléctrico se realiza mediante conductores de cobre y aluminio unipolares flexibles, los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

- Desconexión de cableado de interconexión de módulos. Acopio en camión para transporte, ya sea a vertedero autorizado o a otro emplazamiento para su posterior reciclado/reutilización.
- Recuperación y transporte a vertedero autorizado de cableado eléctrico instalado en zanjas bajo tierra. Acopio en camión y transporte a vertedero autorizado o, al igual que en el caso anterior, a otro emplazamiento para su posterior reutilización/reciclado.
- Desconexión y desmontaje de elementos de conexión y protección y acopio en camión de transporte. Otro trabajo que forma parte del desmantelamiento de la instalación eléctrica es el desmantelamiento de las zanjas por las que discurre el cableado eléctrico de las instalaciones. De acuerdo con esto, con posterioridad al desmontaje de las estructuras soporte de las instalaciones fotovoltaicas se llevarán a cabo estos trabajos. Para ello, se recuperarán todas las arquetas y se trasladarán, en camiones, a vertederos autorizados. Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno mediante relleno de zanjas.

## **2.2. DESMANTELAMIENTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA.**

Los trabajos de desmantelamiento de la instalación eléctrica consistirán en:

- Recuperación y transporte a vertedero autorizado de cableado eléctrico instalado en arquetas bajo tubo. Acopio en camión y transporte a vertedero autorizado o, al igual que en el caso anterior, a otro emplazamiento para su posterior reutilización/reciclado.
- Desconexión y desmontaje de elementos de conexión y protección y acopio en camión de transporte. Otro trabajo que forma parte del desmantelamiento de la instalación eléctrica es el desmantelamiento de las zanjas por las que discurre el cableado eléctrico de las instalaciones. De acuerdo con esto, con posterioridad al desmontaje de las estructuras soporte y de las cimentaciones de los seguidores se llevarán a cabo estos trabajos. Para ello, se recuperarán todas las arquetas y se trasladarán, en camiones, a vertederos autorizados. Por último, habrá que restituir las zonas afectadas del terreno mediante relleno de zanjas.

## **2.3. DESMANTELAMIENTO DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.**

Para llevar a cabo el desmontaje de los módulos que constituyen el generador Fotovoltaico, hay que tener en cuenta que éstos están unidos a la estructura soporte mediante tornillería, en las cuatro esquinas de su marco. Una vez desmontados, los módulos se trasladarán a un camión, haciendo uso para ello de una carretilla elevadora y grúa.

- En caso de la no reutilización de los módulos fotovoltaicos se podrán utilizar medios mecánicos para su achatarramiento y compactación, con objeto de minimizar el volumen. En cualquier caso, los módulos fotovoltaicos constituyen un sustrato completamente inerte y se puede considerar como material de construcción, por lo que no requerirán ningún tratamiento específico previo a su vertido en emplazamientos autorizados.

## **2.4. DESMANTELAMIENTO DE LOS EQUIPOS DE BATERIAS.**

Se deberán desconectar los dos extremos de la instalación, hay que desconectar la interconexión que tienen las unidades de baterías con su unidad PCS antes de proceder a su desmontaje.

Para llevar a cabo el desmontaje de los equipos de baterías que constituyen el sistema de almacenamiento se sacarán, por medio de grúa, de sus soportes de hormigón y se trasladarán a un camión para su retirada hacia el lugar de reciclaje adecuado.

## **2.5. DESMANTELAMIENTO DE LOS EQUIPOS PCS.**

Antes de comenzar el desmontaje deberá desconectarse en ambos extremos de la instalación. Es decir, en las celdas de 20 kV en el centro de seccionamiento de la planta fotovoltaica “FÉLIX DE AZARA” y en los cuadros de control y mando a la salida de cada uno de los equipos PCS. En segundo lugar, habrá que proceder al desmontaje de todos equipos PCS.

Para realizar los trabajos anteriores, se hará uso de un camión grúa en el que se acopiarán todos los materiales y, a continuación, se transportarán a vertedero autorizado.

## **2.6. DESMANTELAMIENTO DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA SUBTERRÁNEA DE MT Y LOS CENTROS DE TRANSFORMACIÓN Y EL CENTRO DE SECCIONAMIENTO.**

Antes de comenzar el desmontaje deberá desconectarse en ambos extremos de la instalación. Es decir, en las celdas de 15 kV en el edificio de control del centro de seccionamiento y en los cuadros de control y mando a la salida de cada uno de los inversores. En segundo lugar, habrá que proceder al desmontaje de todos los Centros de Transformación CTs.

Para realizar los trabajos anteriores, se hará uso de un camión grúa en el que se acopiarán todos los materiales y, a continuación, se transportarán a vertedero autorizado.

## **2.7. RESTITUCIÓN DE LOS VIALES INTERNOS Y SUS CUNETAS.**

Será necesaria la restitución del suelo afectado por los nuevos viales internos que dan acceso a cada uno de los conjuntos PCS y baterías y el acceso de entrada de la planta. El terreno habrá sufrido un desbroce y una compactación que se deberá subsanar con la intención de que éste quede en el mismo estado previo a la existencia del sistema de almacenamiento.

Para la recuperación del suelo ocupado por los viales y sus cunetas, se propone realizar una retirada con retroexcavadora para la eliminación de la tierra compactada que constituye el firme de los viales y posterior retirada a vertedero. Además, se propone un escarificado del terreno con la intención de descompactar el mismo.

Seguidamente se procederá a su relleno con tierra apropiada, perteneciendo esta actuación a la restauración de y a su vegetación.

## 2.8. PRESUPUESTO DE DESMANTELAMIENTO

CAP. 1	DESMANTELAMIENTO PLANTA AUTOCONSUMO "FÉLIX DE AZARA"					
	N	Ud.	Descripción	Uds.	Precio Ud	Precio
	SUBCAP. 1.01		DESMANTELAMIENTO INSTALACIÓN BT			153.850,00 €
	1.01.01	Ud.	Desmantelamiento línea eléctrica instalación solar	25	2.500,00 €	62.500,00 €
	1.01.02	ml	Recuperación del cableado eléctrico enterrado con ayuda de máquina excavadora	35.000	0,05 €	1.750,00 €
	1.01.03	m³	Relleno de zanjas y zonas afectadas	1.280	70,00 €	89.600,00 €
	SUBCAP. 1.02		DESMANTELAMIENTO DE MODULOS, BLOQUES DE POTENCIA, EQUIPOS PCS Y EQUIPO DE BATERÍAS			15.809,00 €
	1.02.01	Ud.	Recuperación de módulos fotovoltaicos	4.060	0,40 €	1.624,00 €
	1.02.02	Ud.	Desmontaje de los equipos PCS	4	550,00 €	2.200,00 €
	1.02.03	Ud.	Desmontaje de los equipos de baterías	4	550,00 €	2.200,00 €
	1.02.04	Ud.	Desmontaje de bloques de potencia	7	255,00 €	1.785,00 €
	1.02.05	Ud.	Relleno de zanjas y zonas afectadas	2.000	4,00 €	8.000,00 €
	SUBCAP. 1.03		DESMANTELAMIENTO DE ESTRUCTURAS			579,51 €
	1.03.01	ml	Recuperación de estructuras mecánicas	137	1,55 €	212,35 €
	1.03.02	ml	Recuperación de hincas con medios mecánicos	274	1,34 €	367,16 €
	SUBCAP. 1.04		DESMANTELAMIENTO LINEA SUBTERRANEA MT Y LÍNEA DE EVACUACIÓN			13.500,00 €
	1.04.01	Ud.	Recuperación del cableado eléctrico enterrado con ayuda de máquina excavadora	1.500	1,50 €	2.250,00 €
	1.04.02	m³	Relleno de zanjas y zonas afectadas	750	15,00 €	11.250,00 €

	SUBCAP. 1.05		RESTAURACIÓN VEGETAL Y PAISAJÍSTICA			15.000,00 €
	1.05.01	m³	Aporte de tierra vegetal en zonas afectadas	1.000	10,00 €	10.000,00 €
	1.05.02	m³	Extendido de tierra vegetal mediante ayuda mecánica en zonas afectadas	1.000	5,00 €	5.000,00 €
			<b>TOTAL PLANTA BESS CON AUTOCONSUMO PSF</b>			<b>198.738,51 €</b>

Se estima el presupuesto de desmantelamiento de las instalaciones es CIENTO NOVENTA Y OCHO MIL SETECIENTOS TREINTA Y OCHO EUROS con CINCUENTA Y UN céntimos.

Barcelona, Abril de 2025

Ivan Garré Sierra

Ingeniero Técnico Industrial

Colegiado 25691 - CETIB



## VIII – MEDICIONES Y PRESUPUESTO

---

## MEDICIONES Y PRESUPUESTO

La descomposición del presupuesto para la realización de las obras de la Planta de Autoconsumo Félix de Azara se ha realizado como sigue:

PRESUPUESTO Y MEDICIONES						
Código	NatC	Ud	Resumen	N.º Uds.	Precio unitario (€)	Total (€)
<b>1.1</b>	<b>Capítulo</b>		<b>CAPÍTULO 1. OBRA CIVIL GENERAL</b>		<b>28.869,10</b>	<b>28.869,10</b>
<b>1.1.1</b>	<b>Capítulo</b>		<b>SUBCAPÍTULO 1.1 ADECUACIÓN DEL TERRENO</b>	<b>1,000</b>	<b>9.186,80</b>	<b>9.186,80</b>
	Partida	m3	Desbroce y limpieza del terreno, profundidad media 25 cm	7.475,00	0,84	6.279,00
			Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la instalación fotovoltaica: árboles, plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como media 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, carga a camión transporte a vertedero autorizado y pago del canon correspondiente. Antes de iniciarse las actividades correspondientes al proceso de ejecución, se realizarán las siguientes comprobaciones: Estudio de la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirán, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.			
	Partida	m3	Explanación de tierra	70,00	41,54	2.907,80
			Desmante en tierra, para dar al terreno la rasante de explanación prevista, con empleo de medios mecánicos, incluyendo aportación de tierras sacadas de la misma parcela. Incluye la redistribución de tierras sobrantes en el mismo terreno. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el volumen de relleno sobre los perfiles transversales del terreno realmente ejecutados, compactados y terminados según especificaciones de Proyecto.			
			<b>Total 1.1.1</b>	<b>1,000</b>	<b>9.186,80</b>	<b>9.186,80</b>
<b>1.2.1</b>	<b>Capítulo</b>		<b>SUBCAPÍTULO 1.2 VALLADO Y CERRAMIENTO</b>	<b>1,000</b>	<b>19.682,30</b>	<b>19.682,30</b>
	Partida	m	Vallado perimetral, paso de valla 50x50 mm Y 2,5 de altura	1.017,000	15,96	16.231,32
			Suministro, instalación y montaje de vallado perimetral compuesto por tubos galvanizados de 48 mm de diámetro acodados en sus extremos para colocar 3 hileras de alambre, con paso de malla metálicas de simple torsión galvanizada en caliente y trama de 50x50x3 mm de acero dulce galvanizado. Se colocarán tubos como mínimo cada 3 metros. El poste estará empotrado en un tramo de 0,5 m en la cimentación. Los postes de esquina y de refuerzo llevarán 2 barras y cimentaciones adicionales. Los postes de refuerzo se colocarán cada 30 metros. Tanto para los postes de vallado como los de la puerta de acceso se utilizarán cimentaciones consistentes en dados de hormigón en masa HM-20 y dimensiones 30 x 40 x 50 cm. La altura total del vallado, desde el suelo, será menor de 2,5 m. Se señalará el vallado perimetral con placas de color blanco y acabado mate de cada 10 m, en la parte superior del cerramiento. Estas placas no deberán tener ángulos			

			cortantes. Se colocará en la parte posterior triple alambre de acero galvanizado de 3 mm de diámetro con de alambre galvanizado de 2 mm cada 15 cm. Totalmente montada. Incluye: Replanteo de alineaciones y niveles, marcado de la situación de los postes y tornapuntas, apertura de huecos para colocación de los postes, colocación de los postes, vertido del hormigón, aplomado y alineación de los postes y tornapuntas, colocación de accesorios, y colocación de la malla y atirantado del conjunto. CRITERIO DE MEDICIÓN DE OBRA: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de proyecto			
	Partida	u	Puerta cancela, paso de malla de simple torsión de 10 mm	1,000	3.450,98	3.450,98
			Suministro y colocación de puerta cancela constituida por cercos de tubo de acero galvanizado de 2000x20x1,5 mm y 30x15x1,5 mm, bastidor de tubo de acero galvanizado de 40x40x1,5 mm con pletina de 40x4 mm y por malla de simple torsión, de 10 mm de paso de malla y 1,1 mm de diámetro, acabado galvanizado, fijada a los cercos y atirantada, para acceso peatonal en vallado de parcela de malla metálica. Incluso p/p de replanteo, apertura de huecos en el terreno, relleno de hormigón HM-20/B/20/I para recibido de los postes, colocación y aplomado de la puerta sobre los postes, elementos de anclaje, herrajes de seguridad y cierre y accesorios de fijación y montaje. Totalmente montada. Incluye: Replanteo de alineaciones y niveles. Apertura de huecos en el terreno. Colocación de los postes. Vertido del hormigón. Montaje de la puerta. Fijación del bastidor sobre los postes. Colocación de los herrajes de cierre. Ajuste final de la hoja. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas, según especificaciones de proyecto.			
			<b>Total 1.2.1</b>	1,000	<b>19.682,30</b>	<b>19.682,30</b>
<b>2</b>	<b>Capítulo</b>		<b>CAPITULO 2. INSTALACIONES DE LA INSTALACION DE ALMACENAMIENTO Y FOTOVOLTAICA</b>	<b>1</b>	<b>3.283.326,10</b>	<b>3.287.164,90</b>
<b>2,1</b>	<b>Capítulo</b>		<b>SUBCAPÍTULO 2,1 OBRA CIVIL</b>	<b>1,000</b>	<b>53.505,50</b>	<b>53.505,50</b>
<b>2,1,1,</b>	<b>Capítulo</b>		<b>APARTADO 2,1,1, ARQUETAS Y ZANJAS</b>	<b>1,000</b>	<b>49.666,70</b>	<b>49.666,70</b>
	Partida	u	Arqueta prefabricada para conexión eléctrica de 60 x 60 x 60 cm	30,000	104,06	3.121,80
			Suministro y montaje de arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 60x60x60 cm de medidas interiores, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz de soportar una carga de 400 kN, con marco de chapa galvanizada y tapa de hormigón armado aligerado, de 69,5x68,5 cm, para arqueta de conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN; previa excavación con medios mecánicos y posterior relleno del trasdós con material granular. Totalmente montada. Incluye: Replanteo. Excavación con medios mecánicos. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Colocación de la arqueta prefabricada. Ejecución de taladros para conexionado de tubos. Conexionado de los tubos a la arqueta. Colocación de la tapa y los accesorios. Relleno del trasdós. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones del proyecto.			
	Partida	u	Arqueta prefabricada para conexión eléctrica de 30 x 30 x 30 cm	10,000	39,62	396,20
			Arqueta de conexión eléctrica, prefabricada de hormigón, sin fondo, registrable, de 30x30x30 cm de medidas interiores, con paredes rebajadas para la entrada de tubos, capaz			

			de soportar una carga de 400 kN, con marco de chapa galvanizada y tapa de hormigón armado aligerado, de 39,5x38,5 cm, para arqueta de conexión eléctrica, capaz de soportar una carga de 125 kN; previa excavación con medios mecánicos y posterior relleno del trasdós con material granular. Totalmente montada. Incluye: Replanteo. Excavación con medios mecánicos. Eliminación de las tierras sueltas del fondo de la excavación. Colocación de la arqueta prefabricada. Ejecución de taladros para conexión de tubos. Conexión de los tubos a la arqueta. Colocación de la tapa y los accesorios. Relleno del trasdós. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según de Proyecto.			
	Partida	m	Excavación de zanja para instalaciones, profundidad 1 m y ancho 0,4 m.	1.140,000	37,29	42.510,60
			Excavación de tierras a cielo abierto para formación de zanjas para instalaciones hasta una profundidad media 1 metro y anchura 0,4 m, en suelo de arcilla semidura, y/o cualquier otro tipo de terreno mediante el empleo de medios mecánicos. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas. CRITERIO DE MEDICION EN OBRAS. Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno			
	Partida	m	Excavación de zanja para instalaciones, profundidad 1 m y ancho 0,800 m.	10,000	46,29	462,90
			Excavación de tierras a cielo abierto para formación de zanjas para instalaciones hasta una profundidad media 1 metro y anchura 0,800 m, en suelo de arcilla semidura, y/o cualquier otro tipo de terreno mediante el empleo de medios mecánicos. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas. CRITERIO DE MEDICION EN OBRAS. Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno			
	Partida	m	Excavación de zanja para instalaciones, profundidad 1,15 m y ancho 0,500 m.	90,000	35,28	3.175,20
			Excavación de tierras a cielo abierto para formación de zanjas para instalaciones hasta una profundidad media 1,15 metros y anchura 0,5 m, en suelo de arcilla semidura, y/o cualquier			

			otro tipo de terreno mediante el empleo de medios mecánicos. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas. CRITERIO DE MEDICION EN OBRAS. Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno			
			<b>Total 2.1.1</b>	1,000	<b>49.666,70</b>	<b>49.666,70</b>
<b>2,1,2,</b>	<b>Capítulo</b>		<b>APARTADO 2,1,2, CENTOS DE TRANSFORMACIÓN</b>	<b>1,000</b>	<b>3.505,60</b>	<b>3.505,60</b>
	Partida	m3	Solera de hormigón armado para pfu de 20 cm de espesor	140,000	25,04	3.505,60
			Solera de hormigón armado para pfu de 20 cm de espesor realizada con hormigón HA-25/B/20/la fabricación central, y vertido con bombas, extendido y vibrado manual, y malla electrosoldada ME 20x20 diámetro 5-5 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080 sobre separadores homologados, con juntas de retracción. CRITERIO DE MEDICION EN OBRA. Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
			<b>Total 2.1.2</b>	1,000	<b>3.505,60</b>	<b>3.505,60</b>
<b>2,1,3,</b>	<b>Capítulo</b>		<b>APARTADO 2,1,3, CANALIZACIONES</b>	<b>1,000</b>	<b>333,20</b>	<b>333,20</b>
	Partida	m	Canalización enterrada en tubo curvable d) 160 mm	40,000	8,33	333,20
			Suministro e instalación de canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared ,interior lisa y exterior corrugada, de color naranja, cde 160 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. Totalmente montado. CRITERIO DE MEDICION EN OBRA. Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
			<b>Total 2.1.3</b>	1,000	<b>333,20</b>	<b>333,20</b>
<b>2.2</b>	<b>Capítulo</b>		<b>APARTADO 2,2 EQUIPOS DE LA INSTALACIÓN</b>	<b>0,000</b>	<b>3.084.454,60</b>	<b>3.084.454,60</b>
	Partida	u	Unidad de batería modelo ST 2.236 UX de 2.23 MWh de Sungrow o similar	8,000	188.250,00	1.506.000,00
			Batería de lithium Iron Phosphate (LFP), tensión nominal 1.123-1.500 V, capacidad de descarga 2,23 MWh, más de 8000 ciclos, dimensiones 9340x2600x1730 mm, peso 26000 kg, , con sistema BMS y display para visualización del estado de carga. Incluso accesorios necesarios para su correcta instalación. CRITERIO DE MEDICION EN OBRA. Se medira el numero de unidades realmente ejecutadas segun especificaciones de Proyecto.			

	Partida	u	Unidad de inversor Híbrido SUNGROW SC1.200UD o similar	8,000	95.187,50	761.500,00
			Suministro, instalación y montaje completo de inversor modelo SC1.200UD, de SUNGROW, o similar, con las siguientes características: potencia de salida 1200 kW; máxima corriente de salida (45 °C): 1443 A; tensión de funcionamiento 700 - 1500 V Vmppt; tensión máxima DC: 700 V. Incluye pantalla de interfaz gráfica, protocolo de comunicación Modbus TCP, interruptor de encendido/apagado con llave Estándar, protección contra fallas a tierra; dispositivo de control de aislamiento; disyuntor AC de protección general; fusibles DC de protección general; protección contra sobre tensión en Ac y DC; así como todo el material auxiliar, mano de obra, maquinaria y herramienta necesaria para el correcto montaje, puesta en marcha y funcionamiento. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRAS: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
	Partida	u	Unidad de inversor Central SMA - SUNNY CENTRAL 350 o similar	7,000	25.700,00	179.900,00
			Suministro, instalación y montaje completo de modelo SUNNY CENTRAL (350 kVA), de SMA, o similar, con las siguientes características: potencia de salida 350 kW; máxima corriente de salida (40 °C): 505 A; tensión de funcionamiento 450 - 820 V Vmppt; tensión máxima DC: 880V. Incluye pantalla de interfaz gráfica, protocolo de comunicación Modbus TCP, interruptor de encendido/apagado con llave Estándar, protección contra fallas a tierra; dispositivo de control de aislamiento; disyuntor AC de protección general; fusibles DC de protección general; protección contra sobre tensión en Ac y DC; así como todo el material auxiliar, mano de obra, maquinaria y herramienta necesaria para el correcto montaje, puesta en marcha y funcionamiento. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRAS: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
	Partida	u	Módulo solar fotovoltaico modelo TSM-710NEG21C.20 de 710 Wp de Trina Solar o similar	4.060,000	146,28	593.896,80
			Suministro e instalación de módulo solar fotovoltaico bifacial de células de silicio monocristalino, para instalación en estructura, modelo TSM-710NEG21C.20 de Trina Solar o similar, bifacial de potencia máxima (Wp) 710 W, tensión a máxima potencia (Vmp) 40,9 V, intensidad a máxima potencia (Imp) 17,36 A, intensidad de cortocircuito (Isc) 18,40 A, tensión en circuito abierto (Voc) 49,0 V, eficiencia 22,9%. Cristal exterior templado de 5 mm de espesor, capa adhesiva doble de PVB, cristal posterior templado de 5 mm de espesor, temperatura de trabajo -40°C hasta 85°C, con conectores Tonglin TL-Cable01S-F (4 mm²) (1500V) dimensiones 2384x1303x35 mm, peso 38,3 kg, cristal transparente, con caja de conexiones, montaje con ganchos. Incluso accesorios de montaje y material de conexionado eléctrico. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Colocación y fijación del módulo. Conexionado con la red eléctrica. CRITERIO DE MEDICION EN OBRA. Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
	Partida	u	Estructura fija, configuración 2H, +33° de Solar Innova o similar	4.060,000	10,63	43.157,80
			Suministro, instalación y montaje de estructura fija, inclinación de 33 grados de los módulos del fabricante Solar Innova, o similar: con capacidad para 6 módulos fotovoltaicos en disposición 2h (2 filas en horizontal): sistema de anclaje mediante hincado directo, pedrilling y/o micropilote; inclinación máxima N/S de 25°; inclinación máxima O/E ilimitada; tolerancias en hincado N/S de +- 50 mm; tolerancia hincado O/E de +- 17 mm; tolerancia en altura +- 40			



			mm. Totalmente montado, conexionado, probado y listo para la colocación de los módulos fotovoltaicos. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
			<b>Total 2,2</b>	1,000	<b>3.084.454,60</b>	<b>3.084.454,60</b>
<b>2,3</b>	<b>Capítulo</b>		<b>SUBCAPÍTULO 2.3 CAJA DE CONEXIONES</b>	<b>1</b>	<b>9.750,00</b>	<b>9.750,00</b>
	Partida	u	Caja de conexiones con monitorización hasta 28 strings, de Power Electronics o similar	15,000	650,00	9.750,00
			Suministro, instalación y montaje de caja de conexiones de corriente continua modelo DC-CMB-U15-16, SMA STRING-COMBINER con entradas protegidas para la conexión de hasta 28 strings y tensión máxima de trabajo 1,500 V; intensidad nominal de entrada por string 17,4 A; intensidad nominal de salida 486 A; 25 kg de peso y grado de protección IP54. Las entradas están equipadas con dos salidas de cable por polo de serie y cubren un rango de sellado de 17 a 38,5 milímetros permitiendo la inserción de cables con secciones transversales de 70 a 400 mm <sup>2</sup> . Incluye fusibles, interruptor seccionador de corte en carga, descargador de sobretensiones, y cualquier otro elemento necesario para el correcto montaje y funcionamiento de la instalación. Totalmente montada, conexionada y probada. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
			<b>Total 2.3</b>	1,000	<b>9.750,00</b>	<b>9.750,00</b>
<b>2,4</b>	<b>Capítulo</b>		<b>APARTADO 2,5 CABLEADO</b>	<b>0,000</b>	<b>125.694,00</b>	<b>125.694,00</b>
	Partida	m	Cable unipolar, RZ1-K 0,6/1 kV, de 6 mm <sup>2</sup> o similar	4.500,000	2,50	11.250,00
			Cable eléctrico unipolar, RZ1-K de 6mm <sup>2</sup> "PRYSMIAN", o similar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 25 años, tensión nominal 0,6/1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 6 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, de tipo DIX3, cubierta de elastómero reticulado, de tipo EM5, aislamiento clase II, de color negro, y con las siguientes características: no propagación de la llama, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los agentes químicos, resistencia a las grasas y aceites, resistencia a los golpes y resistencia a la abrasión. Totalmente montado, conexionado y probado. CRITERIOS DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
	Partida	m	Cable unipolar, RZ1-K 0,6/1 kV, de 10 mm <sup>2</sup> o similar	11.100,000	4,25	47.175,00
			Cable eléctrico unipolar, RZ1-K de 10mm <sup>2</sup> "PRYSMIAN", o similar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 25 años, tensión nominal 0,6/1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 10 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, de tipo DIX3, cubierta de elastómero reticulado, de tipo EM5, aislamiento clase II, de color negro, y con las siguientes características: no propagación de			

			la llama, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los agentes químicos, resistencia a las grasas y aceites, resistencia a los golpes y resistencia a la abrasión. Totalmente montado, conexionado y probado. CRITERIOS DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
	Partida	m	Cable unipolar, RZ1-K 0,6/1 kV, de 16 mm <sup>2</sup> o similar	4.900,000	6,50	31.850,00
			Cable eléctrico unipolar, RZ1-K de 16mm <sup>2</sup> "PRYSMIAN", o similar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, garantizado por 25 años, tensión nominal 0,6/1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 16 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, de tipo DIX3, cubierta de elastómero reticulado, de tipo EM5, aislamiento clase II, de color negro, y con las siguientes características: no propagación de la llama, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los agentes químicos, resistencia a las grasas y aceites, resistencia a los golpes y resistencia a la abrasión. Totalmente montado, conexionado y probado. CRITERIOS DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
	Partida	m	Cable unipolar, RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, de 240 mm <sup>2</sup> o similar	700,000	8,50	5.950,00
			Cable eléctrico unipolar, RZ1-K (AS) "PRYSMIAN", o similar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, tensión nominal 0,6/1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x300 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, de tipo DIX3, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los agentes químicos, resistencia a las grasas y aceites, resistencia a los golpes y resistencia a la abrasión. Totalmente montado, conexionado y probado. CRITERIOS DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
	Partida	m	Cable unipolar, RZ1-K (AS) 0,6/1 kV, de 400 mm <sup>2</sup> o similar	2.350,000	12,54	29.469,00
			Cable eléctrico unipolar, RZ1-K (AS) "PRYSMIAN", o similar, resistente a la intemperie, para instalaciones fotovoltaicas, tensión nominal 0,6/1 kV, tensión máxima en corriente continua 1,8 kV, reacción al fuego clase Cca-s1b,d1,a1, con conductor de cobre recocido, flexible (clase 5), de 1x300 mm <sup>2</sup> de sección, aislamiento de elastómero reticulado, de tipo DIX3, de color verde, y con las siguientes características: no propagación de la llama, baja emisión de humos opacos, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos, nula emisión de gases corrosivos, resistencia a la absorción de agua, resistencia al frío, resistencia a los rayos ultravioleta, resistencia a los agentes químicos, resistencia a las grasas y aceites, resistencia a los golpes y resistencia a la abrasión. Totalmente montado, conexionado y			

			probado. CRITERIOS DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
			<b>Total 2.4</b>	1,000	<b>125.694,00</b>	<b>125.694,00</b>
<b>2,5</b>	<b>Capítulo</b>		<b>APARTADO 2,6 RED DE TIERRAS</b>	<b>0,000</b>	<b>9.922,00</b>	<b>9.922,00</b>
	Partida	u	Toma de tierra con picas de acero cobreado de 2 m de longitud	12,000	154,40	1.852,80
			Suministro e instalación de toma de tierra compuesta por pica de acero cobreado de 2 m de longitud, hincada en el terreno, conectada a puente para comprobación, dentro de una arqueta de registro de polipropileno de 30x30 cm. Incluso replanteo, excavación para la arqueta de registro, hincado del electrodo en el terreno, colocación de la arqueta de registro, conexión del electrodo con la línea de enlace mediante grapa abarcón, relleno con tierras de la propia excavación y aditivos para disminuir la resistividad del terreno y conexionado a la red de tierra mediante puente de comprobación. Totalmente montada, conexionada y probada por la empresa instaladora mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio). CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.			
	Partida	m	Conductor rígido de tierra, desnudo de cobre trenzado, de 35 mm <sup>2</sup>	560,000	4,97	2.783,20
			Suministro, instalación y montaje de conductor de tierra formado por cable rígido desnudo de cobre trenzado, de 35 mm <sup>2</sup> de sección. Incluso uniones realizadas con soldadura aluminotérmica, grapas y bornes de unión. Totalmente montado, conexionado y probado. Incluye: Replanteo de recorrido. Tendido del conductor de tierra. Conexionado del conductor de tierra mediante bornes de unión. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
	Partida	u	Instalación de puesta a tierra, malla cuadrada de 4 x 4 m	2,000	2.643,00	5.286,00
			Suministro, instalación y montaje de puesta a tierra en malla cuadrada de 4 x 4 metros con 12 picas de acero cobreado de 2 m de longitud y diámetro 14 mm unidas entre sí; y a las metálicas o armado de hormigón mediante cable de cobre desnudo de 95 mm <sup>2</sup> . Las conexiones necesarias se realizarán mediante soldadura aluminotérmica. Incluye puesta en marcha y pruebas de funcionamiento, incluso p/p de elementos auxiliares necesarios para la correcta instalación de la misma. Totalmente instalada, probada y en funcionamiento. CRITERIOS DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
			<b>Total 2.5</b>	1	<b>9.922,00</b>	<b>9.922,00</b>
<b>3</b>	<b>Capítulo</b>		<b>CAPÍTULO 3. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN, DE MEDIDA, CENTRO SECCIONAMIENTO</b>		<b>618.524,16</b>	<b>658.995,36</b>
<b>3,1</b>	<b>Capítulo</b>		<b>SUBCAPÍTULO 3.1 OBRA CIVIL</b>	<b>1,000</b>	<b>167.111,76</b>	<b>167.111,76</b>
	Partida	m3	Solera de hormigón armado, 20 cm de espesor	73,920	15,04	1.111,76
			Solera de hormigón armado para centro de Transformación (CT), de 20 cm de espesor realizada con hormigón HA-25/B/20/lia fabricado en central, y vertido con bomba, extendido y vibrado manual, y malla electrosoldada ME 20x20 Diámetro 5-5 B 500 T 6x 2,20 UNE-EN			

			10080 sobre separadores homologados, con juntas de retracción. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
	Partida	u	Edificio prefabricado modelo MINIBLOK tipo KIOSCO de ORMAZABAL, de 2100x2100x2240 mm o similar	2,000	16.500,00	33.000,00
			Suministro, instalación y montaje de modelo MINIBLOK tipo KIOSCO de ORMAZABAL, o similar, constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu., de dimensiones generales aproximadas 2100 mm de largo por 2100 mm de fondo por 2240 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.			
	Partida	u	Edificio prefabricado PFU-4 de ORMAZABAL, de 4460x2380x3045 mm o similar	4,000	20.500,00	82.000,00
			Suministro, instalación y montaje de tipo PFU-4 de ORMAZABAL, o similar, constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu., de dimensiones generales aproximadas 4460 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.			
	Partida	u	Edificio prefabricado PFU-7 de ORMAZABAL, de 8080x2380x3240 mm o similar	1,000	28.500,00	28.500,00
			Suministro, instalación y montaje de tipo PFU-7 de ORMAZABAL, o similar, constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu. 7/30, de dimensiones generales aproximadas 8080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3240 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.			
	Partida	u	Edificio prefabricado PFU-5 de ORMAZABAL, de 6080x2380x3240 mm o similar	1,000	22.500,00	22.500,00
			Suministro, instalación y montaje de tipo PFU-5 de ORMAZABAL, o similar, constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo pfu. 7/30, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3240 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de proyecto.			
			<b>Total 3,1</b>	<b>1,000</b>	<b>167.111,76</b>	<b>167.111,76</b>
<b>3,2</b>	<b>Capítulo</b>		<b>SUBCAPÍTULO 3,2 CELDAS DE MEDIA TENSIÓN</b>	<b>1,000</b>	<b>427.500,00</b>	<b>427.500,00</b>
	Partida	u	Celda de entrada de línea, tipo CGM,3 de ORMAZABAL	9,000	24.475,00	220.275,00
			Suministro, instalación y montaje de celda de entrada de línea, metálica, prefabricada de aislamiento en SF6 del tipo del tipo CGM.3 del fabricante ORMAZABAL, o similar, de hasta 40,5 kV de tensión asignada, 70 kV de tensión de aislamiento a frecuencia industrial y 170 kV para onda de choque tipo rayo; grado de protección IP65 para los componentes de alta tensión e IP41 para los de baja. La intensidad asignada en barras y derivaciones será 1250 A, a 40°C y 25 kA de corriente de corta duración (1 s). Incluye:			

		<p>- Un seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra de las características siguientes Intensidad asignada 630 A Tensión asignada hasta 40,5 kV</p> <p>- Tres transformadores de intensidad de doble relación primaria y doble secundario, para medida y protección, de las características siguientes: Tensión aislamiento de hasta 40,5 kV 150 - 300 : 5-5 A Cl. 5P20 - 20 VA Cl. 0,5 - 15 VA</p> <p>- Un interruptor de hexafluoruro de azufre (SF6) como medio extintor del arco, accionado por un resorte tensado por un motorreductor alimentado a 48 Vcc. Las características principales son: Tensión nominal 24 kV Intensidad nominal 630 A Poder de corte 25 kA</p> <p>Además incluye dispositivo bloqueo de puerta por candado, tres captosres capacitivos de presencia de tensión, circuito alumbrado interior, circuito de calefacción celda con termostato, accesorios, soporte transformadores, contactos auxiliares, pequeño material, etc.</p> <p>Perfectamente instalada y puesta en funcionamiento. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>				
	Partida	u	Posición de transformador de SS. AA, tipo CGM.3 de ORMAZABAL	2,000	22.475,00	44.950,00
			<p>Suministro, instalación y montaje de celda para posición de Transformador de servicios auxiliares (SS.AA.), metálica, prefabricada de aislamiento en SF6 del tipo del tipo CGM.3 del fabricante ORMAZABAL, o similar, de hasta 40,5 kV de tensión asignada, 70 kV de tensión de aislamiento a frecuencia industrial y 170 kV para onda de choque tipo rayo; grado de protección IP65 para los componentes de alta tensión e IP41 para los de baja. La intensidad asignada en barras y derivaciones será 630 A, a 40°C y 25 kA de corriente de corta duración (1 s).</p> <p>Incluye:</p> <p>- Un seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra de las características siguientes Intensidad asignada 200 A Tensión asignada hasta 40,5 kV</p> <p>- Un interruptor de hexafluoruro de azufre (SF6) como medio extintor del arco, accionado por un resorte tensado por un motorreductor alimentado a 48 Vcc. Las características principales son: Tensión nominal hasta 40,5 kV Intensidad nominal 200 A Poder de corte 25 kA</p> <p>Perfectamente instalada y puesta en funcionamiento. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			

	Partida	u	Celda de protección general, tipo CGM.3 de ORMAZABAL	5,000	24.775,00	123.875,00
			<p>Suministro, instalación y montaje de celda de protección, metálica, prefabricada de aislamiento en SF6 del tipo del tipo CGM.3 del fabricante ORMAZABAL, o similar, de 40,5 kV de tensión asignada, 70 kV de tensión de aislamiento a frecuencia industrial y 170 kV para onda de choque tipo rayo; grado de protección IP65 para los componentes de alta tensión e IP41 para los de baja. La intensidad asignada en barras y derivaciones será 630 A, a 40°C y 25 kA de corriente de corta duración (1 s).</p> <p>Incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Un seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra de las características siguientes Intensidad asignada 630 A Tensión asignada hasta 40,5 kV</li> <li>- Tres transformadores de intensidad de doble relación primaria y doble secundario, para medida y protección, de las características siguientes: Tensión aislamiento 36 kV 150 - 300 : 5-5 A Cl. 5P20 - 20 VA Cl. 0,5 - 15 VA</li> <li>- Un interruptor de hexafluoruro de azufre (SF6) como medio extintor del arco, accionado por un resorte tensado por un motorreductor alimentado a 48 Vcc. Las características principales son: Tensión nominal hasta 40,5 kV Intensidad nominal 630 A Poder de corte 25 kA</li> </ul> <p>Totalmente instalada y puesta en funcionamiento. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
	Partida	u	Celda de salida de línea, tipo CGM,3 de ORMAZABAL	6,000	6.400,00	38.400,00
			<p>Suministro, instalación y montaje de celda de salida de línea, metálica, prefabricada de aislamiento en SF6 del tipo del tipo CGM.3 del fabricante ORMAZABAL, o similar, de 40,5 kV de tensión asignada, 70 kV de tensión de aislamiento a frecuencia industrial y 170 kV para onda de choque tipo rayo; grado de protección IP65 para los componentes de alta tensión e IP41 para los de baja. La intensidad asignada en barras y derivaciones será 630 A, a 40°C y 25 kA de corriente de corta duración (1 s).Incluye: - Un seccionador de línea con cuchilla de puesta a tierra de las características siguientesIntensidad asignada 630 ATensión asignada 40,5 kV- Tres transformadores de intensidad de doble relación primaria y doble secundario, para medida y protección, de las características siguientes: Tensión aislamiento 24 kV150 - 300 : 5-5 ACl. 5P20 - 20 VACl. 0,5 - 15 VA- Un interruptor de hexafluoruro de azufre (SF6) como medio extintor del arco, accionado por un resorte tensado por un motorreductor alimentado a 48 Vcc. Las características principales son:Tensión nominal 24 kVIntensidad nominal 630 APoder de corte 25 kATotalmente instalada y puesta en funcionamiento. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.</p>			
			<b>Total 3,2</b>	1,000	427.500,00	427.500,00



<b>3,3</b>	<b>Capítulo</b>		<b>SUBCAPÍTULO 3,3 CONTROL Y PROTECCIÓN</b>	<b>1,000</b>	<b>12.192,72</b>	<b>12.192,72</b>
	Partida	u	Armario de control y comunicación	1,000	6.693,60	6.693,60
			Suministro, instalación y montaje de armario de Control, incluyendo los siguientes elementos: Equipo de telecontrol, en comunicación directa con cada una de las protecciones e interruptores, recopilará la información del estado de cada una de las líneas, incluidos los valores eléctricos, históricos de disparos, etc. Sobre un sinóptico de la instalación se instalarán los mandos e indicadores del estado de apartamentas. Iluminación por final de carrera. Ventilación forzada. Resistencia de caldeo de actuación por termostato. Material auxiliar de conexionado, incluyendo conductores, bornas, terminales, canaleta, bridas, rótulos, etc. Totalmente instalado y en funcionamiento. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
	Partida	u	Sistema de monitorización	1,000	5.499,12	5.499,12
			Suministro, instalación y montaje de sistema de monitorización y control de planta fotovoltaica. El sistema permitirá realizar todas las tareas de gestión de la planta fotovoltaica y visualización del estado o de la instalación, transmitir comandos al control, facilitar el diagnostico de los posibles fallos, visualizar los datos de producción totales de la planta, programar alertas para evitar anomalías en la producción eléctrica, visualizar datos de la instalación meteorológica, etc. Además, debe permitir la conexión desde un PC remoto cumpliendo con las mismas funciones que las descritas y el envío de alarmas a teléfonos móviles. Totalmente instalado y puesto en funcionamiento. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
			<b>Total 3,3</b>	<b>1,000</b>	<b>12.192,72</b>	<b>12.192,72</b>
<b>3,4</b>	<b>Capítulo</b>		<b>SUBCAPÍTULO 3,4 INSTALACIONES AUXILIARES</b>	<b>1,000</b>	<b>11.719,68</b>	<b>11.719,68</b>
	Partida	u	Instalación de baja tensión	1,000	2.470,00	2.470,00
			Instalaciones de baja tensión auxiliares, de fuerza y alumbrado, incluyendo cuadro de servicios auxiliares, protecciones individuales, interruptores diferenciales y automáticos, cableado y montaje hasta receptores. Iluminación por final de carrera. Ventilación forzada. Resistencia de caldeo de actuación por termostato. y además elementos necesarios para el correcto funcionamiento de todos los sistemas eléctricos. Totalmente instalado, conexionado, probado y en funcionamiento. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
	Partida	u	Sistema contraincendios	2,000	1.894,84	3.789,68
			Suministro, instalación y montaje de sistema de detección y alarma contraincendios, convencional formado por central de detección automática de incendios con capacidad			

			máxima de 2 zonas de detección, 4 detectores ópticos de humo, 3 pulsadores de alarma con señalización luminosa tipo rearmable y tapa de plástico basculante, sirena interior con señal acústica, sirena exterior con señal óptica y acústica y canalización de cableado fija en superficie formada por tubo de PVC rígido, blindado, roscable, de color negro, con IP547. Incluso cable no propagador de llama libre de alógenos, elementos de fijación y cuantos accesorios sean necesarios para su correcta instalación. El sistema incluye 3 extintores de incendios de 6 kg de CO2 ubicados en las proximidades de los cuartos de control y cabinas de media tensión. Totalmente instalada y puesta en funcionamiento. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá el número de unidades realmente ejecutadas según especificaciones de Proyecto.			
	Partida	u	Material Auxiliar	2,000	2.730,00	5.460,00
			Suministro e instalación del Material Auxiliar de instalación.			
			<b>Total 3,4</b>	<b>1,000</b>	<b>11.719,68</b>	<b>11.719,68</b>
<b>4</b>	<b>Capítulo</b>		<b>CAPÍTULO 4. VÍA DE EVACUACIÓN</b>		<b>68.264,40</b>	<b>68.264,40</b>
<b>4.1</b>	<b>Capítulo</b>		<b>SUBCAPÍTULO 4.1 OBRA CIVIL</b>	<b>1,000</b>	<b>40.471,20</b>	<b>40.471,20</b>
	Partida	m3	Desbroce y limpieza del terreno, profundidad media 25 cm	300,000	0,84	252,00
			Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la instalación fotovoltaica: árboles, plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como media 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, carga a camión transporte a vertedero autorizado y pago del canon correspondiente. Antes de iniciarse las actividades correspondientes al proceso de ejecución, se realizarán las siguientes comprobaciones: Estudio de la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar. CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirán, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.			
	Partida	m	Excavación de zanja para instalaciones, profundidad 1,15 m y ancho 0,500 m.	1.140,000	35,28	40.219,20
			Excavación de tierras a cielo abierto para formación de zanjas para instalaciones hasta una profundidad media de 1,15 metros y anchura 0,5 m, en suelo de arcilla semidura, y/o cualquier otro tipo de terreno mediante el empleo de medios mecánicos. Incluso transporte de la maquinaria, refinado de paramentos y fondo de excavación, extracción de tierras fuera de la excavación, retirada de los materiales excavados y carga a camión. Incluye: Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia. Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones. Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras. Refinado de fondos con extracción de las tierras. Carga a camión de las tierras excavadas. CRITERIO DE MEDICION EN OBRAS. Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos			

			imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno			
			<b>Total 4,1</b>	1,000	<b>40.471,20</b>	<b>40.471,20</b>
<b>4.2</b>	<b>Capítulo</b>		<b>SUBCAPÍTULO 4.2 INSTALACIÓN ELÉCTRICA</b>	<b>1,000</b>	<b>27.793,20</b>	<b>27.793,20</b>
	Partida	m	Canalización enterrada en tubo curvable d) 200 mm	1.140,000	8,33	9.496,20
			Suministro e instalación de canalización enterrada de tubo curvable, suministrado en rollo, de polietileno de doble pared, interior lisa y exterior corrugada, de color naranja, cde 200 mm de diámetro nominal, para canalización enterrada, resistencia a la compresión 450 N, resistencia al impacto 40 julios, con grado de protección IP549 según UNE 20324, con hilo incorporado. Según UNE-EN 61386-1, UNE-EN 61386-22 y UNE-EN 50086-2-4. Totalmente montado. CRITERIO DE MEDICION EN OBRA. Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.			
	Partida	m	Cable unipolar, tipo AL RH5Z1 12/20 kV, de 400 mm <sup>2</sup>	1.140,000	16,05	18.297,00
			Cable eléctrico unipolar, Al Voltalene H Compact "PRYSMIAN", o similar, normalizado por Endesa, proceso de fabricación del aislamiento mediante triple extrusión en línea catenaria, con reticulación del aislamiento mejorada y capa semiconductor externa extraíble en frío, tipo AL RH5Z1 12/20 kV, tensión nominal 12/20 kv, reacción al fuego clase Fca, con conductor formado por cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, rígido (clase 2), de 1x400 mm <sup>2</sup> de sección, capa interna extrusionada de material semiconductor, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE), capa externa extrusionada de material semiconductor, separable en frío, con barrera contra la propagación longitudinal de la humedad, pantalla de cinta longitudinal de aluminio termosoldada y adherida a la cubierta, cubierta de poliolefina termoplástica de altas prestaciones, de tipo Vemex, de color rojo, y con las siguientes características: reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos. Según UNE 211620.Totalmente montado, conexionado y probado. CRITERIOS DE MEDICIÓN EN OBRA: Se medirá la longitud realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto			
			<b>Total 4,2</b>	1,000	<b>27.793,20</b>	<b>27.793,20</b>
<b>5</b>	<b>Capítulo</b>		<b>CAPÍTULO 5. SEGURIDAD Y SALUD</b>		<b>38.109,30</b>	<b>38.109,30</b>
<b>5.1</b>	<b>Capítulo</b>		<b>CAPÍTULO 5 .1 SEGURIDAD Y SALUD</b>	<b>1,000</b>	<b>38.109,30</b>	<b>38.109,30</b>
	Partida	u	Adopción de medidas establecidas en el ESS	1,000	38.109,30	38.109,30
			Adopción de medidas establecidas en el Estudio de Seguridad y Salud (ESS), según lo dispuesto en el mencionado documento, a fin de que se cumplan todas las prescripciones en materia de seguridad, salud e higiene establecidas en base a la normativa vigente.			
			<b>Total 5.1</b>	1,000	<b>38.109,30</b>	<b>38.109,30</b>
			<b>TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN DE MATERIALES</b>		<b>4.037.093,06</b>	
			Gastos Generales (13%):		524.822,10	
			Beneficio Industrial (6%):		242.225,58	
			Total (Sin IVA):		4.804.140,74	
			IVA (21%):		1.008.869,56	



			<b>TOTAL (IVA INCLUIDO):</b>		<b>5.813.010,30</b>	
--	--	--	------------------------------	--	---------------------	--

El Presupuesto de Ejecución Material asciende a **CUATRO MILLONES TREINTA Y SIETE MIL NOVENTA Y TRES EUROS CON SEIS CÉNTIMOS (4.037.093,06 €)**.

Barcelona, Abril de 2025

Ingeniero Técnico Industrial

Ivan Garré Sierra

Colegiado 25691 – CETIB

## IX – SISTEMA DE VIGILANCIA Y CCTV

---

## **1. SISTEMA DE VIGILANCIA Y CCTV**

El objeto de este capítulo es el de fijar los elementos conceptuales y técnicos que permitan definir el sistema de seguridad idóneo para una instalación productora de energía eléctrica alterna a partir de energía solar fotovoltaica. Estas plantas productoras son conocidas con el nombre de huertos solares, término éste, que será utilizado en el documento.

El perjuicio por el robo tanto del cableado eléctrico, dado el valor del propio Cu, junto con el de paneles solares o su rotura por actos vandálicos, genera un doble sobre coste, no previsto en los estudios de rentabilidad que motivan la inversión de instalación de un parque solar.

Las pérdidas provocadas por la falta de producción de energía eléctrica hasta que paneles y cableados sean repuestos (períodos que pueden ser importantes si se tiene en cuenta el problema de déficit en el mercado de paneles por la alta demanda existente). Cabe comentar, además de los costes mencionados, el posible daño adicional sobre la infraestructura mecánica o eléctrica del propio panel que puede ocasionar incluso la pérdida total de la inversión.

Frente al problema de seguridad por robo o vandalismo resulta lógico el planteamiento de una instalación específica de seguridad que proteja y disuada de marcar como objetivo del pillaje o gamberrismo las instalaciones solares fotovoltaicas.

Fundamentalmente, para garantizar la seguridad frente al hurto de paneles y la protección frente a actos vandálicos, el huerto solar deberá estar dotado de un sistema de protección anti-intrusismo y otro de video vigilancia que conjuntamente sean capaces de poner sobre aviso al personal de la empresa encargada de gestionar la seguridad de la instalación, otorgando una nueva capacidad de reacción que, permita reducir los tiempos de respuesta aproximándolos a la inmediatez que imprimen los sistemas telemáticos de transmisión de información.

De este modo es posible conseguir el mantenimiento de la operatividad y la integridad de la instalación a proteger. El sistema de seguridad objeto de este capítulo, lo compone un subsistema de detección de presencia que consta, de una protección perimetral exterior basada, en tecnología de detectores infrarrojos y, por otra parte e independiente de lo anterior, de un circuito cerrado de televisión con cámaras de video vigilancia donde irá integrado un sistema de análisis de vídeo a fin de reforzar la seguridad del sistema proporcionando información sobre la causa de las alarmas a modo de verificación o constatación de falsas alarmas.

El motivo de ese doble anillo de seguridad (detectores infrarrojos y video detección) es doble, por un lado, elevamos el nivel de detección combinando dos tecnologías diferentes y por otro lado disminuimos el número de falsas alarmas.

Asimismo, los equipos que componen el sistema de circuito cerrado de televisión se conectan a un grabador de vídeo encargado del tratamiento de señales visuales de las cámaras: visualización remota, almacenado y detección.

### **SUBSISTEMAS**

El alcance del capítulo comprende los subsistemas y equipamientos correspondientes a los siguientes servicios que pasaremos a detallar a continuación.

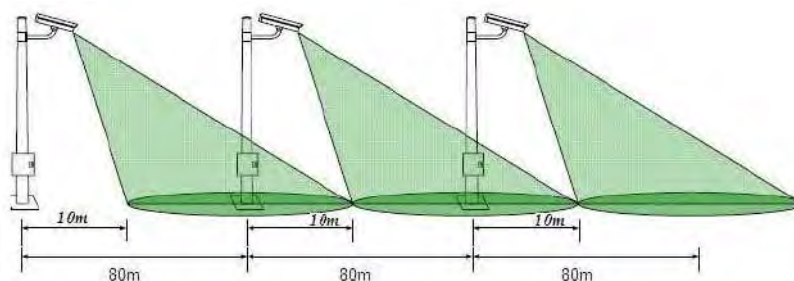
- Subsistema de CCTV (Circuito Cerrado de Televisión) Fija
- Subsistema de CCTV Móvil



- Subsistema de Intrusión Perimetral
- Subsistema de Control de Accesos

### 1.1.1. Subsistema de cctv fija

Básicamente el subsistema está formado de los equipos de captación de imagen, cámaras fijas analógicas Blanco/Negro/Color, en un total dependiente de las dimensiones y geometría del perímetro, que permitirá la visualización del recinto en toda su extensión, así como la implementación del análisis de vídeo y la grabación continua del de todas las señales de vídeo. La distribución de dichos equipos será tal que nos permita la visualización de la totalidad del perímetro, para ello se ha dispuesto que la distancia entre las cámaras fijas ubicadas en el perímetro no sea superior a 80 metros teniendo especial cuidado en los cambios de dirección del recinto con el fin de evitar zonas de sombra.



Ante situaciones de baja luminosidad se instalará sistema de infrarrojos de bajo consumo para el correcto visionado del perímetro y, por tanto, de la seguridad perimetral de la misma, que permitirá igualmente tanto el visionado como la detección a través del sistema de análisis de vídeo en horario nocturno. Los equipos que componen el subsistema de circuito cerrado de televisión se conectan a equipos grabadores de vídeo (situados en el Centro de Control Local) encargado del tratamiento de señales visuales de las cámaras (visualización remota y almacenado) que además dispondrá, de análisis de vídeo. El cableado de cámaras, dadas las distancias entre equipos, se realizará mediante fibra óptica. Por ello se apostará por videograbadoras que garanticen sobradamente su capacidad de transmisión al Centros de Control Remoto dado el algoritmo de compresión que se viene utilizando.

Se suministrarán cámaras de video analógicas de alta calidad con resolución adaptada al entorno de trabajo que se conectará al sistema grabación.

Estos elementos se encargarán de la identificación visual de cualquier intrusión producida en el recinto, ya que la activación de alguno de los sensores iniciará el protocolo de actuación que terminará con el envío de las imágenes capturadas desde la cámara encargada de cubrir la zona en la que se encuentre el sensor que haya disparado la alarma.

Se trata de cámaras de exterior, protegidas con carcasas y con calefactor en su interior a fin de evitar que pueda empañarse la lente de las cámaras. La sensibilidad viene mejorada por la condición día/noche, que permite variar la luminosidad en función de la que se da en el exterior en cada momento, de esta manera, en condiciones de baja visibilidad, alternando a visión en blanco y negro, se podrá percibir con una mayor precisión la zona cubierta por la cámara. Si bien esta función queda empobrecida en casos de muy escasa luminosidad, por lo que se adjunta a las cámaras focos de

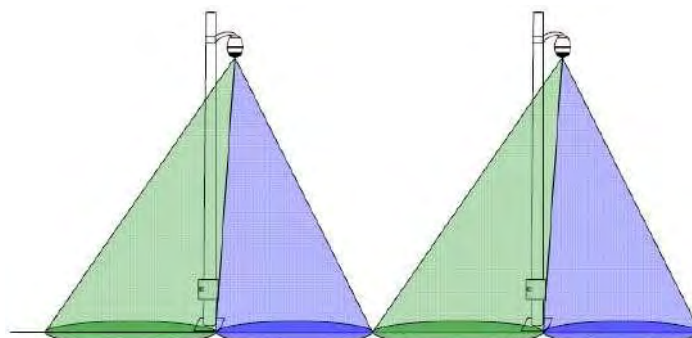
infrarrojos, invisible al ojo humano, que permite captar imágenes en condiciones de oscuridad prácticamente total.

La conexión de estos dispositivos se realizará a las entradas de video dispuestas en la unidad de procesado, de manera que cada una de las cámaras quedará almacenada en el disco duro de esta unidad en función de su capacidad de almacenamiento y de la calidad con que sean procesadas las imágenes.

En el caso del SUBSISTEMA DE CCTV FIJA la instalación de los equipos se efectuará en báculos de 4 metros de altura suficiente para conseguir un visionado correcto y no perjudicar a los paneles solares instalados en el recinto, para el SUBSISTEMA DE CCTV MÓVIL los báculos serán de 6 metros, permitiendo una mayor superficie de visionado y seguimiento ante una posible intrusión.

### 1.1.2. Subsistema de cctv móvil

Se contempla, de igual forma, la instalación de un subsistema formado por cámaras tipo domo (Blanco/Negro/Color) que servirá de soporte para el subsistema formado por las cámaras fijas. Dicho subsistema nos permitirá una movilidad en el visionado del interior de la parcela o del propio perímetro y alrededores, todo ello controlado desde el Puesto de Operador que se encuentra en el Centro de Control Remoto (CCR).



Al igual que para el subsistema de circuito cerrado de televisión fijo, para el subsistema móvil se proporcionarán cámaras de video analógicas de alta calidad con resolución adaptada al entorno de trabajo que se conectará, igualmente, al sistema grabación a través del cable estructurado. Las cámaras domo que se instalarán son cámaras de exterior, protegidas con carcasas y con calefactor en su interior a fin de evitar que pueda empañarse la lente de las cámaras. La conexión de estos dispositivos se realizará a las entradas de video dispuestas en la unidad de procesado emisora, de manera que cada una de las cámaras quedará almacenada en el disco duro de esta unidad en función de su capacidad de almacenamiento y de la calidad con que sean procesadas las imágenes.

En el caso del SUBSISTEMA DE CCTV FIJA la instalación de los equipos se efectuará en báculos de 4 metros de altura suficiente para conseguir un visionado correcto y no perjudicar a los paneles solares instalados en el recinto, para el SUBSISTEMA DE CCTV MÓVIL los báculos serán de 6 metros, permitiendo una mayor superficie de visionado y seguimiento ante una posible intrusión.

### **1.1.3. Subsistema de intrusión perimetral**

Dicho sistema está basado en los equipos de detección de intrusión mediante análisis de vídeo y detectores de infrarrojos, de tal forma que dispondremos de un sistema redundante ante algún intento de incursión en el perímetro.

El sistema de detectores de infrarrojos, detectan la presencia de un individuo analizando las variaciones de energía que este provoca al adentrarse en la zona de cobertura de los detectores, alineados con la siguiente cámara del perímetro, evitando dejar zonas muertas.

Estos dispositivos se dispondrán a lo largo del perímetro de la parcela, montados en el báculo de las cámaras fijas.

La distribución de los detectores de infrarrojos se realizará en conjunción con el análisis de vídeo, de tal forma que el alcance estimado para dichos detectores será igual a la distancia entre dos cámaras fijas, obteniendo así cámaras asociadas a detectores infrarrojos para un mejor reconocimiento de las posibles alarmas.

El video inteligente, análisis de imagen o análisis de video, está basado en la utilización de algoritmos matemáticos con el fin de comparar el tamaño de la imagen, su trayectoria, su velocidad, volumen, forma y tipo de movimiento, con la base de datos existente para clasificar el objeto que ha hecho disparar una alarma determinada.

El funcionamiento del sistema consiste en extraer el fondo de la imagen, analizar píxel a píxel el elemento diferencial y utilizando determinados algoritmos matemáticos lo asocia a la base de datos del sistema con el fin de discriminar a las personas y/o vehículos con el resto de los elementos en movimiento.

Seguidamente se establece una correlación entre los eventos por tiempo, espacio y diversos parámetros. Las correlaciones espacio-temporales entre eventos pueden dar como resultado alarmas más "inteligentes". Con el sistema de análisis de vídeo, apoyado en las cámaras fijas que circundan el perímetro, dispondremos de un sistema capaz de captar objetos en movimiento y de hacer un seguimiento de este para la detección de una entrada no permitida en el recinto.

Con el fin de poder conectar los detectores de infrarrojos y las alarmas de los equipos de análisis de imagen a la configuración propuesta hemos propuesto un transmisor de video que integra la recepción de señales de alarma de los detectores. Mediante fibra óptica se envían al Centro de Control Local donde se descodifican en un receptor, montado en rack y se llevan al video grabador y a la central de alarmas.

En resumen, y como hemos mencionado desde el principio, tendremos un sistema redundante con estos dos sistemas, que nos permitirá detectar cualquier irrupción, ya sea de una persona o de un objeto, en el anillo perimetral.

### **1.1.4. Subsistema de control de accesos**

El sistema de control de accesos constará de una lectora de tarjetas de proximidad cuya finalidad será permitir el acceso a través de tarjetas al recinto.

De esta forma se podrá tener información de las entradas producidas en el Parque a través de un historial de forma detallada, instantánea y local.

## 1.2. RED DE COMUNICACIONES

El Parque constará de un Centro de Control Local donde se ubicarán los equipos que gestionen los diferentes sistemas e incluye un ordenador y un monitor (video y alarmas) para la supervisión local física de un operario.

El sistema proyectado, permitirá la opción de ser gobernado desde un Centro de Control Remoto que tendrá acceso al Parque para el visionado de las cámaras y supervisión de la seguridad de estos, si así se quisiera.

La solución propuesta está basada en una arquitectura de vídeo sobre cableado óptico, que permita la transmisión, la gestión, visualización y grabación del vídeo proporcionado por las cámaras, con el objeto de poder realizar la gestión de las alarmas que se produzcan en el sistema de visualización desde los equipos de grabación digital y desde los analizadores de vídeo situados en el Centro de Control Local.

Para ello se instalarán transmisores de fibra óptica en cada una de las cajas ubicadas en cada báculo, para envío de video y señales de alarmas.

Cada conjunto de cámaras, p.e. 8 puntos de cctv, se instalará un armario concentrador donde se recogerán las fibras de cada cámara y se unificarán en una manguera de fibras suficientes, 8 para nuestro ejemplo, hasta el Centro de Control Local, donde se ubicarán los receptores, agrupados en 16 canales, para la recepción de la señal de vídeo de cada una.

En cuanto a las señales de alarmas, como ya hemos comentado anteriormente, las comunicaciones se realizarán a través del cableado de fibra óptica, hasta los expansores ubicados en el Centro de Control Local.

En definitiva, se ha diseñado la gestión de las alarmas como una conjunción de alarmas primarias y secundarias con el fin de reducir al máximo el número de falsas alarmas que se produzcan desde los detectores de infrarrojos y los sistemas de visualización.

La red de comunicaciones del sistema para la transmisión tanto del vídeo como los datos (alarmas) desde el Centro de Control Local y al Centro de Control Remoto, es uno de los elementos más importantes del sistema, ya que va a garantizar la disponibilidad y calidad de las imágenes y de los datos en los centros de control, para su gestión, grabación, visualización, etc.

## X – ANEXO INFORME CONCERNIENTE AL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS EN MATERIA ECOLÓGICA

---

### **INFORME CONCERNIENTE AL CUMPLIMIENTO DE LAS NORMAS EN MATERIA ECOLÓGICA**

Los aspectos ambientales que incluye la legislación ambiental española son:

- Aire y ruido
- Agua
- Suelo y subsuelo

- Residuos
- Energía
- Recursos naturales
- Vida silvestre
- Recursos forestales
- Riesgo ambiental
- Gestión ambiental
- Emergencias ambientales

Durante la ejecución del proyecto, se realizará un seguimiento ambiental que se centrará en la verificación de los compromisos marcados por la Legislación Vigente o los marcados por la Autoridad Competente en materia ambiental asumiendo ante ella estos compromisos.

- Los objetivos del seguimiento ambiental son:
- Verificación del estado de cumplimiento de los programas que conforman el Plan de Manejo Ambiental.
- Verificación del cumplimiento de los permisos, concesiones o autorizaciones ambientales para el uso y/o aprovechamiento de los recursos naturales.
- Verificación del estado de cumplimiento de los requerimientos de los actos administrativos.
- Análisis de las tendencias de la calidad del medio en el que se desarrolla el proyecto.
- Análisis de la efectividad de los programas que conforman el Informe de impacto Ambiental, de los programas requeridos en los actos administrativos y de sus propuestas de actualización si las hubiese.

Una vez que al proyecto, obra o actividad se le haya otorgado la licencia ambiental, la autoridad ambiental competente está en la obligación de realizar el seguimiento ambiental del proyecto, para lo cual es importante realizar las siguientes acciones preliminares:

- Coordinación del seguimiento ambiental.
- Comunicación del inicio y fin del proyecto.
- Comunicación de incidencias durante la ejecución si las hubiese.

Dada la naturaleza del proyecto de generación de energía eléctrica mediante aprovechamiento fotovoltaico, dentro de sus objetivos está beneficiar al medio ambiente. Durante el normal funcionamiento de la planta, esta generará una energía limpia contribuyendo a alcanzar los objetivos marcados por el protocolo de Kyoto en cuanto a emisiones de CO<sub>2</sub>.

El momento crítico en cuanto a emisiones y efectos contaminantes de un proyecto de estas características, radica en el momento de construcción. El periodo estimado de duración de las obras se estima entre 4 y 6 meses.



La ejecución del presente proyecto se realizará en cumplimiento de las normas medioambientales que afecten al lugar de emplazamiento. Los beneficios ambientales que proporcionará un proyecto de estas características se ven reflejados en la siguiente tabla:

## **ANTECEDENTES EN REFERENCIA A LEGISLACIÓN AMBIENTAL.**

Las principales normas en materia ambiental se exponen a continuación:

Ley 41/2010, de 29 de diciembre, de protección del medio marino (BOE n.º 317 de 30/12/2010).

Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro (BOE n.º 313 de 29/12/2009).

Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas (BOE n1 176 del 24/07/2001), posteriormente modificado por el Real Decreto Ley 4/2007, de 13 de abril (BOE n.º 90 de 14/04/2007).

Real Decreto 258/1989, de 10 de marzo, por el que se establece la normativa general sobre vertidos de sustancias peligrosas desde tierra al mar (BOE n.º 66 de 16/03/1989).

Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas (BOE n.º 181 de 29/07/1988). Establece las medidas necesarias para la protección y restauración del dominio público marítimo-terrestre, garantiza el uso público del mar, de su ribera y del resto del dominio público marítimo-terrestre, regula la utilización de estos bienes en términos acordes con su naturaleza y establece las medidas necesarias para conseguir y mantener un adecuado nivel de calidad de las aguas y de las riberas del mar.

Orden ARM/2444/2008, de 12 de agosto, por la que se aprueba el Programa de Acción Nacional de Lucha contra la Desertificación en cumplimiento de la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (BOE n.º 200 de 19/08/2008).

Real Decreto 1421/2006, de 1 de diciembre, por el que se modifica el Real Decreto 1997/1995, de 7 de diciembre, por el que se establecen medidas para contribuir a garantizar la biodiversidad mediante la conservación de los hábitats naturales y de la flora y fauna silvestres (BOE n.º 288 de 02/12/2006).

Real Decreto 1803/1999, de 26 noviembre, por el que se aprueba el Plan Director de la Red de Parques Nacionales (BOE n.º 297 de 13/12/1999).

Real Decreto 439/1990, de 30 de marzo, por el que se regula el Catálogo Nacional de Especies Amenazadas (BOE n.º 82 de 05/04/1990).

Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad (BOE n.º 299 de 14/12/2007). Los principios que inspiran esta Ley se centran, desde la perspectiva de la consideración del propio patrimonio natural, en el mantenimiento de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas vitales básicos, en la preservación de la diversidad biológica, genética, de poblaciones y de especies y en la preservación de la variedad, singularidad y belleza de los ecosistemas naturales, de la diversidad geológica y del paisaje.

Orden ITC/3366/2010, de 29 de diciembre, por la que se establece la metodología de cálculo del coste unitario de los derechos de emisión de CO<sub>2</sub> asignados a las centrales de generación eléctrica obligadas a participar en el proceso de resolución de restricciones por garantía de suministro a efectos de la liquidación provisional y definitiva de dichas centrales cuando son incluidas en el plan de funcionamiento semanal (BOE n.º 317 de 30/12/2010).

Ley 13/2010, de 5 de julio, por la que se modifica la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero, para perfeccionar y ampliar al régimen general de comercio de derechos de emisión e incluir la aviación en el mismo (BOE n.º 163 de 06/07/2010).

Ley 40/2010, de 29 de diciembre, de almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub> (BOE n.º 317 de 30/12/2010). Tiene por objeto incorporar al ordenamiento interno español las disposiciones contenidas en la Directiva 2009/31/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, adaptándolas a la realidad industrial, geológica y energética de nuestro país, y estableciendo una base jurídica para el almacenamiento geológico de CO<sub>2</sub>, en condiciones seguras para el medio ambiente, para contribuir a la lucha contra el cambio climático.

Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial (BOE n.º 283 de 23/11/2010). Modifica principalmente la prima que se percibe por la venta de energía generada en centrales solares fotovoltaicas, entre otras; así como varias modificaciones legales respecto a anteriores Reales Decretos (RD 436-2004, RD 661-2007, RD 1578-2008), en lo que a generación en régimen especial se refiere.

Real Decreto 1614/2010, de 7 de diciembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica a partir de tecnologías solar termoeléctrica y eólica (BOE n.º 298, de 08/12/2010). Introduce varias modificaciones legales respecto a los anteriores Reales Decretos, en lo que, a generación, de energía solar termoeléctrica y eólica, en régimen especial se refiere.

Real Decreto 1031/2007, de 20 de julio, por el que se desarrolla el marco de participación en los mecanismos de flexibilidad del Protocolo de Kioto (BOE n.º 174 de 21/07/2007).

Real Decreto 1370/2006, de 24 de noviembre, por el que se aprueba el Plan Nacional de Asignación de derechos de emisión de gases de efecto invernadero 2008-2012 (BOE n.º 282 de 25/11/2006). Modificado por el Real Decreto 1030/2007, de 20 de julio (BOE n.º 174 de 21/07/2007), modificado, a su vez, por el Real Decreto 1402/2007, de 29 de octubre (B.O.E. n.º 260 de 30/10/2007).

La Orden PRE/3420/2007, de 14 de noviembre, publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba la asignación individual de derechos de emisión de gases de efecto invernadero a las instalaciones incluidas en el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero, 2008- 2012. (B.O.E. 284 de 27/11/ 2007).

La Orden PRE/2827/2009, de 19 de octubre, modifica las cuantías de las asignaciones sectoriales establecidas en el Plan Nacional de Asignación de Derechos de Emisión de Gases de Efecto Invernadero, 2008-2012, aprobado por el Real Decreto 1370/2006, de 24 de noviembre (BOE n.º 256 de 23/10/2009).

Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (BOE n.º 59 de 10/03/2005). Transpone la Directiva 2003/87/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de octubre de 2003, a fin de establecer un régimen para el comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero.

Real Decreto Ley 5/2004, de 27 de agosto, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (BOE n.º 208 de 28/08/2004).

Real Decreto 1315/2005, de 4 de noviembre, por el que se establecen las bases de los sistemas de seguimiento y verificación de emisiones de gases de efecto invernadero en las instalaciones incluidas

en el ámbito de aplicación de la Ley 1/2005, de 9 de marzo, por la que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (BOE n.º 268 de 09/11/2005).

Real Decreto 1264/2005, de 21 de octubre, por el que se regula la organización y funcionamiento del Registro nacional de derechos de emisión (BOE n.º 253 de 22/10/2005).

Instrumento de Ratificación del Protocolo de Kioto al Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997 (BOE n.º 33 de 08/02/2005).

Real Decreto Ley 5/2004, de 27 de agosto, por el que se regula el régimen del comercio de derechos de emisión de gases de efecto invernadero (BOE n.º 27/08/2004).

Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial. Establece un régimen jurídico y económico de la producción eléctrica en régimen especial. Se pueden acoger a dicho régimen los productores de energía eléctrica que utilicen cogeneración en cualquiera de sus formas, energías renovables no consumibles, biomasa o biocarburantes.

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. Niveles de referencia para campos eléctricos, magnéticos y electromagnéticos.

Real Decreto 100/2011, de 28 de enero, por el que se actualiza el catálogo de actividades potencialmente contaminadoras de la atmósfera y se establecen las disposiciones básicas para su aplicación. (BOE n.º 25 de 29/01/2011).

Resolución de 14 de enero de 2008, de la Secretaría General para la Prevención de la Contaminación y el Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo de 7 de diciembre de 2007, del Consejo de Ministros, por el que se aprueba el II Programa Nacional de Reducción de Emisiones, conforme a la Directiva 2001/81/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2001, sobre techos nacionales de emisión de determinados contaminantes atmosféricos (BOE n.º 25 de 20/01/2008).

Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera (BOE n.º 275 de 16/11/2007). Establece las bases en materia de prevención, vigilancia y reducción de la contaminación atmosférica, con el fin de evitar y, cuando esto no sea posible, aminorar, los daños que de ésta puedan derivarse para las personas, el medio ambiente y demás bienes de cualquier naturaleza.

Real Decreto 508/2007, de 20 de abril, por el que se regula el suministro de información sobre emisiones del Reglamento E-PRTR y de las autorizaciones ambientales integradas (BOE n.º 96 de 21/04/2007). Establece las normas adicionales sobre el suministro de la información necesaria para cumplir con el Registro Europeo PRTR regulado en el Reglamento CE 166/2006, relativo al establecimiento de un registro europeo de emisiones o transferencias de contaminantes.

Real Decreto 430/2004, de 12 de marzo, por el que se establecen nuevas normas sobre limitación de emisiones a la atmósfera de determinados agentes contaminantes procedentes de grandes instalaciones de combustión, y se fijan ciertas condiciones para el control de las emisiones a la atmósfera de las refinerías de petróleo (BOE n1 69 de 20/03/ 2004)

Resolución de 11 de septiembre de 2003, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de 25 de julio de 2003, del Consejo de Ministros, por el que se aprueba el Programa nacional de reducción progresiva de emisiones nacionales de dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), compuestos orgánicos volátiles (COV) y amoníaco (NH<sub>3</sub>) (BOE n.º 228 de 23/09/2003).

Real Decreto 1073/2002, de 18 de octubre, sobre evaluación y gestión de la calidad del aire ambiente en relación con el dióxido de azufre, dióxido de nitrógeno, óxidos de nitrógeno, partículas, plomo, benceno y monóxido de carbono (BOE n.º 260 de 30/10/2002).

Orden de 25 de junio de 1984, sobre instalación en Centrales Térmicas de equipos de medida y registro de la emisión de contaminación a la atmósfera (BOE n.º 159 de 04/07/1984).

Orden de 18 de octubre de 1976, sobre Prevención y Corrección de la Contaminación Industrial de la Atmósfera (BOE n.º 290 de 03/12/1976).

Ley 6/2010, de 24 de marzo, de modificación del -texto refundido de la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental de proyectos, aprobado por el Real Decreto Legislativo 1/2008, de 11 de enero (BOE n.º 73 de 25/03/2010). La Evaluación del Impacto Ambiental afecta a titulares o promotores, públicos o privados, que consistan en la realización de obras, instalaciones o actividades comprendidas en el Anexo.

Los trámites que realizar son:

- Elaboración del Estudio de Impacto Ambiental (EIA).
- Presentación en la Consejería de Medio Ambiente de la Comunidad Autónoma correspondiente.
- Información pública.
- Resolución de Alegaciones, si procede.
- Declaración de favorable / no favorable de la Declaración de Impacto Ambiental (DIA).
- Establecimiento y seguimiento del Plan de Vigilancia.

Ley 16/2002, de 1 de julio, de prevención y control integrados de la contaminación (BOE n.º 157 de 02/07/2002). Establece por primera vez un enfoque integrado del procedimiento de autorización para las instalaciones afectadas, tanto públicas como privadas. Quedan fuera las instalaciones o partes de instalaciones utilizadas para la investigación, desarrollo y experimentación de nuevos productos y procesos.

El Reglamento que desarrolla esta Ley se aprobó en el Real Decreto 509/2007, de 20 de abril.

RESOLUCIÓN de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros por el que se aprueba el Plan Nacional Integrado de Residuos para el período 2008-2015 (BOE n.º 49 de 26/02/2009).

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 n.º 38 de 13/02/2008).

Real Decreto 106/2008, de 1 de febrero, sobre pilas y acumuladores y la gestión ambiental de sus residuos (BOE n.º 37 de 12/02/2008).

Real Decreto 208/2005, de 25 de febrero, sobre aparatos eléctricos y electrónicos y la gestión de sus residuos (BOE n.º 49 de 26/02/2005).

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, por el que se aprueba el Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases (BOE n.º 104 de 01/05/1998).

Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos (BOE n.º 96 de 22/04/1998). Tiene por objeto prevenir la producción de residuos, establecer el régimen jurídico de su producción y gestión y fomentar, por este orden, su reducción, su reutilización, reciclado y otras formas de valorización, así como regular los suelos contaminados, con la finalidad de proteger el Medio Ambiente y la salud de las personas.

Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, modifica el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, introduciendo un nuevo criterio para la consideración de los residuos como peligrosos y la sustitución de las tablas mediante las que se identifican y codifican los residuos peligrosos.

Ley 11/1997, de 24 de abril, de Envases y Residuos de Envases (BOE n.º 99 de 25/04/1997).

Real Decreto 833/1988, de 20 de julio, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución de la Ley 20/1986, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos (BOE n.º 182 de 30/07/1988).

Real Decreto 1367/2007, de 19 de octubre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a zonificación acústica, objetivos de calidad y emisiones acústicas (BOE n.º 254 de 23/10/2007).

Real Decreto 1513/2005, de 16 de diciembre, por el que se desarrolla la Ley 37/2003, de 17 de noviembre, del Ruido, en lo referente a la evaluación y gestión del ruido ambiental (BOE n.º 301 de 17/12/2005).

Ley 37/2003, del Ruido (BOE n.º 276 de 18/11/2003). Su objeto es prevenir, vigilar y reducir la contaminación acústica (presencia en el ambiente de ruidos o vibraciones).

Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental (BOE n.º 255 de 24/10/ 2007). Tiene por objeto regular la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños ambientales.

Real Decreto 2090/2008, de 22 de diciembre, aprueba el Reglamento de desarrollo parcial de la Ley 26/2007.

Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley 8/2007, de 28 de mayo, del Suelo (BOE n.º 154 de 26/06/2008). Plantea básicamente dos objetivos: de un lado aclarar, regularizar y armonizar la terminología y el contenido dispositivo de la Ley 8/2007, de 28 de mayo, del Suelo y el Real Decreto Legislativo 1/1992, de 26 de junio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana, y de otro, estructurar y ordenar en una única disposición general las normas sobre existentes hasta la fecha sobre el suelo.

Real Decreto 9/2005, de 14 de enero, por el que se establece la relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminados (BOE n.º 15 de 18/01/2005).

Resolución de 28 de abril de 1995, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda, por la que se dispone la publicación del acuerdo del Consejo de Ministros de 17 de febrero de 1.995, por el que se aprueba el Plan Nacional de Recuperación de Suelos Contaminados (BOE n.º 114 de 13/05/1995).

Real Decreto 228/2006, de 24 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan (BOE n.º 48 de 25/02/2006).

Modifica parcialmente el Real Decreto 1378/1999. Entre las modificaciones destaca la obligación de los poseedores de declarar la posesión de los aparatos sometidos a inventario separándolos por

grupos: los fabricados con fluidos de PCB, los que no habiéndose fabricado con fluidos de PCB hayan sido posteriormente contaminados por PCB y los que puedan contener PCB.

Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto, por el que se establecen medidas para la eliminación y gestión de los policlorobifenilos, policloroterfenilos y aparatos que los contengan (BOE n.º 206 de 28/08/1999).

Ley 19/2009, de 23 de noviembre, de medidas de fomento y agilización procesal del alquiler y de la eficiencia energética de los edificios (BOE n.º 283 de 24/11/2009).

Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias EA-01 a EA-07 (BOE n.º 279 de 19/11/2008).

Resolución de 14 de mayo de 2008, de la Secretaría General de Energía, por la que se aprueba la Guía Técnica para la medida y determinación del calor útil, de la electricidad y del ahorro de energía primaria de cogeneración de alta eficiencia (BOE n.º 152 de 24/06/2008).

Real Decreto 85/1996, de 26 de enero, por el que se establecen normas para la aplicación del Reglamento (CEE) 1836/93, del Consejo, de 29 de junio, por el que se permite que las empresas del sector industrial se adhieran con carácter voluntario a un sistema comunitario de gestión y auditoría medioambientales (EMAS) (BOE n.º 45 de 21/02/1996).

Decreto 2414/1961, de 30 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas (BOE n.º 292 de 07/12/1961).



## XI – PLANOS

---



ISLAS BALEARES,  
ESPAÑA.  
S.E.

ISLA MALLORCA,  
ESPAÑA.  
S.E.

T.M. PALMA DE MALLORCA,  
ISLA DE MALLORCA, ESPAÑA.  
S.E.



NOTAS

LEYENDA

Vallado

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			

AGE

CLIENTE:

BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:

FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:

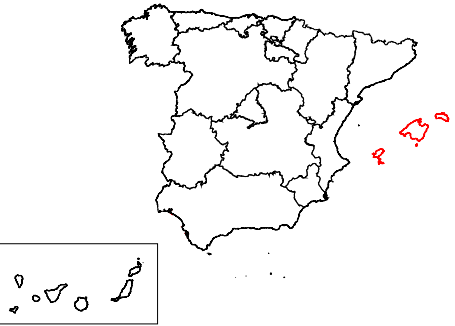
SITUACIÓN

ESCALA: 1:200.000	HOJA: 01 / 25
REVISIÓN: 00	FECHA: 19-11-2024

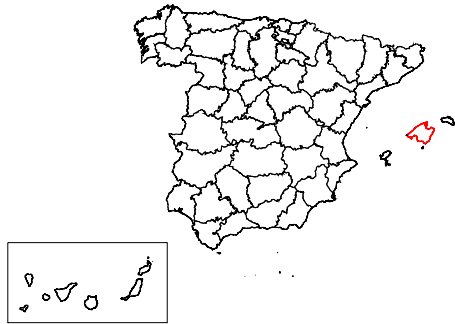
01\_Situación



ISLAS BALEARES,  
ESPAÑA.  
S.E.



ISLA MALLORCA,  
ESPAÑA.  
S.E.



T.M. PALMA DE MALLORCA,  
ISLA DE MALLORCA, ESPAÑA.  
S.E.



NOTAS

LEYENDA

Parcela Catastral

Subcampo

Barrera Vegetal

Vallado

Viales

Línea de evacuación

Punto de medida

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			

AGE

CLIENTE:

BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:

FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:

EMPLAZAMIENTO

ESCALA:

1:50.000

HOJA:

02 / 25

REVISIÓN:

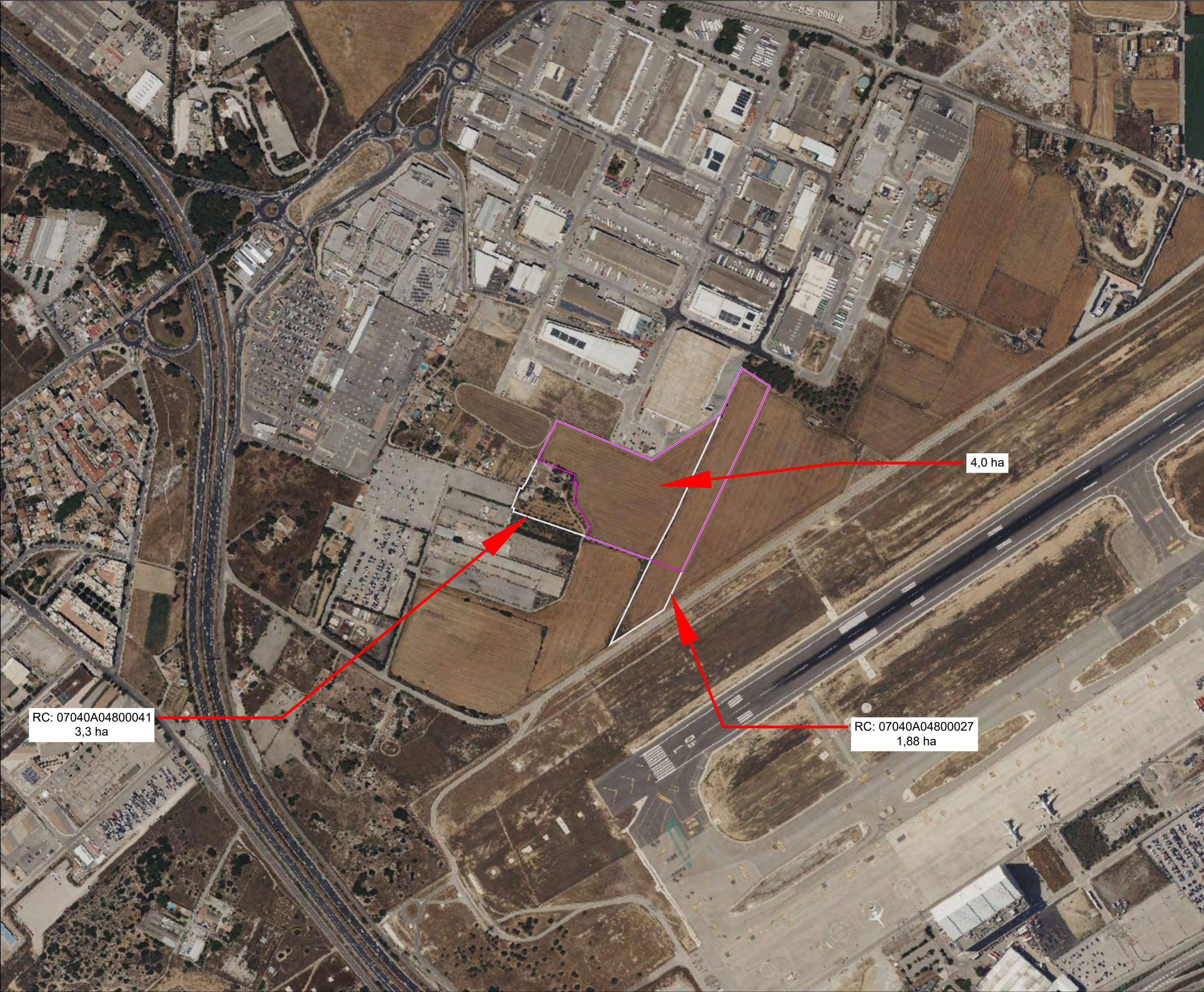
00

FECHA:

19-11-2024

02\_Emplazamiento





NOTAS

LEYENDA

Parcela Catastral

Subcampo

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			

AGE

CLIENTE:

BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:

FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:

IMPLANTACIÓN. SUBCAMPOS

ESCALA:

1:5.000

HOJA:

03 / 25

REVISIÓN:

00

FECHA:

19-11-2024

03\_Implantación.subcampos





NOTAS

LEYENDA

Parcela Catastral

Barrera Vegetal

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			

AGE

CLIENTE:

BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:

FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:

IMPLANTACIÓN. BARRERA VEGETAL

ESCALA:

1:5.000

HOJA:

04 / 25

REVISIÓN:

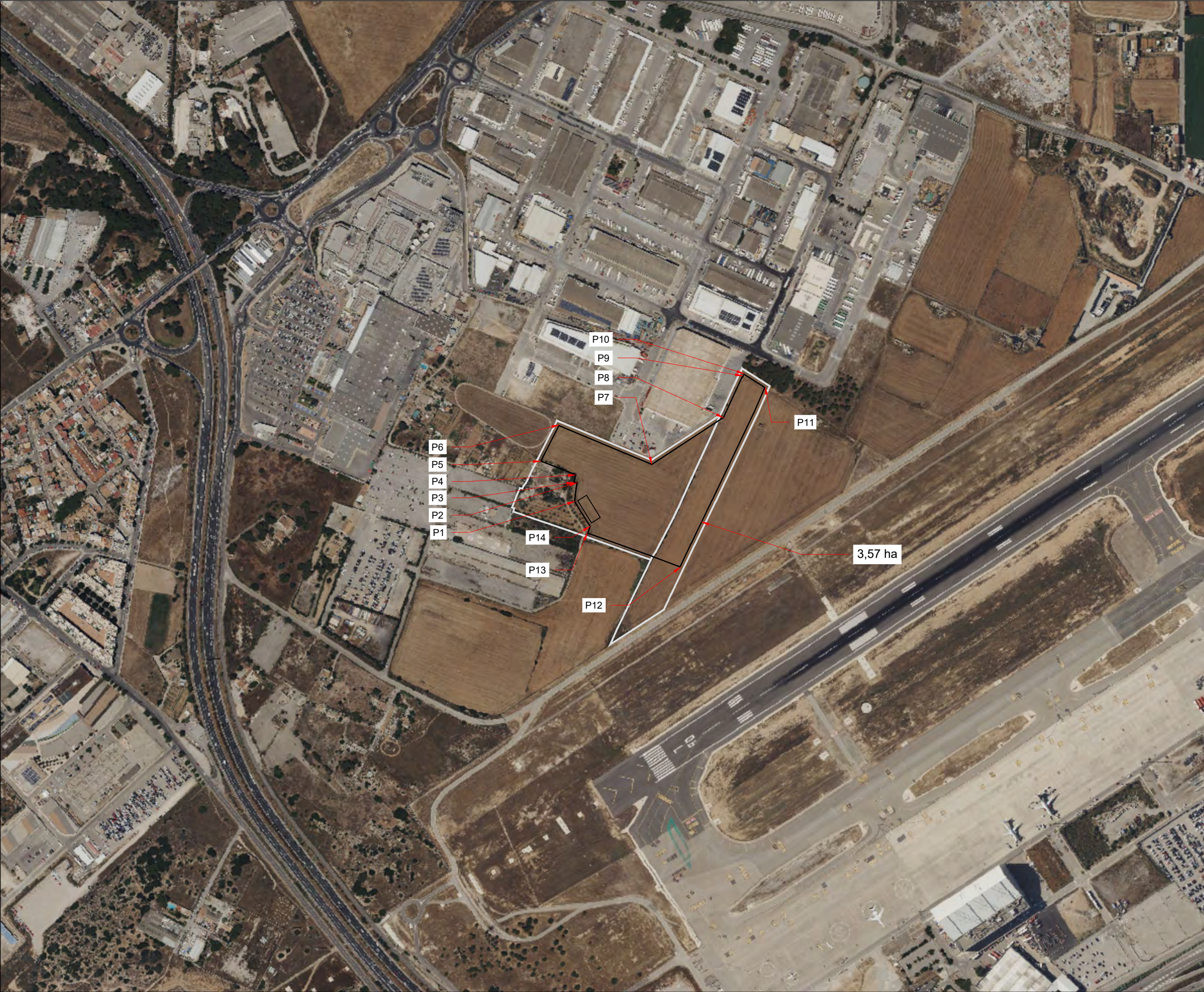
00

FECHA:

19-11-2024

04\_Implantación.barrera\_vegetal





NOTAS

COORDENAS UTM 31S		
PTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
P1	475057.00 m E	4377930.00 m N
P2	475062.00 m E	4377958.00 m N
P3	475058.00 m E	4377959.00 m N
P4	475060.00 m E	4377969.00 m N
P5	475009.00 m E	4377991.00 m N
P6	475037.00 m E	4378041.00 m N
P7	475169.00 m E	4377980.00 m N
P8	475275.00 m E	4378044.00 m N
P9	475305.00 m E	4378103.00 m N
P10	475307.00 m E	4378106.00 m N
P11	475336.00 m E	4378082.00 m N
P12	475205.00 m E	4377829.00 m N
P13	475074.00 m E	4377882.00 m N
P14	475079.00 m E	4377892.00 m N

LEYENDA

Parcela Catastral

Vallado

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			

AGE

CLIENTE:

BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:

FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:

IMPLANTACIÓN. POLIGONAL

ESCALA:

1:5.000

HOJA:

05 / 25

REVISIÓN:

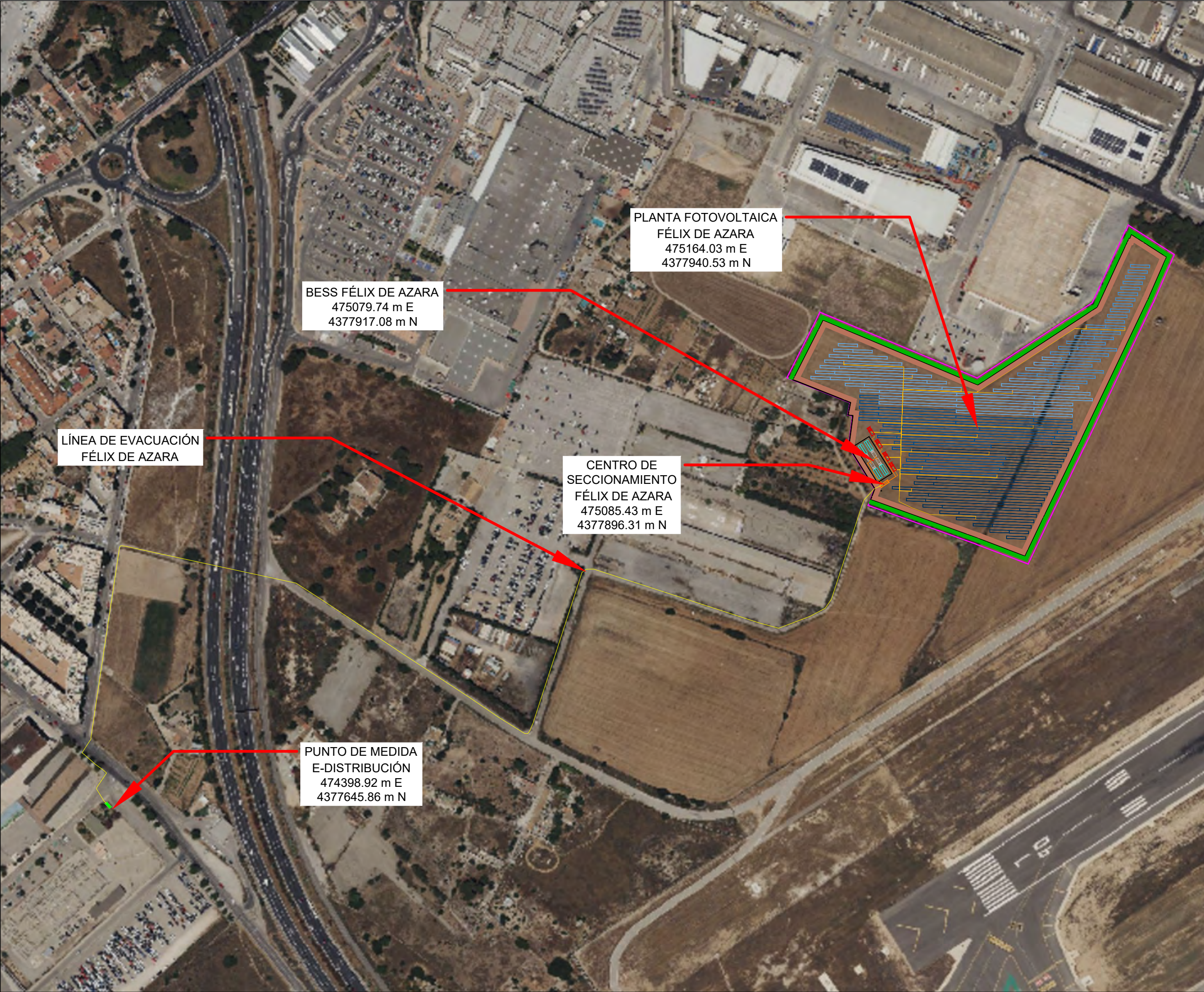
00

FECHA:

19-11-2024

05\_Implantación.polygonal





PLANTA FOTOVOLTAICA  
FÉLIX DE AZARA  
475164.03 m E  
4377940.53 m N

BESS FÉLIX DE AZARA  
475079.74 m E  
4377917.08 m N

LÍNEA DE EVACUACIÓN  
FÉLIX DE AZARA

CENTRO DE SECCIONAMIENTO  
FÉLIX DE AZARA  
475085.43 m E  
4377896.31 m N

PUNTO DE MEDIDA  
E-DISTRIBUCIÓN  
474398.92 m E  
4377645.86 m N

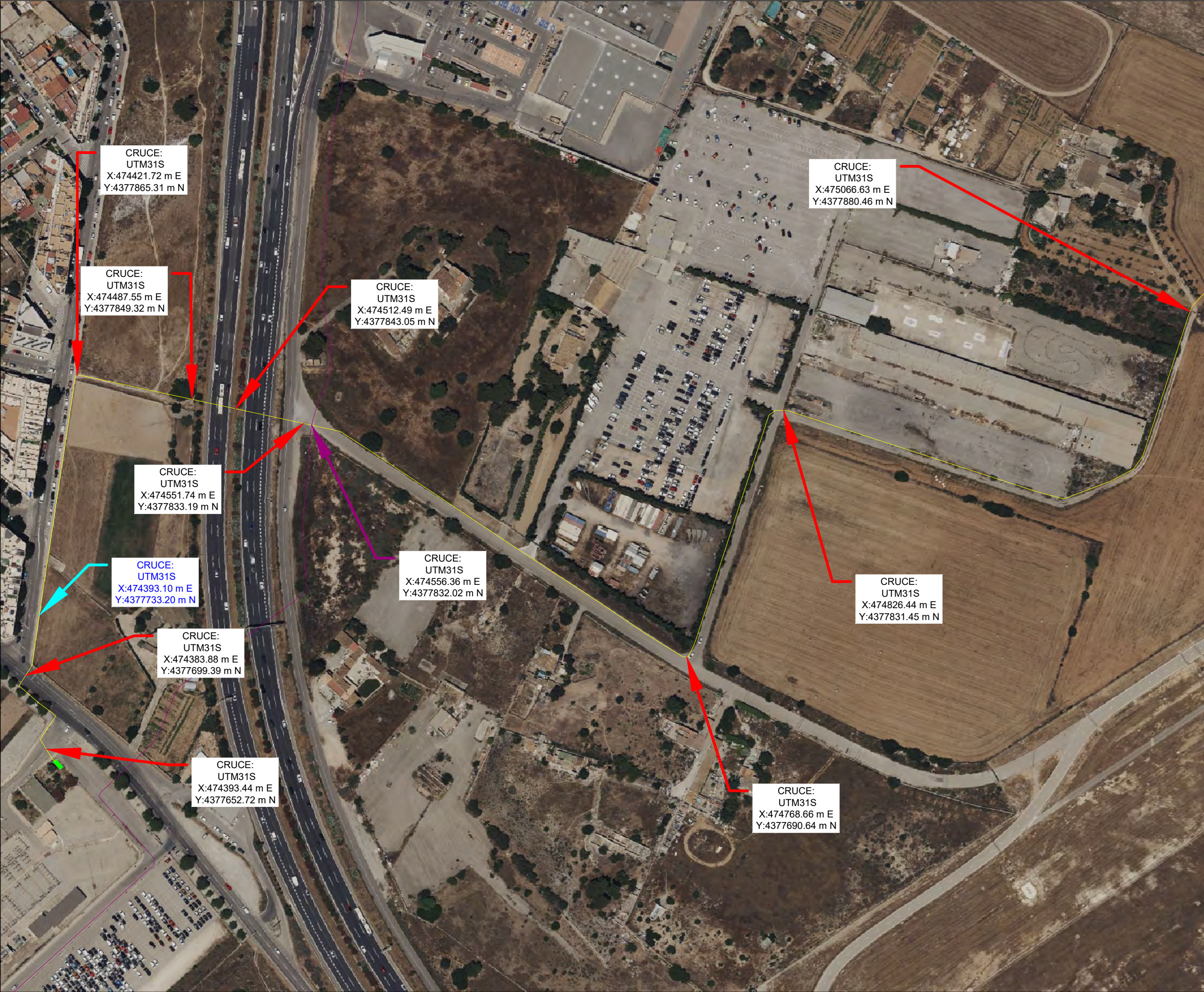
NOTAS			
<b><u>BESS+FV FÉLIX DE AZARA</u></b>			
T.M Palma de Mallorca, Isla de Mallorca, Islas Baleares, España.			
UTM 31S			
Ref. Catastral: 07040A04800041			
X: 475118.57 m E ; Y: 4377944.72 m N			
Ref. Catastral: 07040A04800027			
X: 475222.64 m E ; Y: 4377917.75 m N			
Altitud: 5 m			
Área: 5,18 ha			
Área de los Subcampos: 4,0 ha			
Área Vallada: 3,57 ha			
Potencia nominal BESS: 9600,0 kW			
Capacidad de almacenamiento: 17,88 MWh			
Contenedor de baterías: 2236,0 kWh			
Inversor BESS: 1200,0 kVA			
Trafos BESS: 2400,0 kW, 0,4/15,0kV			
Número de contenedores de baterías: 8			
Número de inversores/trafos BESS: 8			
Número de PCS: 4			
Potencia FV: 2450,0 kWn / 2882,6 kWp			
Inversor FV: 350 kVA / nº:7			
CTs FV: 0,35/0,70 MW / nº:4			
ratio DC/AC: 1,177			
LEYENDA			
<div><div><div></div>Subcampo</div><div><div></div>Barrera Vegetal</div><div><div></div>Vallado</div><div><div></div>Viales</div><div><div></div>Estación Meteorológica</div><div><div></div>Centro de Seccionamiento</div><div><div></div>Centro de Transformación (PCS)</div><div><div></div>Contenedor de baterías</div><div><div></div>Líneas de baja tensión</div><div><div></div>Líneas de media tensión</div><div><div></div>Centro de Transformación FV</div><div><div></div>Los colores indican la conexión del campo solar con cada CT</div><div><div></div>Estructuras de montaje</div><div><div></div>Línea de evacuación</div></div>			
00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			
<div><div><div>AGE</div><div></div></div></div>			
CLIENTE:			
BESS BETA 1, S.L.			
PROYECTO:			
FÉLIX DE AZARA			
DIBUJO:			
LAYOUT GENERAL			
ESCALA:		HOJA:	
1:3.000		06 / 25	
REVISIÓN:		FECHA:	
00		29-11-2024	
06_Layout_general			





NOTAS			
<b><u>BESS+FV FÉLIX DE AZARA</u></b>			
T.M Palma de Mallorca, Isla de Mallorca, Islas Baleares, España.			
UTM 31S			
Ref. Catastral:	07040A04800041		
X:	475118.57 m E ;	Y:	4377944.72 m N
Ref. Catastral:	07040A04800027		
X:	475222.64 m E ;	Y:	4377917.75 m N
Altitud:	5	m	
Área:	5,18	ha	
Área de los Subcampos:	4,0	ha	
Área Vallada:	3,57	ha	
Potencia nominal BESS: 9600,0 kW			
Capacidad de almacenamiento: 17,88 MWh			
Contenedor de baterías: 2236,0 kWh			
Inversor BESS: 1200,0 kVA			
Trafos BESS: 2400,0 kW, 0,4/15,0kV			
Número de contenedores de baterías: 8			
Número de inversores/trafos BESS: 8			
Número de PCS: 4			
Potencia FV: 2450,0 kWn / 2882,6 kWp			
Inversor FV: 350 kVA / nº:7			
CTs FV: 0,35/0,70 MW / nº:4			
ratio DC/AC: 1,177			
LEYENDA			
<div><div><div></div>Subcampo</div><div><div></div>Barrera Vegetal</div><div><div></div>Vallado</div><div><div></div>Viales</div><div><div></div>Estación Meteorológica</div><div><div></div>Centro de Seccionamiento</div><div><div></div>Centro de Transformación (PCS)</div><div><div></div>Contenedor de baterías</div><div><div></div>Líneas de baja tensión</div><div><div></div>Líneas de media tensión</div><div><div></div>Centro de Transformación FV</div><div><div></div>Los colores indican la conexión del campo solar con cada CT</div><div><div></div>Estructuras de montaje</div><div><div></div>Línea de evacuación</div></div>			
00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			
<div><div><div><div>AGE</div><div></div></div></div></div>			
CLIENTE:			
BESS BETA 1, S.L.			
PROYECTO:			
FÉLIX DE AZARA			
DIBUJO:			
LAYOUT BESS+FV			
ESCALA:		HOJA:	
1:1.500		07 / 25	
REVISIÓN:		FECHA:	
00		29-11-2024	
07_Layout_BESS+FV			





NOTAS

LEYENDA

CRUCE:  
UTM31S  
X:474421.72 m E  
Y:4377865.31 m N

CRUCE:  
UTM31S  
X:474487.55 m E  
Y:4377849.32 m N

CRUCE:  
UTM31S  
X:474512.49 m E  
Y:4377843.05 m N

CRUCE:  
UTM31S  
X:474551.74 m E  
Y:4377833.19 m N

CRUCE:  
UTM31S  
X:474393.10 m E  
Y:4377733.20 m N

CRUCE:  
UTM31S  
X:474383.88 m E  
Y:4377699.39 m N

CRUCE:  
UTM31S  
X:474393.44 m E  
Y:4377652.72 m N

CRUCE:  
UTM31S  
X:475066.63 m E  
Y:4377880.46 m N

CRUCE:  
UTM31S  
X:474826.44 m E  
Y:4377831.45 m N

CRUCE:  
UTM31S  
X:474556.36 m E  
Y:4377832.02 m N

CRUCE:  
UTM31S  
X:474768.66 m E  
Y:4377690.64 m N

CRuces

Cruce con tubería de agua

Cruce con tubería de gas

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			

AGE

CLIENTE:

BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:

FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:

CRUCES LÍNEA DE EVACUACIÓN

ESCALA:  
1:2.000

HOJA:  
08 / 25

REVISIÓN:  
00

FECHA:  
19-11-2024

08\_Cruces\_Línea





NOTAS

LEYENDA

Parcela Catastral

Subcampo

Barrera Vegetal

Vallado

Viales

Camino de acceso a la planta

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			

AGE

CLIENTE:

BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:

FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:

ACCESO A LA PLANTA

ESCALA:	HOJA:
1:5.000	09 / 25
REVISIÓN:	FECHA:
00	19-11-2024

09\_Acceso





NOTAS

LEYENDA

Subcampo

Barrera Vegetal

Vallado

Viales

Estación Meteorológica

Centro de Seccionamiento

Centro de Transformación (PCS)

Contenedor de baterías

Centro de Transformación FV

Colores->conexión del campo solar con CT

Estructuras de montaje

Camino de acceso a la planta

Cámara térmica 13mm

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			

AGE

CLIENTE:

BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:

FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:

VIDEOVIGILANCIA (CCTV)

ESCALA:

1:1.500

HOJA:

10 / 25

REVISIÓN:

00

FECHA:

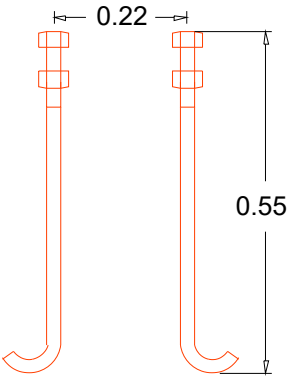
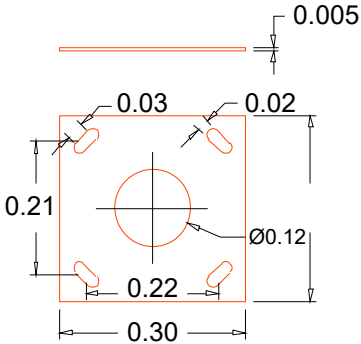
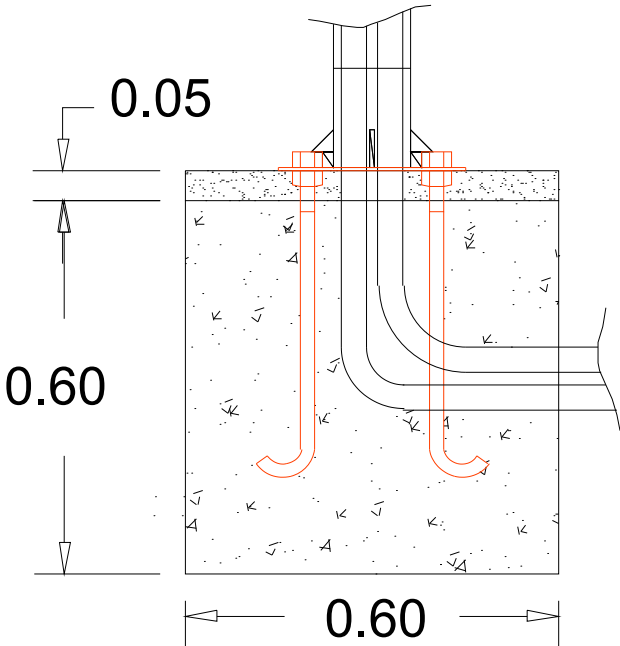
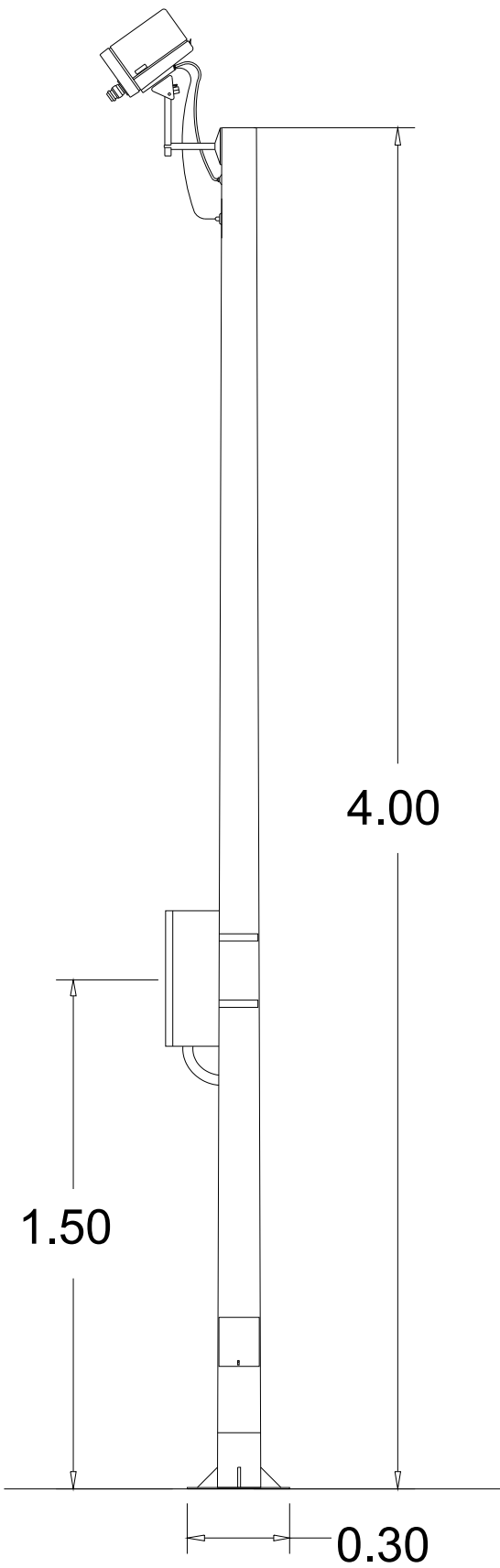
19-11-2024

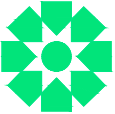
10\_Videovigilancia\_CCTV

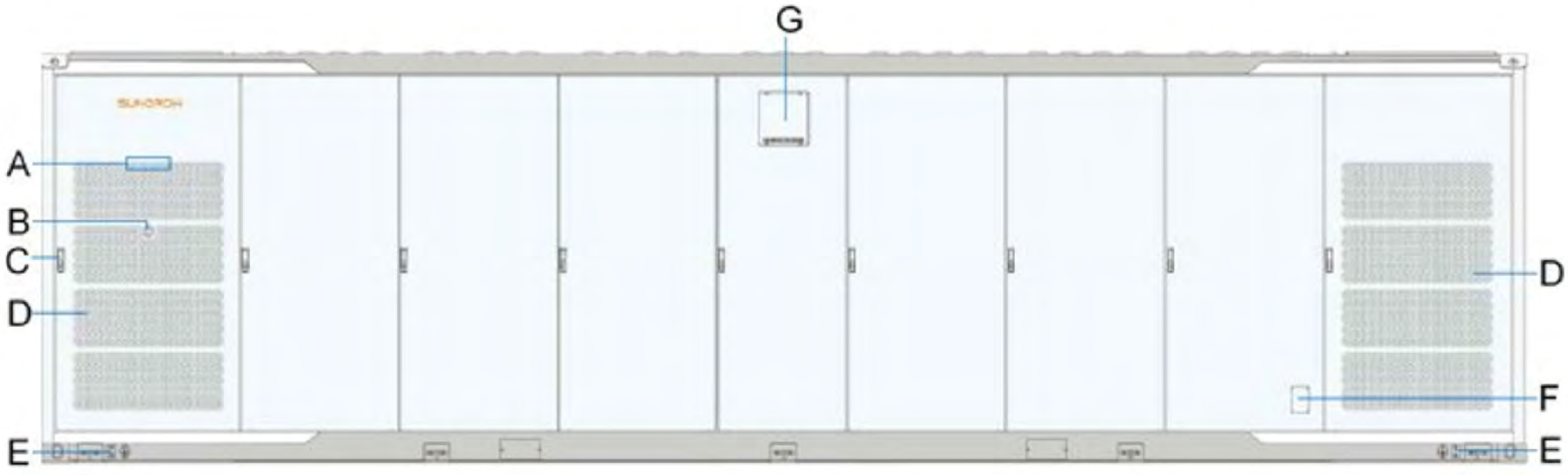


IAV-17

CAMARA CON SOPORTE FIJO INSTALADA-V-D-  
Z-CLASE-NORMA-f-F-ACCIONAMIENTO



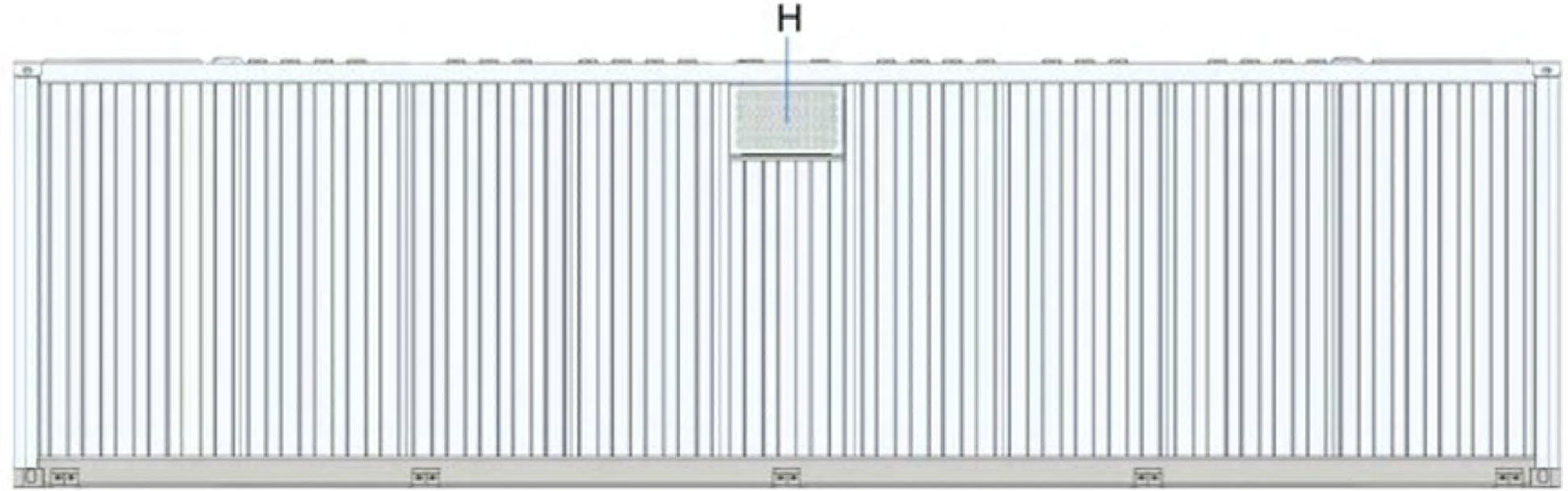
NOTAS			
LEYENDA			
00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			
<div><div>AGE</div><div></div></div>			
CLIENTE:			
BESS BETA 1, S.L.			
PROYECTO:			
FÉLIX DE AZARA			
DIBUJO:			
BÁCULOS PARA CÁMARAS VIDEOVIGILANCIA (CCTV)			
ESCALA:	S.E.	HOJA:	11 / 25
REVISIÓN:	00	FECHA:	19-11-2024
11_Báculos_CCTV			



Front



Left



Rear



Right

NOTAS

MODELO DEL CONTENEDOR DE BATERÍAS:

SUNTERA JKE-5015K-2H-LAA 5,01 MWh

LARGO: 6,058 m

ANCHO: 2,438 m

ALTO: 2,896 m

PESO: 42.000 kg

LEYENDA

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			

AGE

CLIENTE:

BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:

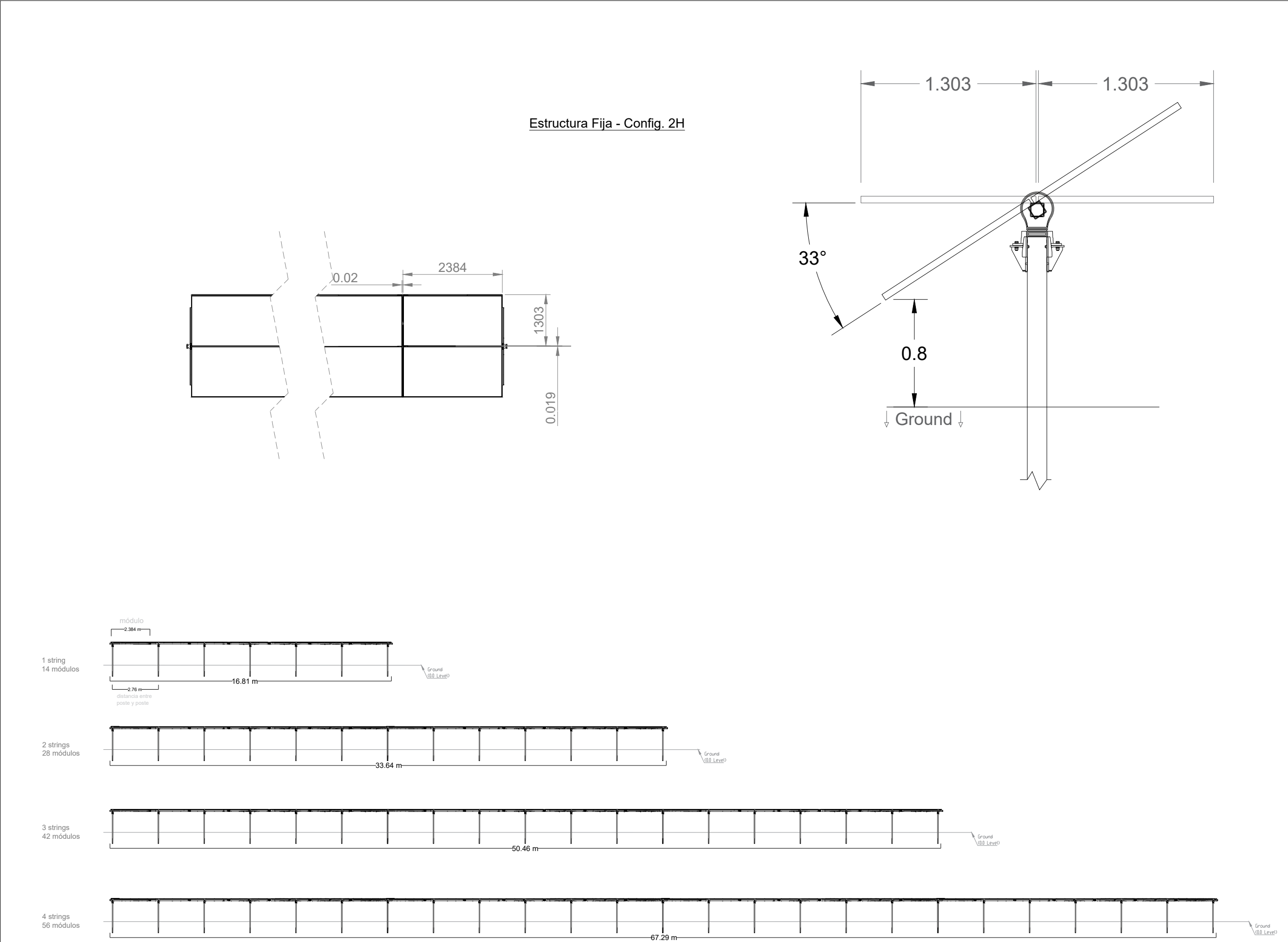
FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:

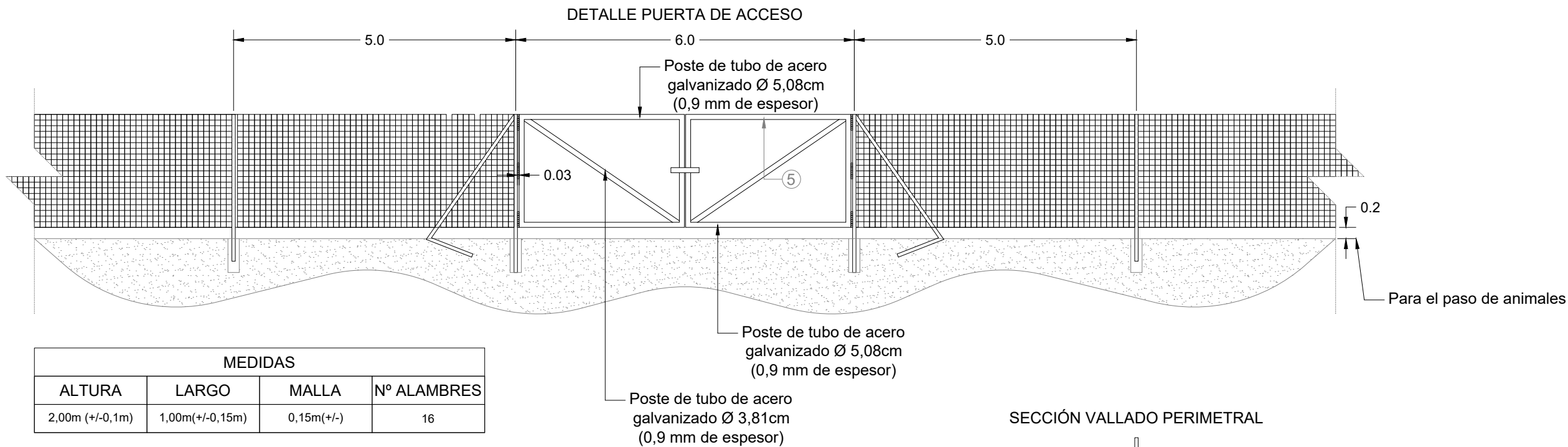
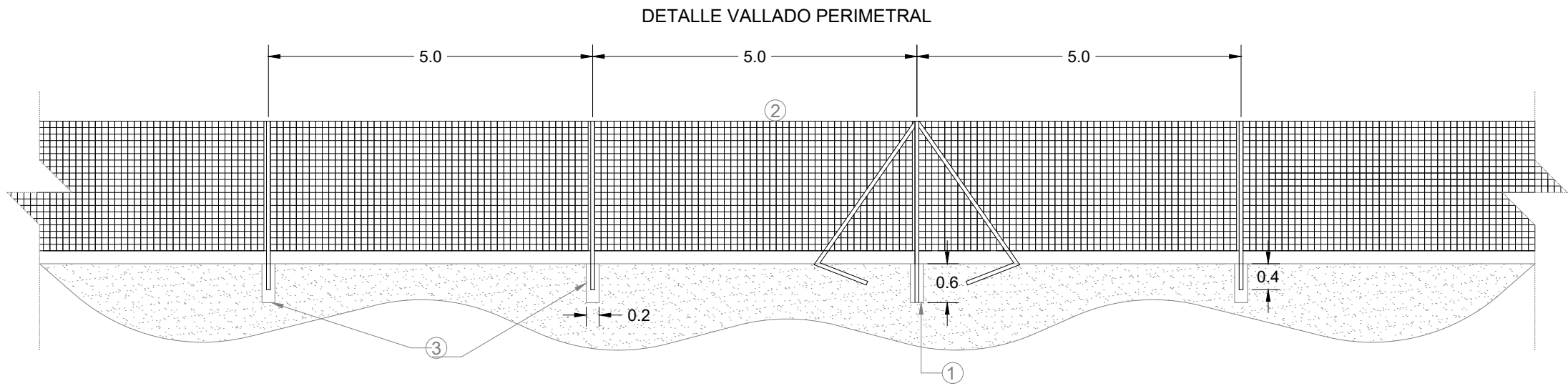
CONTENEDORES DE BATERÍAS

ESCALA: S.E.	HOJA: 12 / 25
REVISIÓN: 00	FECHA: 19-11-2024

12\_Contenedores\_baterías



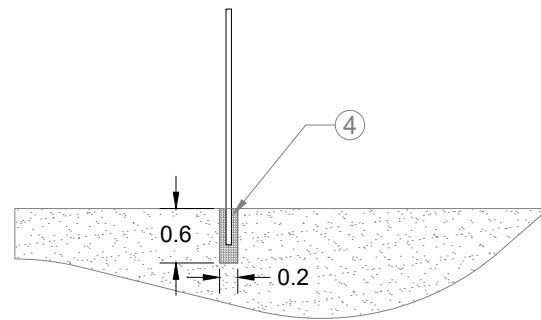
NOTAS			
LEYENDA			
00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			
<div><div>AGE</div><div></div></div>			
CLIENTE:			
BESS BETA 1, S.L.			
PROYECTO:			
FÉLIX DE AZARA			
DIBUJO:			
ESTRUCTURAS MONTAJE PLACAS FOTOVOLTAICAS			
ESCALA:		HOJA:	
S.E.		13 / 25	
REVISIÓN:		FECHA:	
00		19-11-2024	
13_Estructuras_PFV			



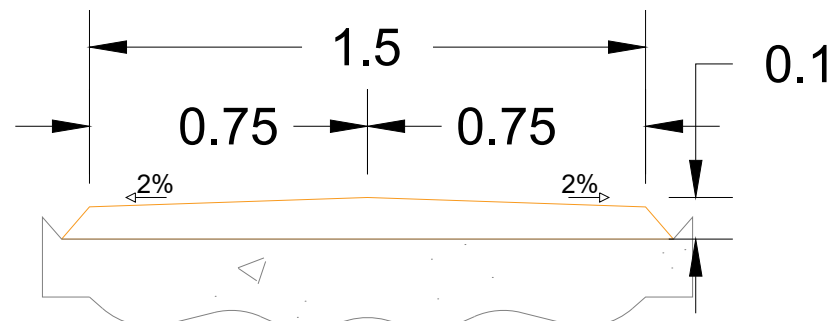
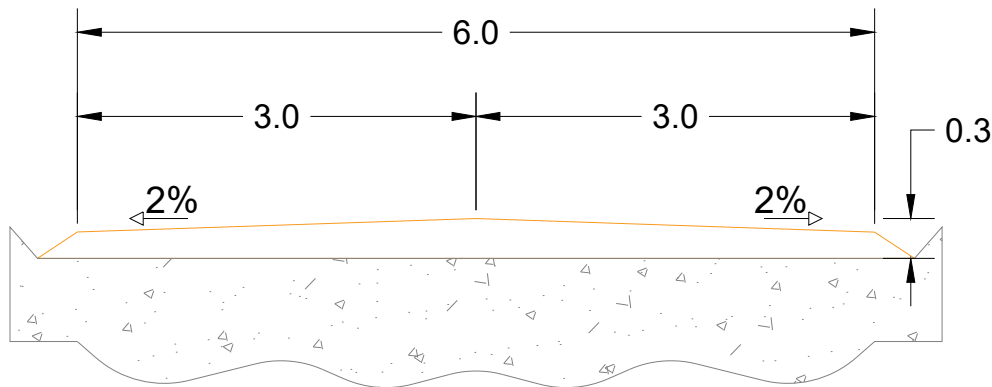
MEDIDAS			
ALTURA	LARGO	MALLA	Nº ALAMBRES
2,00m (+/-0,1m)	1,00m(+/-0,15m)	0,15m(+/-)	16

MEDIDAS			
ALAMBRES	DIAMETRO	CARGA ROTURA	RECUBRIMIENTO
Extremos	2,30mm(+/-0,05mm)	700/900(MPa)	45grs/m2 (minimo)
Horizontales	1,80mm(+/-0,04mm)	700/900(MPa)	45grs/m2 (minimo)
Verticales	1,80mm(+/-0,04mm)	400/550(MPa)	45grs/m2 (minimo)

SECCIÓN VALLADO PERIMETRAL



SECCIÓN CAMINOS



NOTAS

LEYENDA

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			



CLIENTE:

BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:

FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:

VALLADO PERIMETRAL

ESCALA:

S.E.

HOJA:

14 / 25

REVISIÓN:

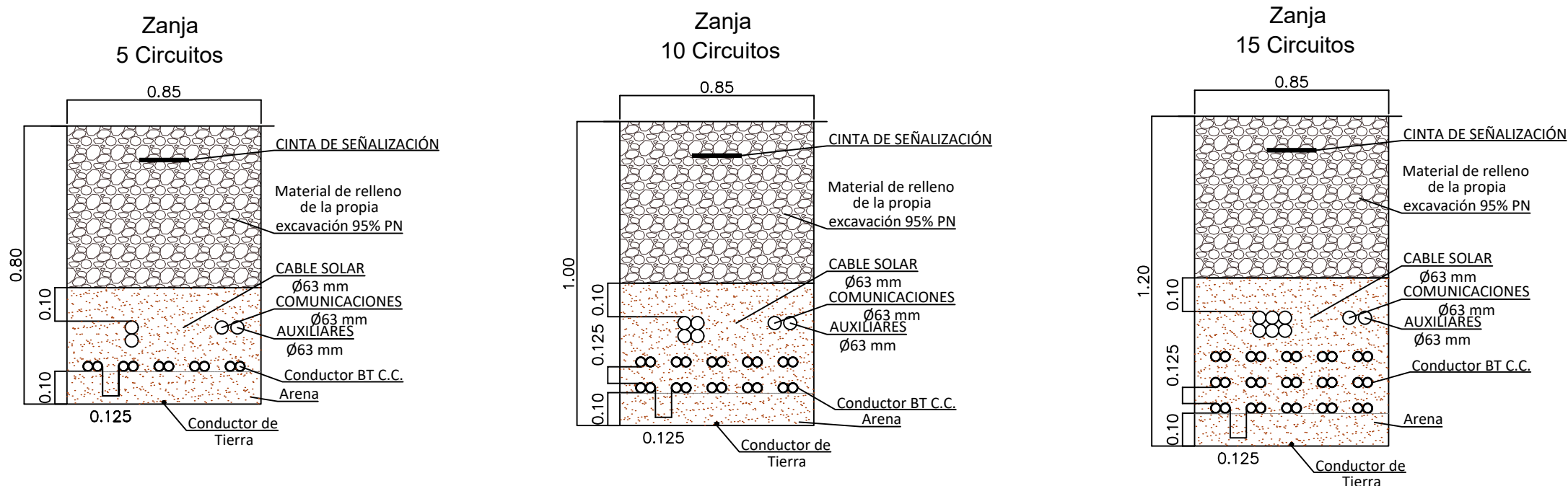
00

FECHA:

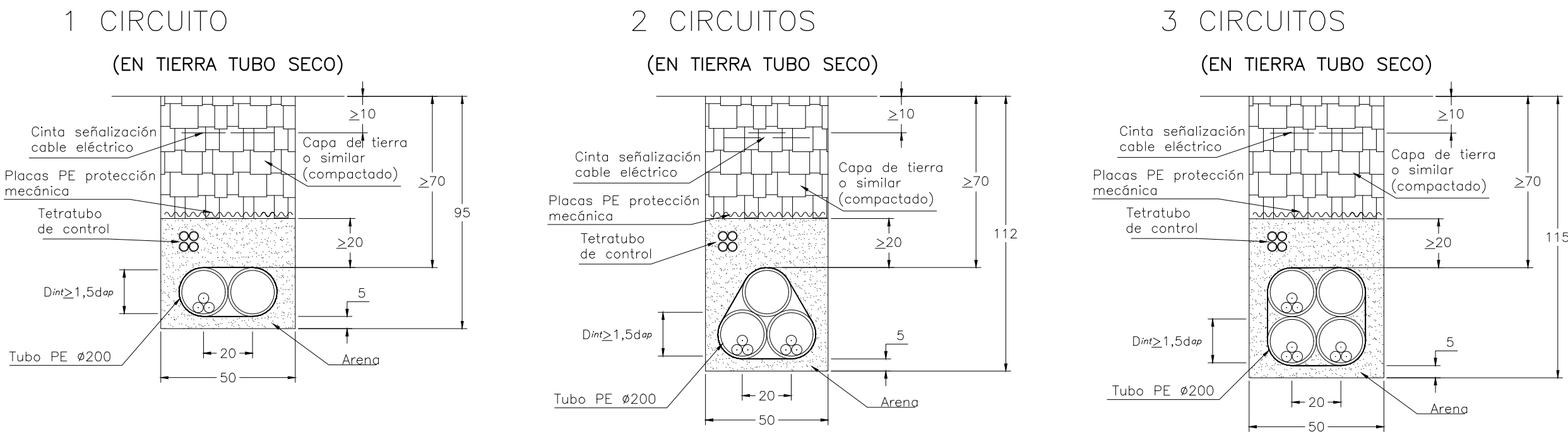
19-11-2024

14\_Vallado\_perimetral

SECCIONES ZANJA TIPO BAJA TENSION EN TERRENO



SECCIONES ZANJA TIPO MEDIA TENSION EN TERRENO



NOTAS

LEYENDA

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			



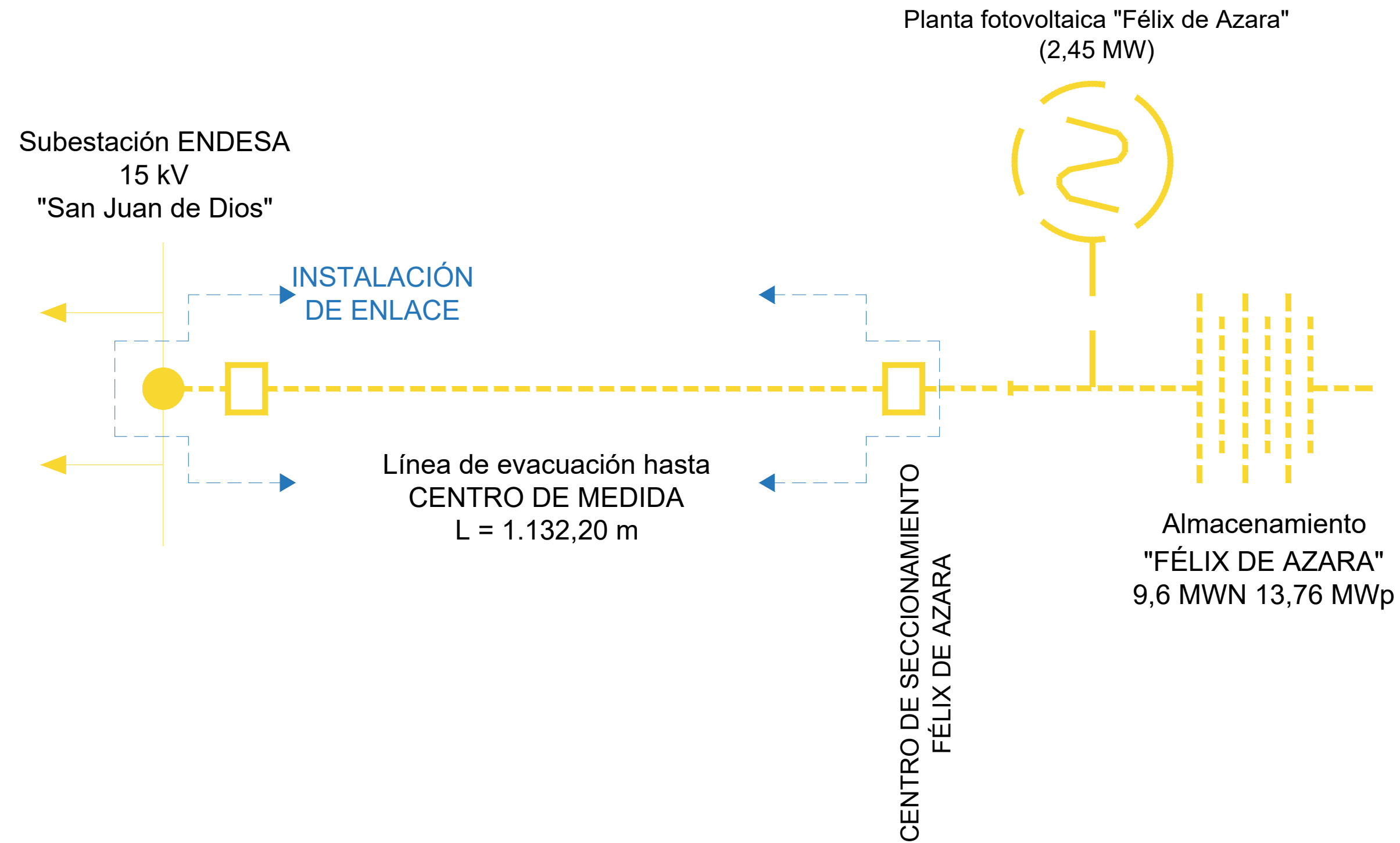
CLIENTE:  
BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:  
FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:  
ZANJAS BT Y MT

ESCALA: S.E.	HOJA: 15 / 25
REVISIÓN: 00	FECHA: 19-11-2024





NOTAS

LEYENDA

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			

**AGE**



CLIENTE:

BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:

FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:

ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO

ESCALA:

S.E.

HOJA:

16 / 25

REVISIÓN:

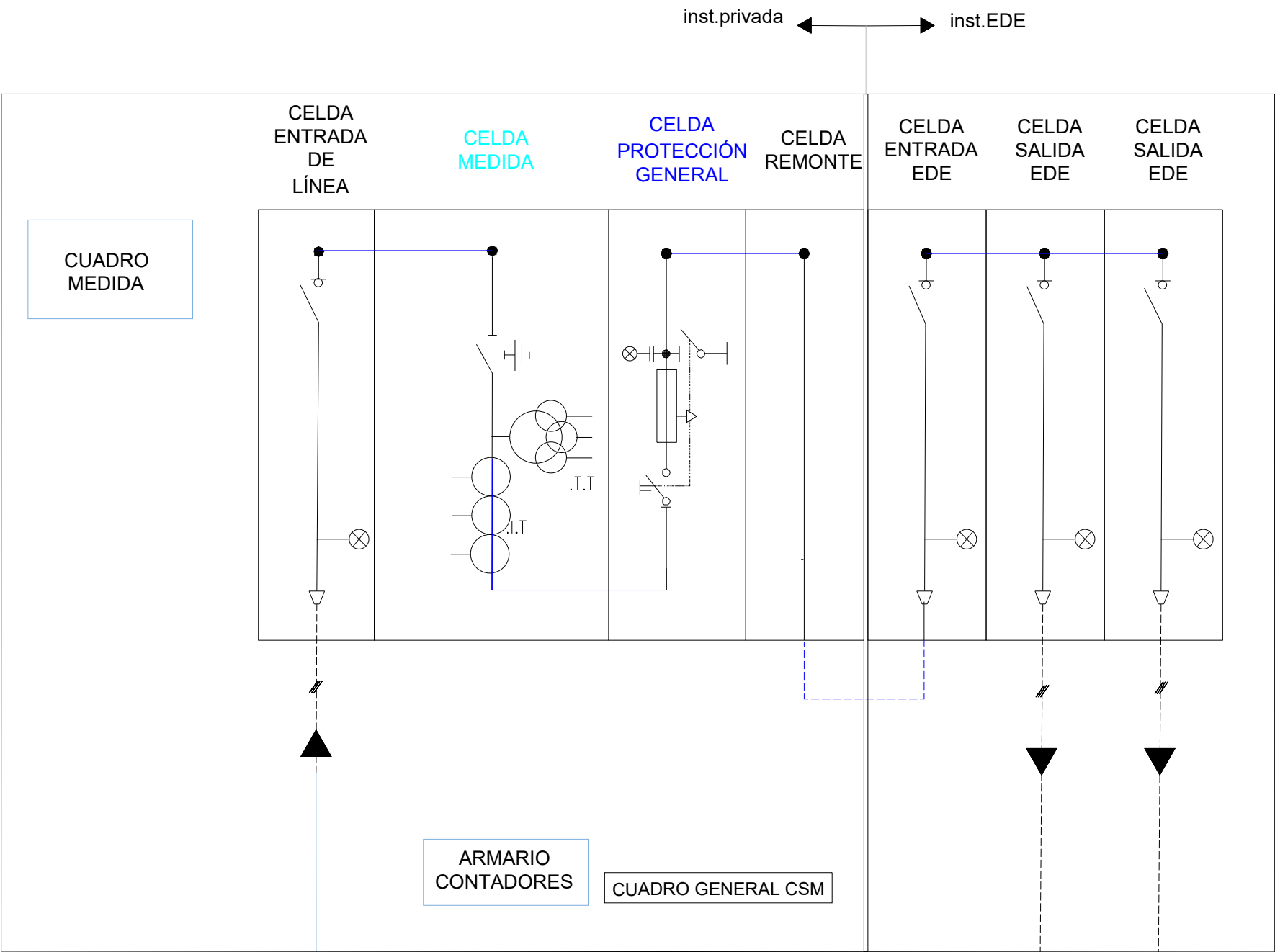
00

FECHA:

19-11-2024

16\_Unifilar\_simplificado

15.0 kV CENTRO DE MEDIDA - PUNTO DE CONEXIÓN CON "e-Distribución"



Linea  
CS Félix de Azara  
a  
CSM e-Distribución  
3x(1x400mm2) : 1132m

NOTAS

CARACTERÍSTICAS DE CM: 15.0 kV  
Número de líneas de salida: 2 (EDE)  
Número de líneas de entrada: 2 (1 de EDE)  
Configuración de las celdas de MT: simple barra  
Tensión más elevada de la red: 17.5 kV  
Tensión soportada a impulso tipo rayo: 95.0 kV  
Intensidad de cortocircuito trifásico: 25.0 kA

LEYENDA

- Interruptor-Seccionador
- Fusible
- Sensor de Tensión
- Trifásica
- Transformador de Tensión
- Transformador de Intensidad

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			



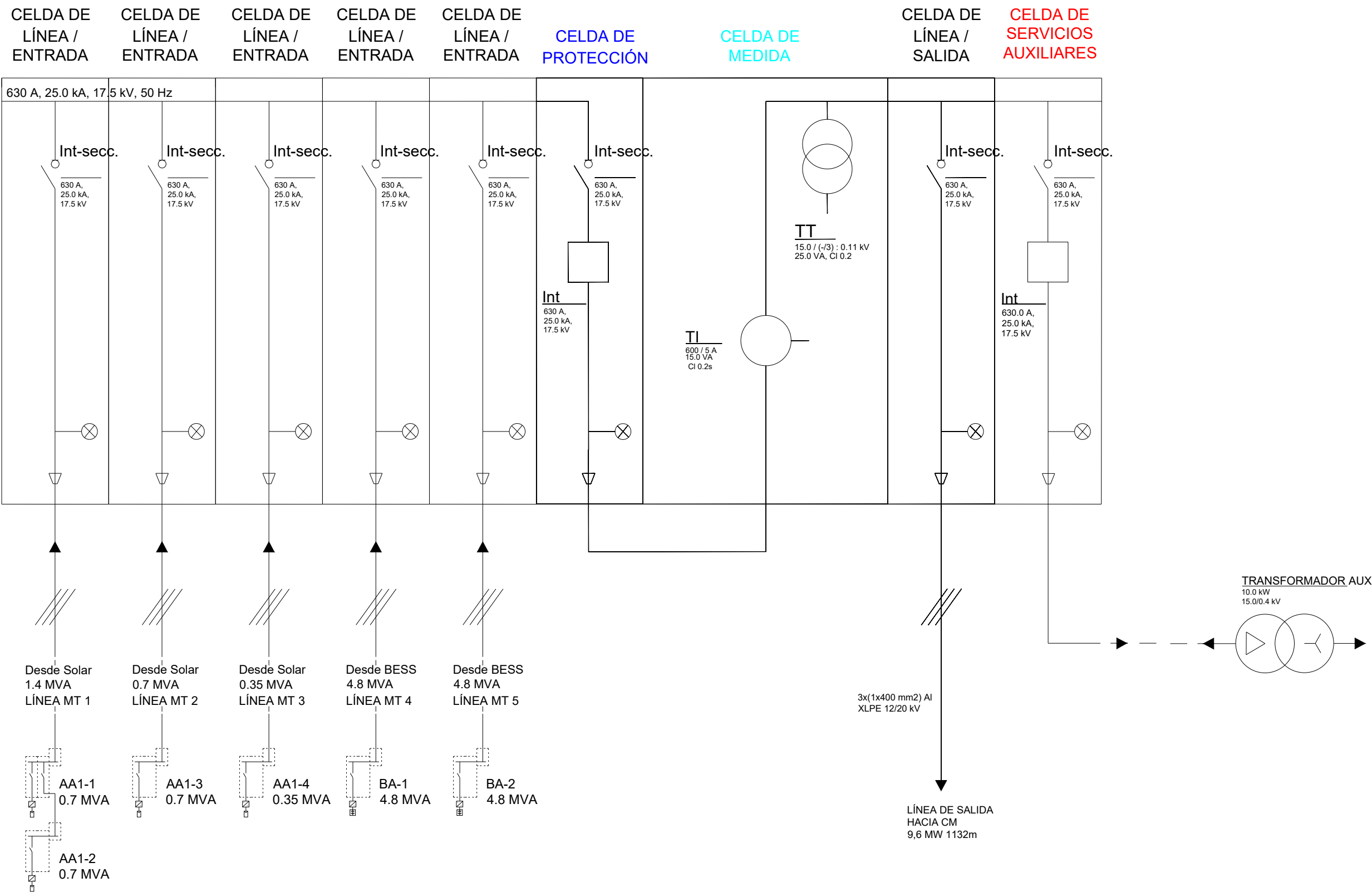
CLIENTE:  
BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:  
FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:  
ESQUEMA UNIFILAR GENERAL  
CENTRO DE MEDIDA EDE

ESCALA: S.E.	HOJA: 17 / 25
REVISIÓN: 00	FECHA: 19-11-2024

# 15.0 kV CENTRO DE SECCIONAMIENTO "FÉLIX DE AZARA"



## NOTAS

Potencia nominal BESS: 9600,0 kW  
Capacidad de almacenamiento: 13,76 MWh  
Horas de funcionamiento: 1,43  
Contenedor de baterías: 3,44 kWh  
Inversor BESS: 2475,0 kVA  
Trafos BESS: 2400,0 kW, 0,4/15,0kV  
Número de contenedores de baterías: 4  
Número de inversores/trafos BESS: 4  
Número de PCS: 2  
Potencia aparente BESS: 9900,0 kVA  
Factor de potencia (inversor del almacenamiento): 0.970  
Potencia FV: 2450,0 kWn / 2882,6 kWp  
Inversor FV: 350 kVA / n°:7  
CTs FV: 0,35/0,70 MW / n°:4  
ratio DC/AC: 1,177

CARACTERÍSTICAS DE CS: 15.0 kV  
Número de líneas de salida: 1  
Número de líneas de entrada: 5  
Configuración de las celdas de MT: simple barra  
Tensión más elevada de la red: 17.5 kV  
Tensión soportada a impulso tipo rayo: 95.0 kV  
Intensidad de cortocircuito trifásico: 25.0 kA

## LEYENDA

- Interruptor
- Transformador de Intensidad
- Interruptor-Seccionador
- Fusible
- Sensor de Tensión
- Trifásica
- Transformador de Potencia
- Transformador de Tensión

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			



CLIENTE:

BESS BETA 1, S.L.

PROYECTO:

FÉLIX DE AZARA

DIBUJO:

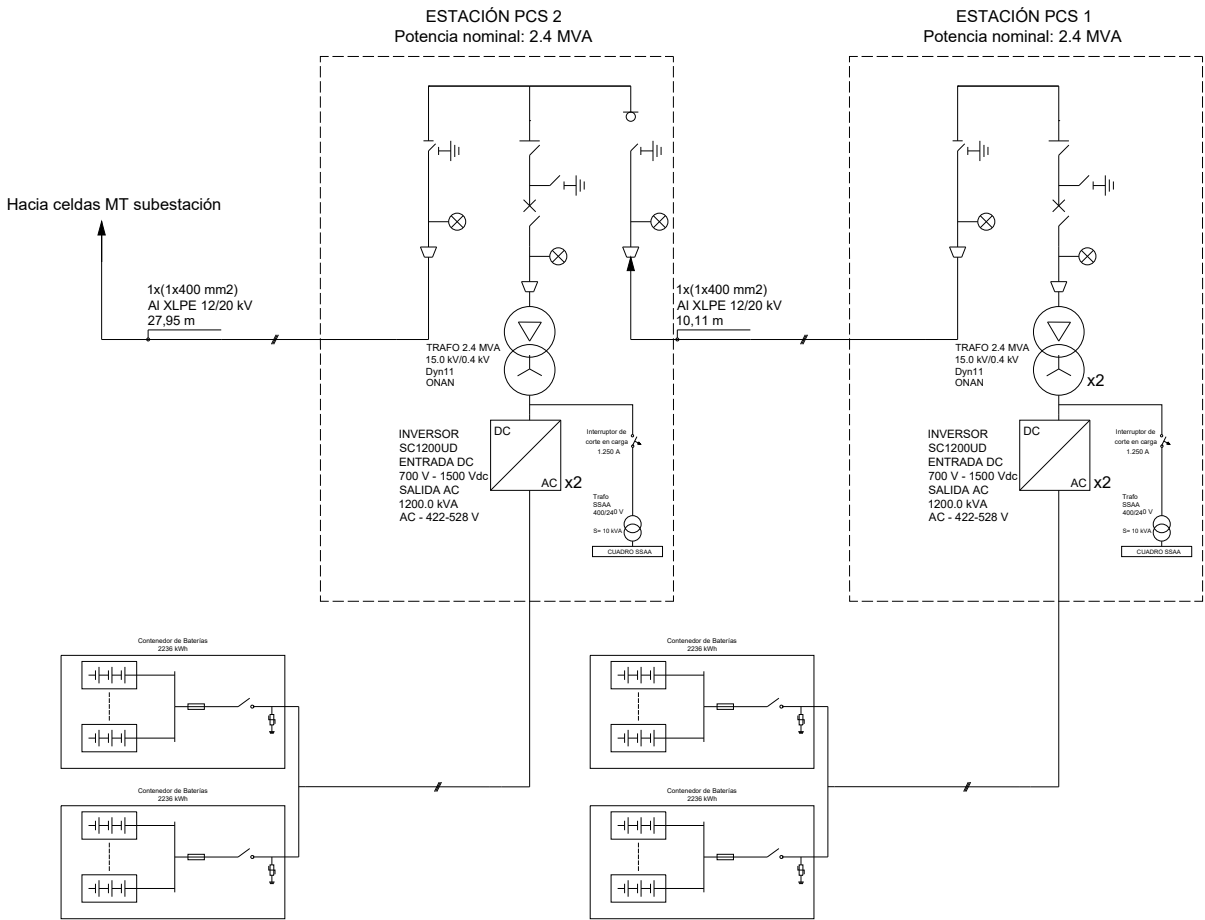
ESQUEMA UNIFILAR GENERAL  
CENTRO DE SECCIONAMIENTO DE PLANTA

ESCALA:	HOJA:
S.E.	18 / 25
REVISIÓN:	FECHA:
00	19-11-2024

18\_Unifilar\_general\_CS\_planta

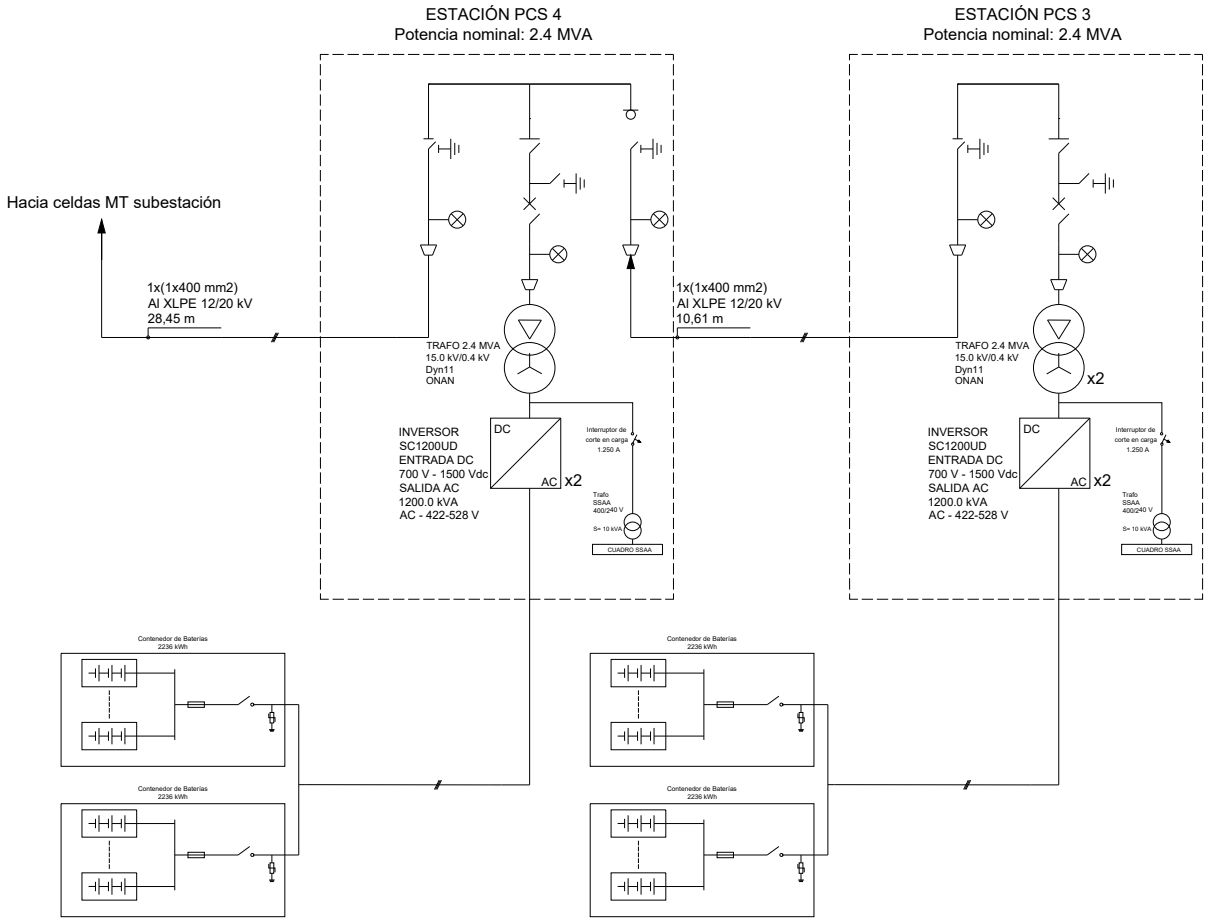
BA-2 (LÍNEA MT 2)

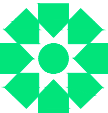
BA-1 (LÍNEA MT 1)



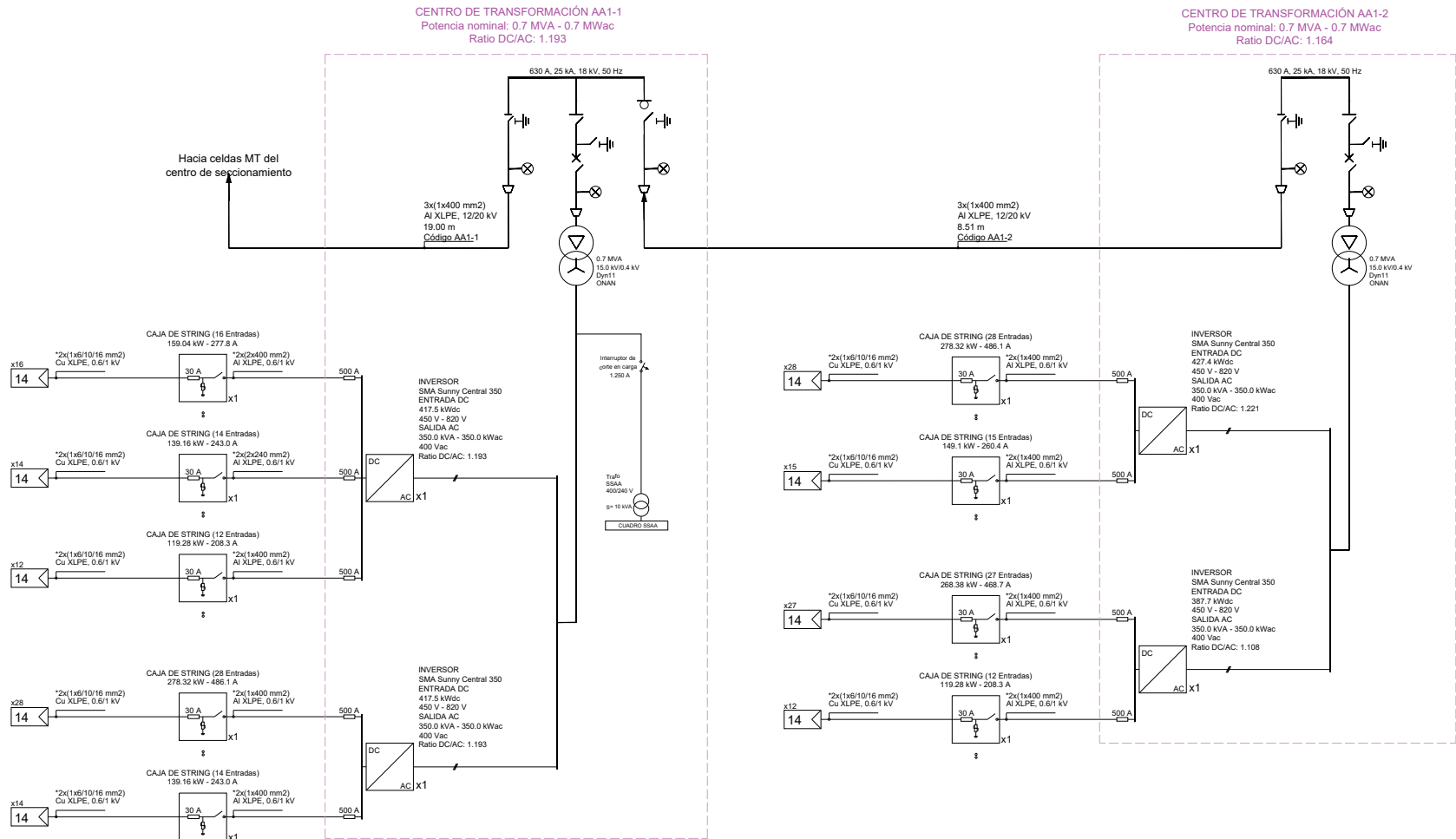
BA-4 (LÍNEA MT 4)

BA-3 (LÍNEA MT 3)

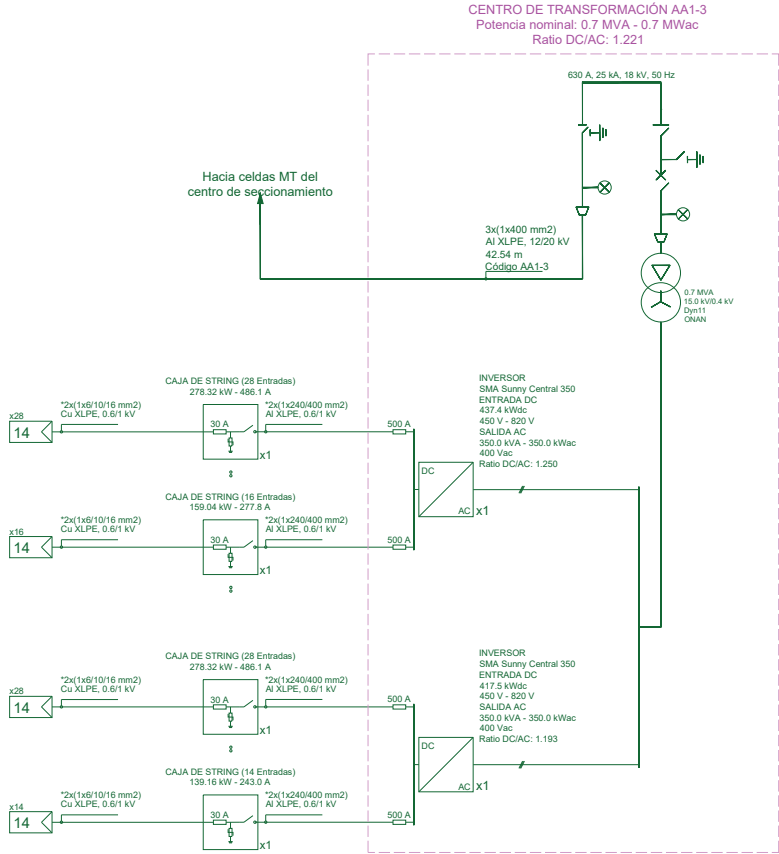


NOTAS			
LEYENDA			
00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			
<div>AGE</div>			
CLIENTE:			
BESS BETA 1, S.L.			
PROYECTO:			
FÉLIX DE AZARA			
DIBUJO:			
ESQUEMA UNIFILAR GENERAL BESS			
ESCALA: S.E.		HOJA: 19 / 25	
REVISIÓN: 00		FECHA: 19-11-2024	
19_Unifilar_general_BESS			

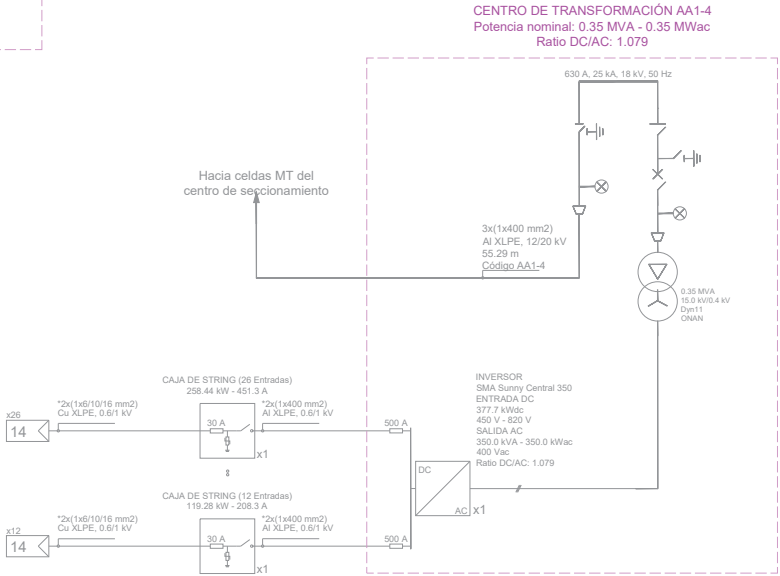
AA1-AA2 (LÍNEA MT 1)



AA3 (LÍNEA MT 2)



AA4 (LÍNEA MT 3)



NOTAS

Potencia nominal BESS: 9600,0 kW  
Capacidad de almacenamiento: 13,76 MWh  
Horas de funcionamiento: 1,43  
Contenedor de baterías: 3,44 kWh  
Inversor BESS: 2475,0 kVA  
Trafos BESS: 2400,0 kW, 0,4/15,0kV  
Número de contenedores de baterías: 4  
Número de inversores/trafos BESS: 4  
Número de PCS: 2  
Potencia aparente BESS: 9900,0 kVA  
Factor de potencia (inversor del almacenamiento): 0.970  
Potencia FV: 2450,0 kWn / 2882,6 kWp  
Inversor FV: 350 kVA / n°:7  
CTs FV: 0,35/0,70 MW / n°:4  
ratio DC/AC: 1,177

LEYENDA

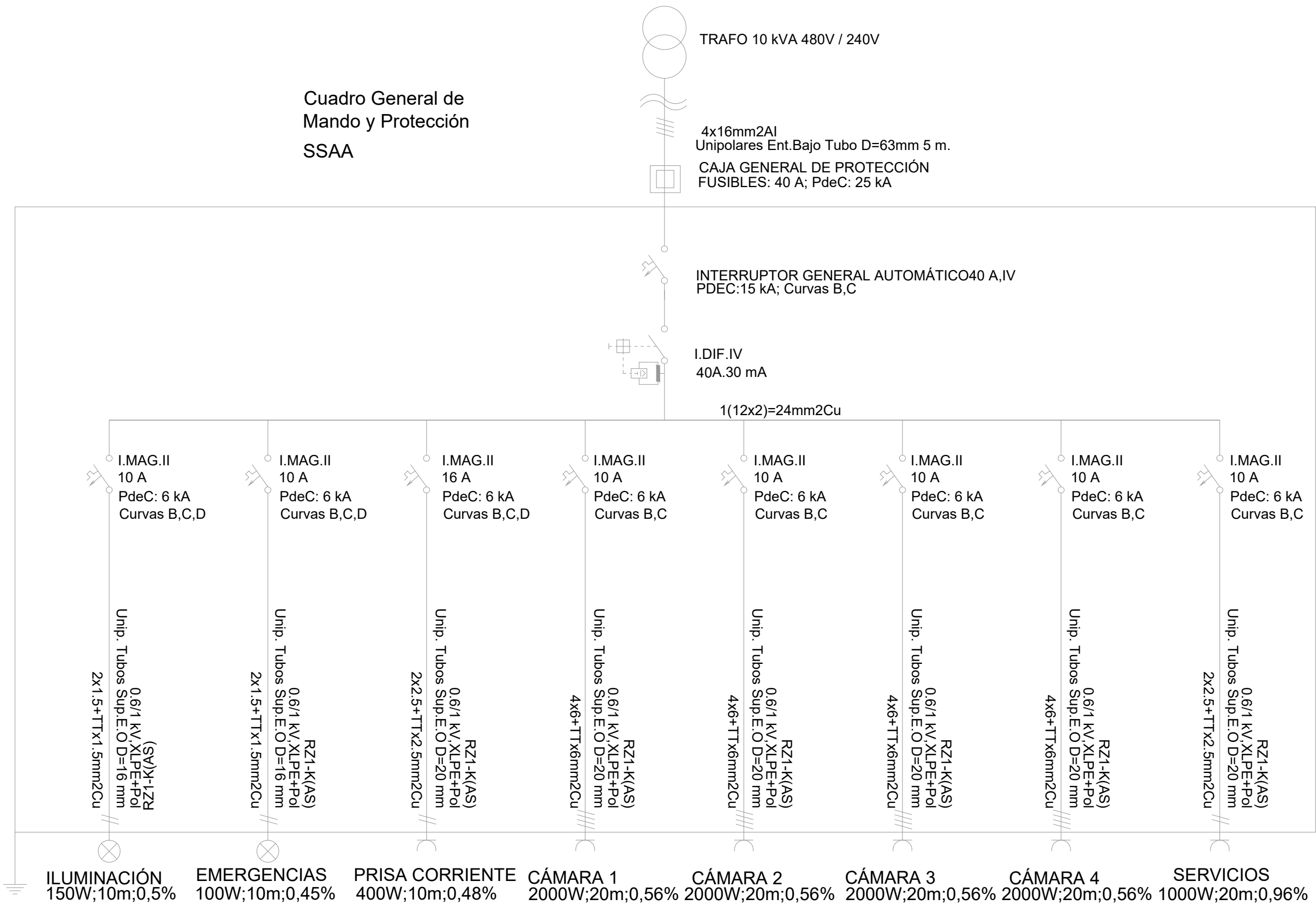
- Celdas de entrada
- Detector de tensión
- Seccionador de puesta a tierra
- Seccionador bajo carga
- Interruptor en vacío
- Transformador
- Inversor
- Fusible
- Descargador de sobre tensiones
- String de 14 módulos conectados a la string box

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			



CLIENTE:		BESS BETA 1, S.L.	
PROYECTO:		FÉLIX DE AZARA	
DIBUJO:		ESQUEMA UNIFILAR GENERAL PLANTA FOTOVOLTAICA	
ESCALA:	S.E.	HOJA:	20 / 25
REVISIÓN:	00	FECHA:	19-11-2024
20_Unifilar_general_PFV			





**NOTAS**

Potencia nominal BESS: 9600,0 kW  
Capacidad de almacenamiento: 13,76 MWh  
Horas de funcionamiento: 1,43  
Contenedor de baterías: 3,44 kWh  
Inversor BESS: 2475,0 kVA  
Trafos BESS: 2400,0 kW, 0,4/15,0kV  
Número de contenedores de baterías: 4  
Número de inversores/trafos BESS: 4  
Número de PCS: 2  
Potencia aparente BESS: 9900,0 kVA  
Factor de potencia (inversor del almacenamiento): 0.970  
Potencia FV: 2450,0 kWn / 2882,6 kWp  
Inversor FV: 350 kVA / nº:7  
CTs FV: 0,35/0,70 MW / nº:4  
ratio DC/AC: 1,177

**LEYENDA**

INTERRUPTOR MAGNETOTÉRMICO

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

ALUMBRADO

TOMA DE CORRIENTE

00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			

**CLIENTE:**

BESS BETA 1, S.L.

**PROYECTO:**

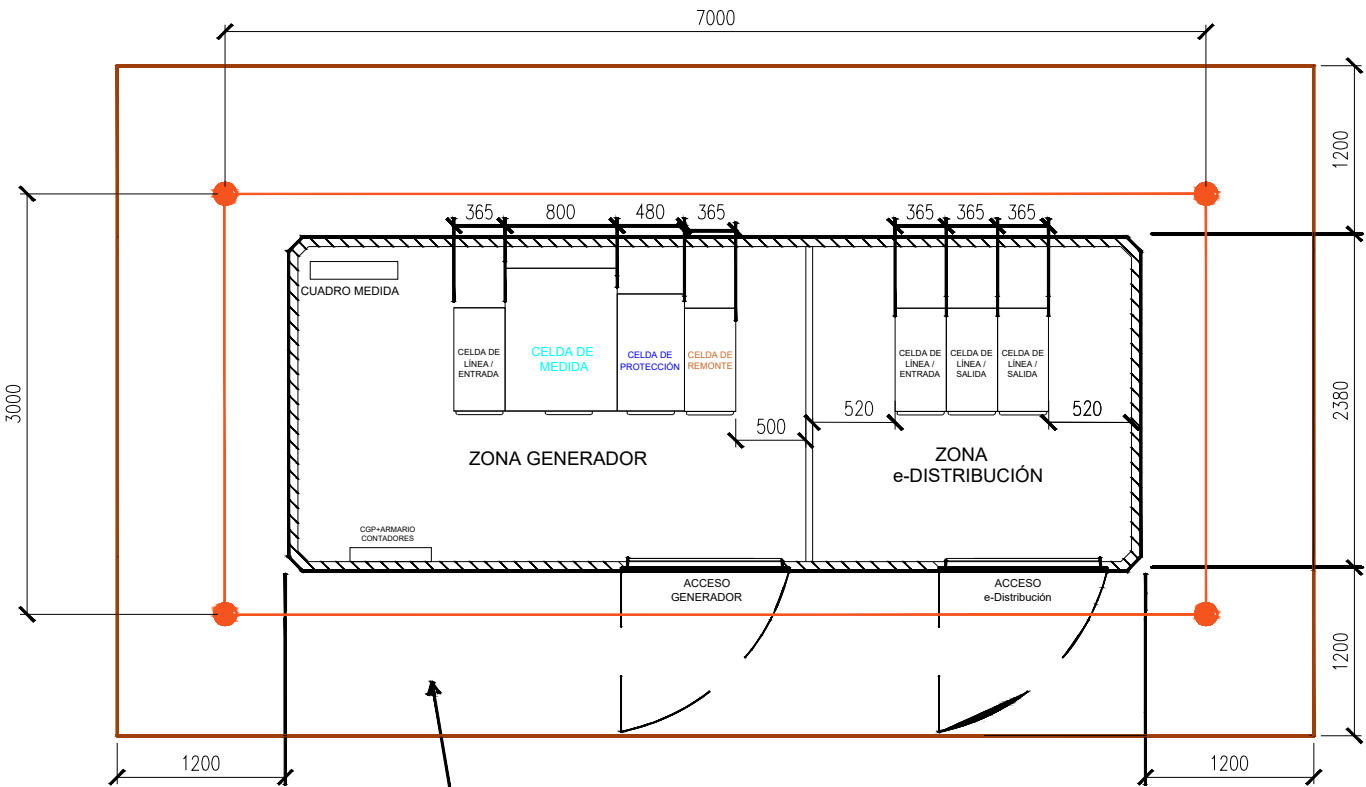
FÉLIX DE AZARA

**DIBUJO:**

ESQUEMA UNIFILAR GENERAL  
CENTRO DE SECCIONAMIENTO

<b>ESCALA:</b> S.E.	<b>HOJA:</b> 21 / 25
<b>REVISIÓN:</b> 00	<b>FECHA:</b> 19-11-2024

21\_Unifilar\_SSAA



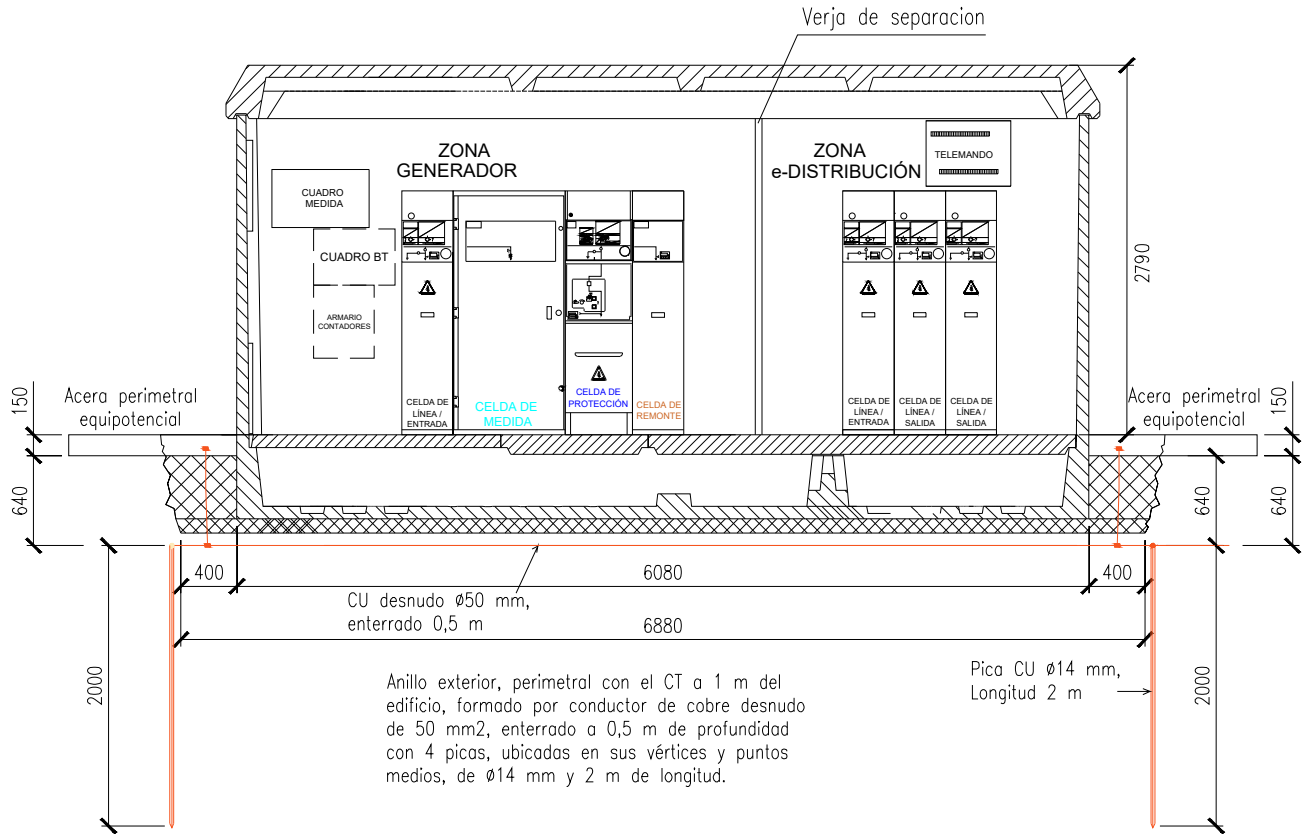
Mallazo:  
Cuadro Máximo  
30x30 cm  
Redondo mínimo  
Ø4 mm

Distancias Mínimas  
1.Posillo maniobra 800 mm  
2.Pared trasera 100 mm  
3.Pared Lateral 100 mm

CSM-CENTRO DE SECCIONAMIENTO Y MEDIDA  
EN PUNTO DE CONEXIÓN e-Distribución  
(PFU-5 cubierta sobreelevada - Ormazábal)

Elementos a conectar a la PAT:

1. Cuba del transformador/res.
2. Envolvente metálica del cuadro B.T.
3. Envolventes de las celdas de alta tensión (en dos puntos).
4. Puertas o tapas metálicas de acceso y rejillas metálicas accesibles del centro de transformación.
5. Pantallas del cable (extremos de líneas de llegada y líneas de salida de celdas y ambos extremos de línea de conexión al transformador).
6. Pantallas de los cables correspondientes al paso aéreo-subterráneo en el caso de que el CT se alimente desde una línea aérea.
7. Cualquier elemento / armario metálico instalado en el centro de transformación.

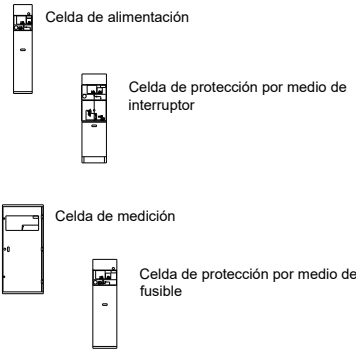


Anillo exterior, perimetral con el CT a 1 m del edificio, formado por conductor de cobre desnudo de 50 mm<sup>2</sup>, enterrado a 0,5 m de profundidad con 4 picas, ubicadas en sus vértices y puntos medios, de Ø14 mm y 2 m de longitud.

NOTAS

CARACTERÍSTICAS DE CM: 15.0 kV  
Número de líneas de salida: 2 (EDE)  
Número de líneas de entrada: 1  
Configuración de las celdas de MT: simple barra  
Tensión más elevada de la red: 17.5 kV  
Tensión soportada a impulso tipo rayo: 95.0 kV  
Intensidad de cortocircuito trifásico: 25.0 kA

LEYENDA

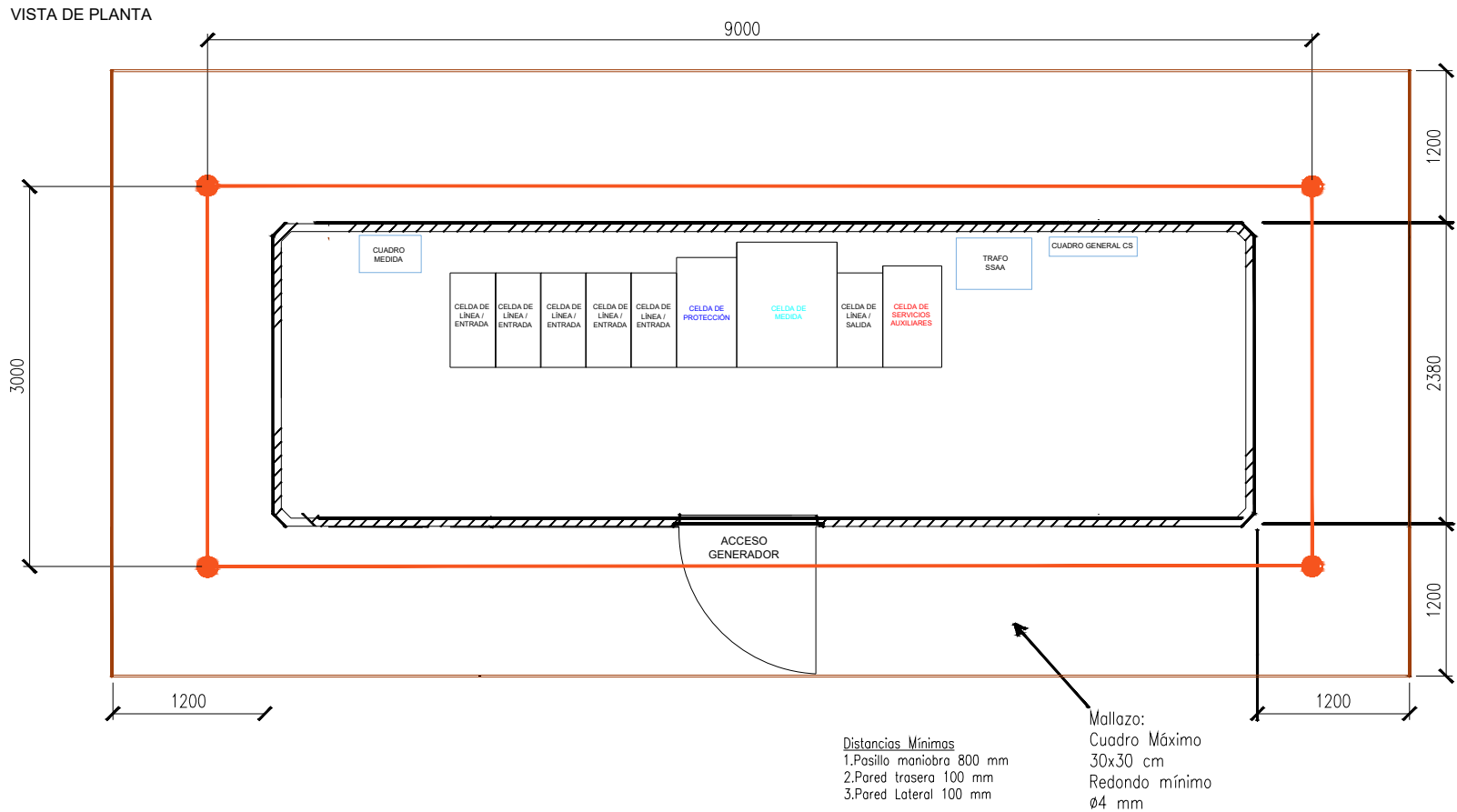


00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			



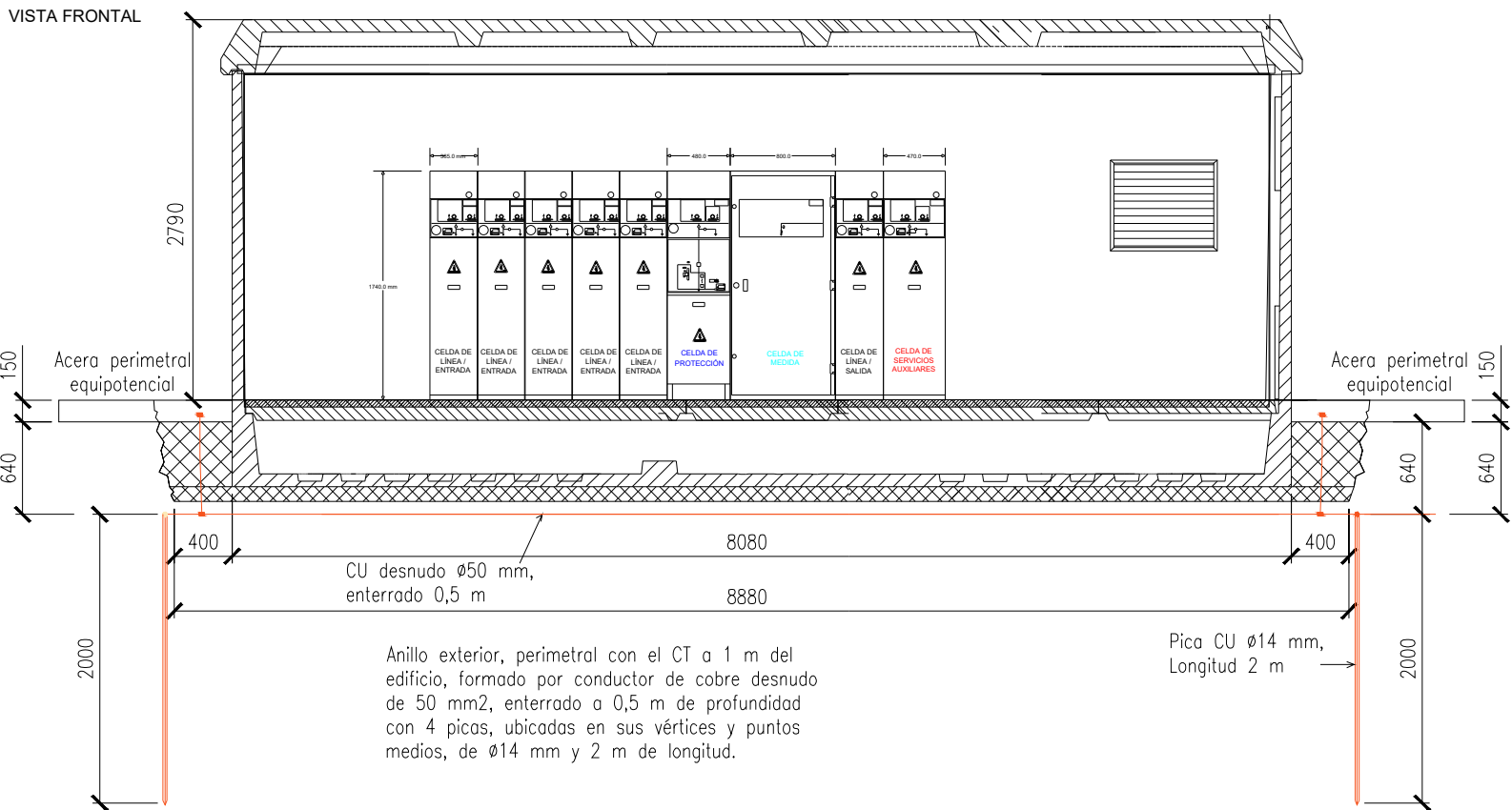
CLIENTE:			
BESS BETA 1, S.L.			
PROYECTO:			
FÉLIX DE AZARA			
DIBUJO:			
DETALLE CENTRO DE MEDIDA EDE			
ESCALA:	S.E.	HOJA:	22 / 25
REVISIÓN:	00	FECHA:	19-11-2024
22_Detalle_centro_medida_EDE			

CENTRO DE SECCIONAMIENTO "FÉLIX DE AZARA"  
(PFU-7 cubierta sobreelevada - Ormazábal)



Elementos a conectar a la PAI:

1. Cuba del transformador/res.
2. Envolvente metálica del cuadro B.T.
3. Envolventes de las celdas de alta tensión (en dos puntos).
4. Puertas o tapas metálicas de acceso y rejillas metálicas accesibles del centro de transformación.
5. Pantallas del cable (extremos de líneas de llegada y líneas de salida de celdas y ambos extremos de línea de conexión al transformador).
6. Pantallas de los cables correspondientes al paso aéreo-subterráneo en el caso de que el CT se alimente desde una línea aérea.
7. Cualquier elemento / armario metálico instalado en el centro de transformación.



NOTAS

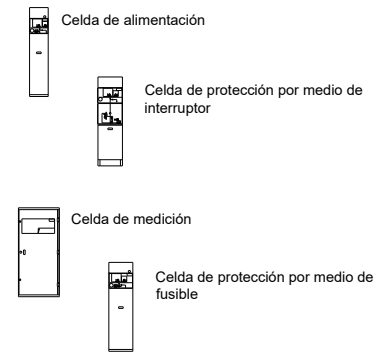
CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE SECCIONAMIENTO

- 5 celda(s) de alimentación de entrada y una de salida equipadas con interruptores seccionadores.
- Una celda de protección equipada con interruptores de vacío e interruptores seccionadores.
- Una celda de protección auxiliar equipada con interruptores seccionadores y protegidas por fusibles.
- Una celda de medición equipada con transformadores de intensidad y tensión.

CARACTERÍSTICAS DE MT: 15.0 kV

Número de líneas de salida: 1  
Número de líneas de entrada: 5  
Configuración de las celdas de MT: simple barra  
Tensión más elevada de la red: 17.5 kV  
Tensión soportada a impulso tipo rayo: 95.0 kV  
Intensidad de cortocircuito trifásico: 25.0 kA

LEYENDA

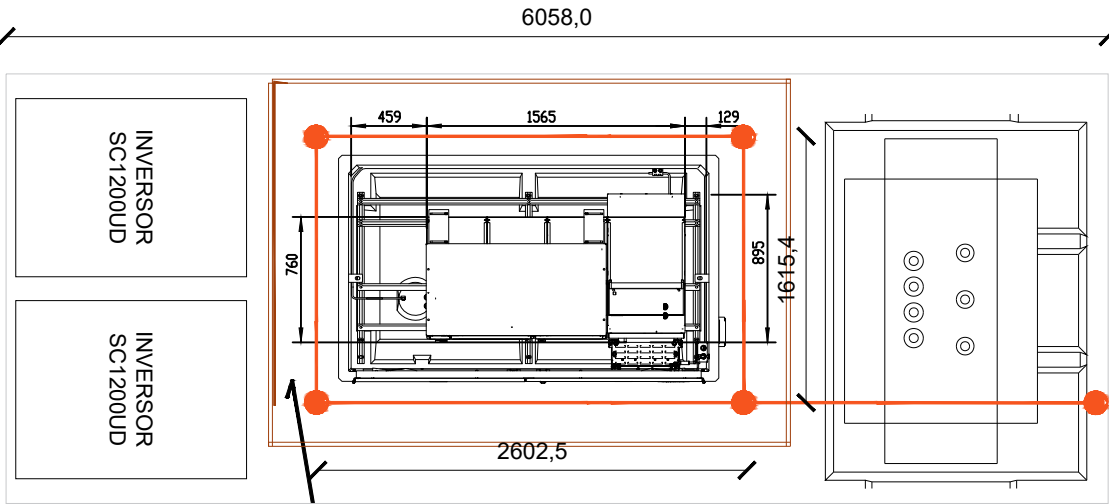


00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			



CLIENTE:			
BESS BETA 1, S.L.			
PROYECTO:			
FÉLIX DE AZARA			
DIBUJO:			
DETALLE CENTRO DE SECCIONAMIENTO "FÉLIX DE AZARA"			
ESCALA:	S.E.	HOJA:	23 / 25
REVISIÓN:	00	FECHA:	19-11-2024
23_Detalle_CS_planta_F.Azara			

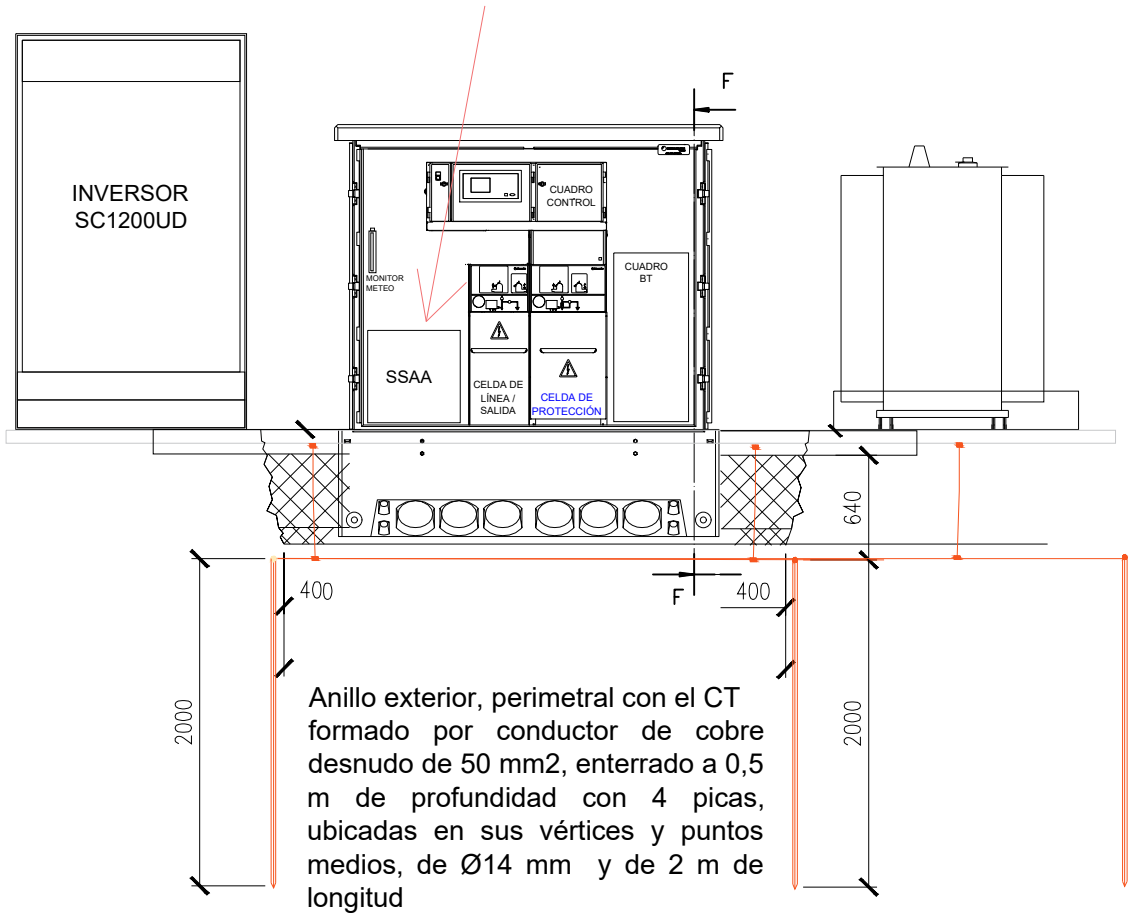
CT-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN BESS (Tipo Kiosco, MONOBLOK - Ormazábal)



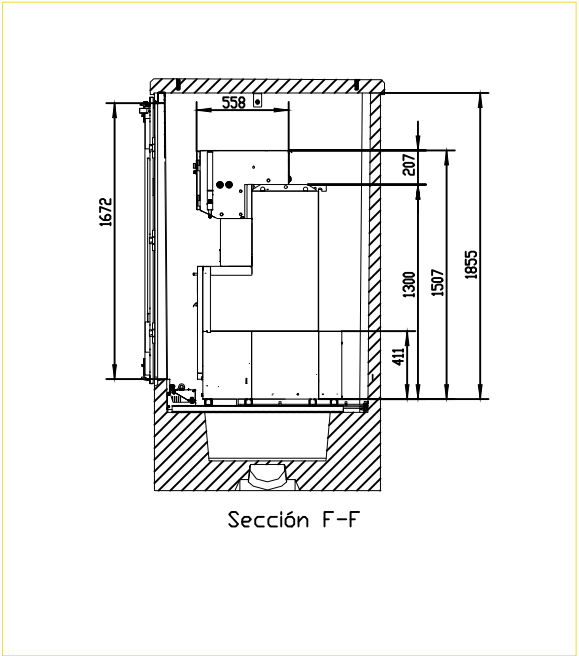
Mallazo:  
Cuadro Máximo  
30x30 cm  
Redondo mínimo  
Ø4 mm






Distancias Mínimas  
1. Pasillo maniobra 800mm  
2. pared trasera 100mm  
3. Pared Lateral 100mm

SE DISPONE DE SSAA SÓLAMENTE EN EL PCS 1



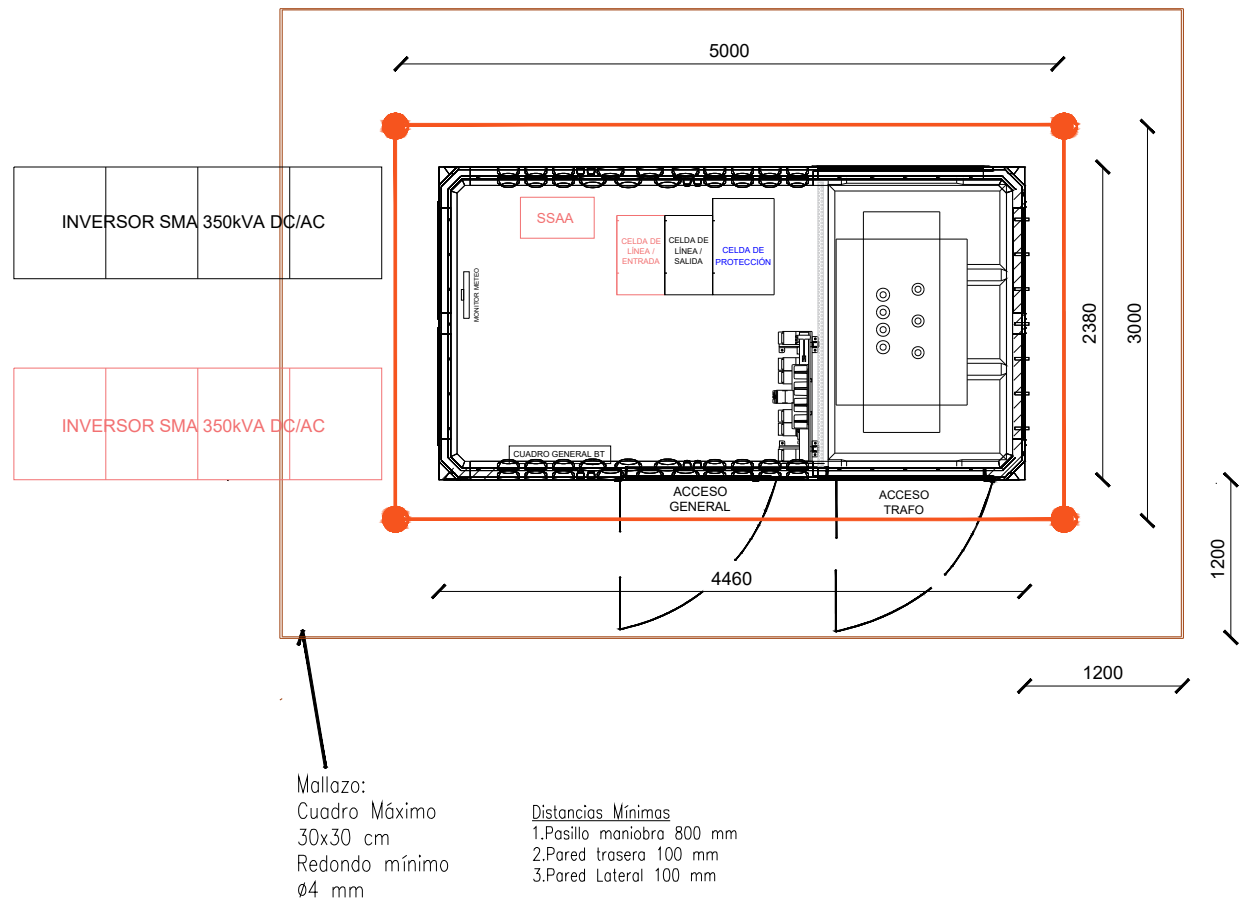
- Elementos a conectar a la PAT:
1. Cuba del transformador/res.
  2. Envolvente metálica del cuadro B.T.
  3. Envolventes de las celdas de alta tensión (en dos puntos).
  4. Puertas a tapas metálicas de acceso y rejillas metálicas accesibles del centro de transformación.
  5. Pantallas del cable (extremos de líneas de llegada y líneas de salida de celdas y ambos extremos de línea de conexión al transformador).
  6. Pantallas d e los cables correspondientes al paso aéreo-subterráneo en el caso de que el CT se alimente desde una línea aérea.
  7. Cualquier elemento / armario metálico instalado en el centro de transformación.



NOTAS			
CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN			
- Una celda de salida equipada con interruptor seccionador.			
- Una celda de protección equipada con interruptores de vacío e interruptores seccionadores.			
CARACTERÍSTICAS DE MT: 15.0 kV			
Número de líneas de salida: 1			
Configuración de las celdas de MT: simple barra			
Tensión más elevada de la red: 17.5 kV			
Tensión soportada a impulso tipo rayo: 95.0 kV			
Intensidad de cortocircuito trifásico: 25.0 kA			
LEYENDA			
 Celda de alimentación			
 Celda de protección por medio de interruptor			
 Celda de medición			
 Celda de protección por medio de fusible			
00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			
			
CLIENTE:			
BESS BETA 1, S.L.			
PROYECTO:			
FÉLIX DE AZARA			
DIBUJO:			
DETALLE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN BESS "FÉLIX DE AZARA"			
ESCALA:	S.E.	HOJA:	24 / 25
REVISIÓN:	00	FECHA:	19-11-2024
24_Detalle_CT_BESS_F.Azara			



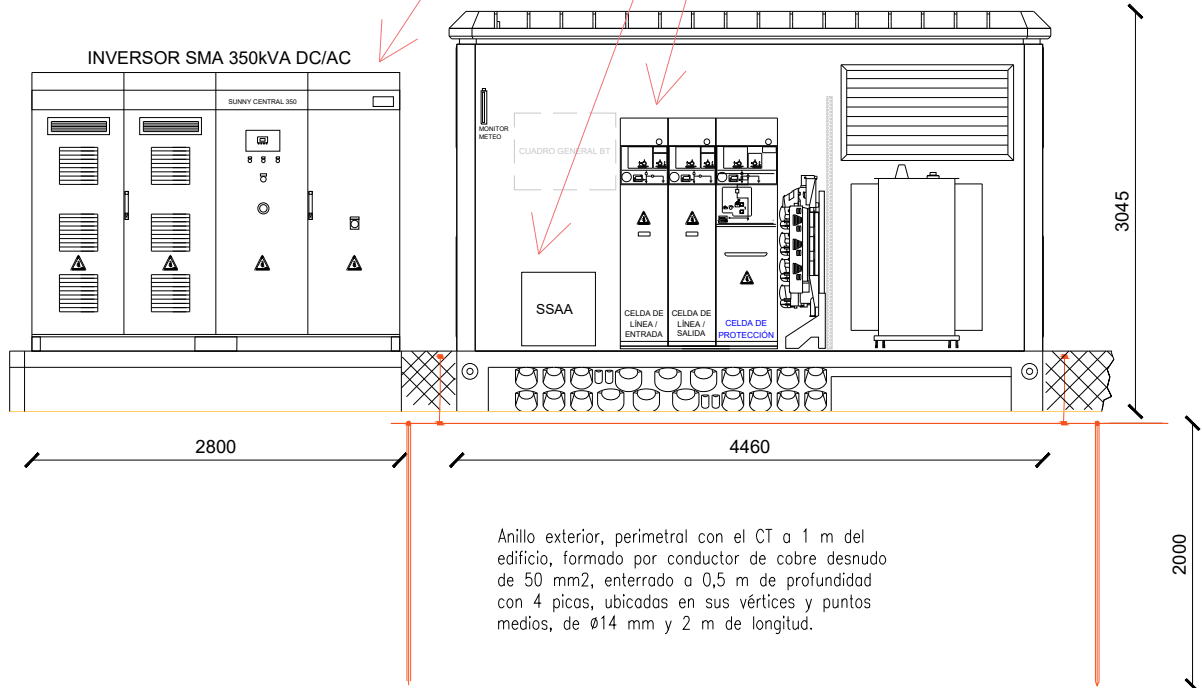
CT-CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN PLANTA FV (PFU-4 - Ormazábal)



- SÓLO 1 INVERSOR EN EL CASO DEL CT AA4-1
- SE DISPONE DE SSAA SÓLAMENTE EN EL CT AA1-1
- SÓLAMENTE EN EL CT AA1-1 EXISTEN CELDAS DE ENTRADA Y SALIDA, EN LOS DEMÁS SÓLO DE SALIDA

Elementos a conectar a la PAT:

1. Cuba del transformador/res.
2. Envolvente metálica del cuadro B.T.
3. Envolventes de las celdas de media tensión (en dos puntos).
4. Puertas o tapas metálicas de acceso y rejillas metálicas accesibles del centro de transformación.
5. Pantallas del cable (extremos de líneas de llegada y líneas de salida de celdas y ambos extremos de línea de conexión al transformador).
6. Pantallas de los cables correspondientes al paso aéreo-subterráneo en el caso de que el CT se alimente desde una línea aérea.
7. Cualquier elemento / armario metálico instalado en el centro de transformación.



NOTAS

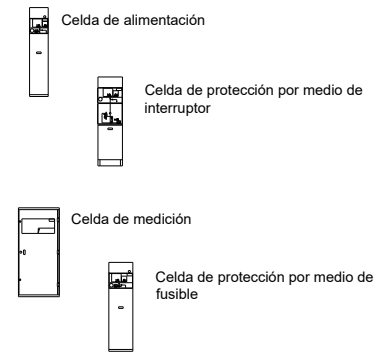
CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

- 0 o 1 celda de alimentación de entrada y una de salida equipadas con interruptores seccionadores.
- Una celda de protección equipada con interruptores de vacío e interruptores seccionadores.

CARACTERÍSTICAS DE MT: 15.0 kV

Número de líneas de salida: 1  
Número de líneas de entrada: 0/1  
Configuración de las celdas de MT: simple barra  
Tensión más elevada de la red: 17.5 kV  
Tensión soportada a impulso tipo rayo: 95.0 kV  
Intensidad de cortocircuito trifásico: 25.0 kA

LEYENDA



00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			



CLIENTE:			
BESS BETA 1, S.L.			
PROYECTO:			
FÉLIX DE AZARA			
DIBUJO:			
DETALLE CENTRO DE TRANSFORMACIÓN EN PFV "FÉLIX DE AZARA"			
ESCALA:	S.E.	HOJA:	25 / 25
REVISIÓN:	00	FECHA:	19-11-2024
25_Detalle_CT_PFV_F.Azara			





NOTAS			
LEYENDA			
<div><div><div></div>Subcampo</div><div><div></div>Barrera Vegetal</div><div><div></div>Vallado</div><div><div></div>Viales</div><div><div></div>Estación Meteorológica</div><div><div></div>Centro de Seccionamiento</div><div><div></div>Centro de Transformación (PCS)</div><div><div></div>Contenedor de baterías</div><div><div></div>Líneas de baja tensión</div><div><div></div>Líneas de media tensión</div><div><div></div>Centro de Transformación FV</div><div><div></div>Los colores indican la conexión del campo solar con cada CT</div><div><div></div>Estructuras de montaje</div><div><div></div>Línea de evacuación</div></div>			
00	PRIMERA VERSIÓN	AGE	29-11-2024
REV			
<div><div><div>AGE</div><div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div><div></div></div></div></div>			
CLIENTE:			
BESS BETA 1, S.L.			
PROYECTO:			
FÉLIX DE AZARA			
DIBUJO:			
AFECCIONES			
ESCALA:		HOJA:	
S.E.		26 / 26	
REVISIÓN:		FECHA:	
00		19-11-2024	
26_Afecciones			



## XII – PLIEGO DE CONDICIONES

---

### **1. DISPOSICIONES GENERALES**

El Contratista está obligado al cumplimiento de la Reglamentación del Trabajo correspondiente, la contratación del Seguro Obligatorio, Subsidio familiar y de vejez, Seguro de Enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular,

deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de Obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

El Contratista deberá estar clasificado, según Orden del Ministerio de Hacienda, en el Grupo, Subgrupo y Categoría correspondientes al Proyecto y que se fijará en el Pliego de Condiciones Particulares, en caso de que proceda. Igualmente deberá ser Instalador, provisto del correspondiente documento de calificación empresarial.

## **2. CONDICIONES FACULTATIVAS LEGALES**

Las obras del Proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias (Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto de 2002).

- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. Documento Básico HE 5 "Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica".
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Resolución de 31 de mayo de 2001 por la que se establecen modelo de contrato tipo y modelo de factura para las instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
- Ley 54/1997, de 27 de noviembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 436/2004, de 12 de marzo, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 841/2002 de 2 de agosto por el que se regula para las actividades de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- Real Decreto 1433/2003 de 27 de diciembre, por el que se establecen los requisitos de medida en baja tensión de consumidores y centrales de producción en Régimen Especial.
- Real Decreto 1565/2010, de 19 de noviembre, por el que se regulan y modifican determinados aspectos relativos a la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- Norma UNE 206001 EX sobre Módulos fotovoltaicos. Criterios ecológicos.
- Norma UNE-EN 50380 sobre Informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.
- Norma UNE EN 60891 sobre Procedimiento de corrección con la temperatura y la irradiancia de la característica I-V de dispositivos fotovoltaicos de silicio cristalino.
- Norma UNE EN 60904 sobre Dispositivos fotovoltaicos. Requisitos para los módulos solares de referencia.



- Norma UNE EN 61173 sobre Protección contra las sobretensiones de los sistemas fotovoltaicos (FV) productores de energía - Guía.
- Norma UNE EN 61194 sobre Parámetros característicos de sistemas fotovoltaicos (FV) autónomos.
- Norma UNE 61215 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61277 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV) terrestres generadores de potencia. Generalidades y guía.
- Norma UNE EN 61453 sobre Ensayo ultravioleta para módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61646:1997 sobre Módulos fotovoltaicos (FV) de lámina delgada para aplicación terrestre. Cualificación del diseño y aprobación tipo.
- Norma UNE EN 61683 sobre Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- Norma UNE EN 61701 sobre Ensayo de corrosión por niebla salina de módulos fotovoltaicos (FV).
- Norma UNE EN 61721 sobre Susceptibilidad de un módulo fotovoltaico (FV) al daño por impacto accidental (resistencia al ensayo de impacto).
- Norma UNE EN 61724 sobre Monitorización de sistemas fotovoltaicos. Guías para la medida, el intercambio de datos y el análisis.
- Norma UNE EN 61725 sobre Expresión analítica para los perfiles solares diarios.
- Norma UNE EN 61727 sobre Sistemas fotovoltaicos (FV). Características de la interfaz de conexión a la red eléctrica.
- Norma UNE EN 61829 sobre Campos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino. Medida en el sitio de características I-V.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 486/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de julio de 1997, sobre 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 de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

### **3. SEGURIDAD EN EL TRABAJO**

El Contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación.

Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteras, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, guantes, etc., pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

### **4. SEGURIDAD PUBLICA**

El Contratista deberá tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

### **5. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO**

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

## **6. DATOS DE LA OBRA**

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

## **7. REPLANTEO DE LA OBRA**

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de estas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente su ubicación.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmado por el Director de Obra y por el representante del Contratista.

Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

## **8. CONDICIONES GENERALES**

El montaje de las instalaciones deberá ser efectuado por una empresa instaladora registrada de acuerdo con lo desarrollado en la instrucción técnica IT 2.

El Contratista deberá suministrar todos los equipos y materiales indicados en los Planos, de acuerdo con el número, características, tipos y dimensiones definidos en las Mediciones y, eventualmente, en los cuadros de características de los Planos.

En caso de discrepancias de cantidades entre Planos y Mediciones, prevalecerá lo que esté indicado en los Planos. En caso de discrepancias de calidades, este Documento tendrá preferencia sobre cualquier otro.

En caso de dudas sobre la interpretación técnica de cualquier documento del Proyecto, la DO hará prevalecer su criterio.

Materiales complementarios de la instalación, usualmente omitidos en Planos y Mediciones, pero necesarios para su correcto funcionamiento, como oxígeno, acetileno, electrodos, minio, pinturas, patillas, estribos, manguitos pasamuros, estopa, cáñamo, lubricantes, bridas, tornillos, tuercas, amianto, toda clase de soportes, etc., deberán considerarse incluidos en los trabajos a realizar.

Todos los materiales y equipos suministrados por el Contratista deberán ser nuevos y de la calidad exigida por este PCT, salvo cuando en otra parte del Proyecto, p.e. el Pliego de Condiciones Particulares, se especifique la utilización de material usado.

La oferta incluirá el transporte de los materiales a pie de obra, así como la mano de obra para el montaje de materiales y equipos y para las pruebas de recepción, equipada con las debidas herramientas, utensilios e instrumentos de medida.

El Contratista suministrará también los servicios de un Técnico competente que estará a cargo de la instalación y será el responsable ante la Dirección Facultativa o Dirección de Obra, o la persona delegada, de la actuación de los técnicos y operarios que llevarán a cabo la labor de instalar, conectar, ajustar, arrancar y probar cada equipo, subsistema y el sistema en su totalidad hasta la recepción.

La DO se reserva el derecho de pedir al Contratista, en cualquier momento, la sustitución del Técnico responsable, sin alegar justificaciones.

El Técnico presenciará todas las reuniones que la DO programe en el transcurso de la obra y tendrá suficiente autoridad como para tomar decisiones en nombre del Contratista.

En cualquier caso, los trabajos objeto del presente Proyecto alcanzarán el objetivo de realizar una instalación completamente terminada, probada y lista para funcionar.

El control de recepción tendrá por objeto comprobar que las características técnicas de los equipos y materiales suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto:

- Control de la documentación de los suministros.
- Control mediante distintivo de calidad.
- Control mediante ensayos y pruebas.

La DO comprobará que los equipos y materiales recibidos:

- Corresponden a los especificados en el PCT del proyecto.
- Disponen de la documentación exigida.



- Cumplen con las propiedades exigidas en el proyecto.
- Han sido sometidos a los ensayos y pruebas exigidos por la normativa en vigor o cuando así se establezca en el pliego de condiciones.
- La DO verificará la documentación proporcionada por los suministradores de los equipos y materiales que entregarán los documentos de identificación exigidos por las disposiciones de obligado cumplimiento y por el proyecto. En cualquier caso, esta documentación comprenderá al menos los siguientes documentos:
  - documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.
  - copia del certificado de garantía del fabricante, de acuerdo con la Ley 23/2003 de 10 de julio, de garantías en la venta de bienes de consumo.
  - documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las directivas europeas que afecten a los productos suministrados.

La DO verificará que la documentación proporcionada por los suministradores sobre los distintivos de calidad que ostenten los equipos o materiales suministrados, que aseguren las características técnicas exigidas en el proyecto sea correcta y suficiente para la aceptación de los equipos y materiales amparados por ella.

## **9. PLANIFICACIÓN Y COORDINACIÓN**

A los quince días de la adjudicación de la obra y en primera aproximación, el Contratista deberá presentar los plazos de ejecución de al menos las siguientes partidas principales de la obra:

- Planos definitivos, acopio de materiales y replanteo.
- Montaje de salas de máquinas.
- Montaje de cuadros eléctricos y equipos de control.
- Ajustes, puestas en marcha y pruebas finales.

Sucesivamente y antes del comienzo de la obra, el Contratista adjudicatario, previo estudio detallado de los plazos de entrega de equipos, aparatos y materiales, colaborará con la DO para asignar fechas exactas a las distintas fases de la obra.

La coordinación con otros contratistas correrá a cargo de la DO, o persona o entidad delegada por la misma.

## **10. ACOPIO DE MATERIALES**

De acuerdo con el plan de obra, el Contratista irá almacenando en lugar preestablecido todos los materiales necesarios para ejecutar la obra, de forma escalonada según necesidades.

Los materiales quedarán protegidos contra golpes, malos tratos y elementos climatológicos, en la medida que su constitución o valor económico lo exijan.

El Contratista quedará responsable de la vigilancia de sus materiales durante el almacenaje y el montaje, hasta la recepción provisional. La vigilancia incluye también las horas nocturnas y los días festivos, si en el Contrato no se estipula lo contrario.

La DO tendrá libre acceso a todos los puntos de trabajo y a los lugares de almacenamiento de los materiales para su reconocimiento previo, pudiendo ser aceptados o rechazados según su calidad y estado, siempre que la calidad no cumpla con los requisitos marcados por este PCT y/o el estado muestre claros signos de deterioro.

Cuando algún equipo, aparato o material ofrezca dudas respecto a su origen, calidad, estado y aptitud para la función, la DO tendrá el derecho de recoger muestras y enviarlas a un laboratorio oficial, para realizar los ensayos pertinentes con gastos a cargo del Contratista. Si el certificado obtenido es negativo, todo el material no idóneo será rechazado y sustituido, a expensas del Contratista, por material de la calidad exigida.

Igualmente, la DO podrá ordenar la apertura de calas cuando sospeche la existencia de vicios ocultos en la instalación, siendo por cuenta del Contratista todos los gastos ocasionados.

## **11. INSPECCIÓN Y MEDIDAS PREVIAS AL MONTAJE**

Antes de comenzar los trabajos de montaje, el Contratista deberá efectuar el replanteo de todos y cada uno de los elementos de la instalación, equipos, aparatos y conducciones.

En caso de discrepancias entre las medidas realizadas en obra y las que aparecen en Planos, que impidan la correcta realización de los trabajos de acuerdo con la Normativa vigente y a las buenas reglas del arte, el Contratista deberá notificar las anomalías a la DO para las oportunas rectificaciones.

## **12. PLANOS CATÁLOGOS Y MUESTRAS**

Los Planos de Proyecto en ningún caso deben considerarse de carácter ejecutivo, sino solamente indicativo de la disposición general del sistema mecánico y del alcance del trabajo incluido en el Contrato.

Para la exacta situación de aparatos, equipos y conducciones el Contratista deberá examinar atentamente los planos y detalles de los Proyectos arquitectónico y estructural.

El Contratista deberá comprobar que la situación de los equipos y el trazado de las conducciones no interfiera con los elementos de otros contratistas. En caso de conflicto, la decisión de la DO será inapelable.

El Contratista deberá someter a la DO, para su aprobación, dibujos detallados, a escala no inferior a 1:20, de equipos, aparatos, etc., que indiquen claramente dimensiones, espacios libres, situación de conexiones, peso y cuanta otra información sea necesaria para su correcta evaluación.

Los planos de detalle pueden ser sustituidos por folletos o catálogos del fabricante del aparato, siempre que la información sea suficientemente clara.

Ningún equipo o aparato podrá ser entregado en obra sin obtener la aprobación por escrito de la DO.

En algunos casos y a petición de la DO, el Contratista deberá entregar una muestra del material que pretende instalar antes de obtener la correspondiente aprobación.

El Contratista deberá someter los planos de detalle, catálogos y muestras a la aprobación de la DO con suficiente antelación para que no se interrumpa el avance de los trabajos de la propia instalación o de los otros contratistas.

La aprobación por parte de la DO de planos, catálogos y muestras no exime al Contratista de su responsabilidad en cuanto al correcto funcionamiento de la instalación se refiere.

### **13. VARIACIONES DE PROYECTO Y CAMBIOS MATERIALES**

El Contratista podrá proponer, al momento de presentar la oferta, cualquier variante sobre el presente Proyecto que afecte al sistema y/o a los materiales especificados, debidamente justificada.

La aprobación de tales variantes queda a criterio de la DO, que las aprobará solamente si redundan en un beneficio económico de inversión y/o explotación para la Propiedad, sin merma para la calidad de la instalación.

La DO evaluará, para la aprobación de las variantes, todos los gastos adicionales producidos por ellas, debidos a la consideración de la totalidad o parte de los Proyectos arquitectónico, estructural, mecánico y eléctrico y, eventualmente, a la necesidad de mayores cantidades de materiales requeridos por cualquiera de las otras instalaciones.

Variaciones sobre el proyecto pedidas, por cualquier causa, por la DO durante el curso del montaje, que impliquen cambios de cantidades o calidades e, incluso, el desmontaje de una parte de la obra realizada, deberán ser efectuadas por el Contratista después de haber pasado una oferta adicional, que estará basada sobre los precios unitarios de la oferta y, en su caso, nuevos precios a negociar.

### **14. COOPERACION CON OTROS CONTRATISTAS**

El Contratista deberá cooperar plenamente con otras empresas, bajo la supervisión de la DO, entregando toda la documentación necesaria a fin de que los trabajos transcurran sin interferencias ni retrasos.

Si el Contratista pone en obra cualquier material o equipo antes de coordinar con otros oficios, en caso de surgir conflictos deberá corregir su trabajo, sin cargo alguno para la Propiedad.

### **15. PROTECCIÓN**

El Contratista deberá proteger todos los materiales y equipos de desperfectos y daños durante el almacenamiento en la obra y una vez instalados.

En particular, deberá evitar que los materiales aislantes puedan mojarse o, incluso, humedecerse.

Las aperturas de conexión de todos los aparatos y máquinas deberán estar convenientemente protegidos durante el transporte, el almacenamiento y montaje, hasta tanto no se proceda a su unión.

Las protecciones deberán tener forma y resistencia adecuada para evitar la entrada de cuerpos extraños y suciedades dentro del aparato, así como los daños mecánicos que puedan sufrir las superficies de acoplamiento de bridas, roscas, manguitos, etc.

Igualmente, si es de temer la oxidación de las superficies mencionadas, éstas deberán recubrirse con pintura antioxidante, que deberá ser eliminada al momento del acoplamiento.

Especial cuidado se tendrá hacia materiales frágiles y delicados, como materiales aislantes, equipos de control, medida, etc., que deberán quedar especialmente protegidos.

El Contratista será responsable de sus materiales y equipos hasta la Recepción Provisional de la obra.

## **16. LIMPIEZA DE LA OBRA**

Durante el curso del montaje de sus instalaciones, el Contratista deberá evacuar de la obra todos los materiales sobrantes de trabajos efectuados con anterioridad, en particular de retales de estructuras, conductos y materiales aislantes, embalajes, etc.

Asimismo, al final de la obra, deberá limpiar perfectamente de cualquier suciedad todos los componentes (módulos fotovoltaicos, etc.), equipos de salas de máquinas (baterías, inversores, etc.), instrumentos de medida y control y cuadros eléctricos, dejándolos en perfecto estado.

## **17. ANDAMIOS Y APAREJOS**

El Contratista deberá suministrar la mano de obra y aparatos, como andamios y aparejos, necesarios para el movimiento horizontal y vertical de los materiales ligeros en la obra desde el lugar de almacenamiento al de emplazamiento.

El movimiento del material pesado y/o voluminoso, como paneles fotovoltaicos, centros de inversores, etc., desde el camión hasta el lugar de emplazamiento definitivo, se realizará con los medios de la empresa constructora, bajo la supervisión y responsabilidad del Contratista, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

## **18. OBRAS DE ALBAÑILERIA**

La realización de todas las obras de albañilería necesarias para la instalación de materiales y equipos estará a cargo de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique que esta tarea está a cargo del mismo Contratista.

Tales obras incluyen aperturas y cierres de rozas y pasos de muros, recibido a fábricas de soportes, cajas, rejillas, etc., perforación y cierres de elementos estructurales horizontales y verticales, ejecución y cierres de zanjas, ejecución de galerías, bancadas, pinturas, etc.

En cualquier caso, estos trabajos deberán realizarse bajo la responsabilidad del Contratista que suministrará, cuando sea necesario, los planos de detalles.

La fijación de los soportes, por medios mecánicos o por soldadura, a elementos de albañilería o de estructura del edificio, será efectuada por el Contratista siguiendo estrictamente las instrucciones que, al respecto, imparta la DO.

## **19. ENERGIA ELECTRICA Y AGUA**

Todos los gastos relativos al consumo de energía eléctrica y agua por parte del Contratista para la realización de los trabajos de montaje y para las pruebas parciales y totales correrán a cuenta de la empresa constructora, salvo cuando en otro Documento se indique lo contrario.

El Contratista dará a conocer sus necesidades de potencia eléctrica a la empresa constructora antes de tomar posesión de la obra.



## **20. RUIDOS Y VIBRACIONES**

Toda la maquinaria deberá funcionar, bajo cualquier condición de carga, sin producir ruidos o vibraciones que, en opinión de la DO, puedan considerarse inaceptables o que rebasen los niveles máximos exigidos por las Ordenanzas Municipales.

Las correcciones que, eventualmente, se introduzcan para reducir ruidos y vibraciones deben ser aprobadas por la DO y conformarse a las recomendaciones del fabricante del equipo (atenuadores de vibraciones, silenciadores acústicos, etc.).

Las conexiones entre canalizaciones y equipos con partes en movimiento deberán realizarse siempre por medio de elementos flexibles, que impidan eficazmente la propagación de las vibraciones.

## **21. ACCESIBILIDAD**

El Contratista hará conocer a la DO, con suficiente antelación, las necesidades de espacio y tiempo para la realización del montaje de sus materiales y equipos.

A este respecto, el Contratista deberá cooperar con la empresa constructora y los otros contratistas, particularmente cuando los trabajos a realizar estén en el mismo emplazamiento.

Los gastos ocasionados por los trabajos de volver a abrir equipos correrán a cargo del Contratista.

Los elementos de medida, control, protección y maniobra deberán ser desmontables e instalarse en lugares visibles y accesibles, en particular cuando cumplan funciones de seguridad.

El Contratista deberá situar todos los equipos que necesitan operaciones periódicas de mantenimiento en un emplazamiento que permita la plena accesibilidad de todas sus partes, ateniéndose a los requerimientos mínimos más exigentes entre los marcados por la Reglamentación vigente y los recomendados por el fabricante.

El Contratista deberá suministrar a la empresa constructora la información necesaria para el exacto emplazamiento de puertas o paneles de acceso a elementos ocultos de la instalación, elementos de control, etc.

## **22. CANALIZACIONES**

Antes de su colocación, todas las canalizaciones deberán reconocerse y limpiarse de cualquier cuerpo extraño, como rebabas, óxidos, suciedades, etc.

La alineación de las canalizaciones en uniones, cambios de dirección o sección y derivaciones se realizará con los correspondientes accesorios o piezas especiales, centrando los ejes de las canalizaciones con los de las piezas especiales, sin tener que recurrir a forzar la canalización.

Con el fin de reducir la posibilidad de transmisión de vibraciones, formación de condensaciones y corrosión, entre tuberías y soportes metálicos deberá interponerse un material flexible no metálico.

En cualquier caso, el soporte no podrá impedir la libre dilatación de la tubería, salvo cuando se trate de un punto fijo.

Las tuberías enterradas llevarán la protección adecuada al medio en que están inmersas, que en ningún caso impedirá el libre juego de dilatación.

### **23. MANGUITOS PASAMUROS**

El Contratista deberá suministrar y colocar todos los manguitos a instalar en la obra de albañilería o estructural antes de que estas obras estén construidas. El Contratista será responsable de los daños provocados por no expresar a tiempo sus necesidades o indicar una situación incorrecta de los manguitos.

El espacio entre el manguito y la conducción deberá rellenarse con una masilla plástica, aprobada por la DO, que selle completamente el paso y permita la libre dilatación de la conducción. Además, cuando el manguito pase a través de un elemento corta-fuego, la resistencia al fuego del material de relleno deberá ser al menos igual a la del elemento estructural. En algunos casos, se podrá exigir que el material de relleno sea impermeable al paso de vapor de agua.

Los manguitos deberán acabar a ras del elemento de obra.

Los manguitos serán contruidos con chapa de acero galvanizado de 6/10 mm de espesor o con tubería de acero galvanizado, con dimensiones suficientes para que pueda pasar con holgura la conducción con su aislamiento térmico. De otra parte, la holgura no podrá ser superior a 3 cm a lo largo del perímetro de la conducción.

No podrá existir ninguna unión de tuberías en el interior de manguitos pasamuros.

### **24. PROTECCIONES DE PARTES EN MOVIMIENTO**

El Contratista deberá suministrar protecciones a todo tipo de maquinaria en movimiento, como transmisiones de potencia, rodets de ventiladores, etc., con las que pueda tener lugar un contacto accidental. Las protecciones deben ser de tipo desmontable para facilitar las operaciones de mantenimiento.

### **25. PROTECCIONES DE ELEMENTOS A TEMPERATURA ELEVADA**

Toda superficie a temperatura elevada, con la que pueda tener lugar un contacto accidental, deberá protegerse mediante un aislamiento térmico calculado de tal manera que su temperatura superficial no sea superior a 60 grados centígrados.

### **26. CUADROS Y LINEAS ELECTRICAS**

El Contratista suministrará e instalará los cuadros eléctricos de protección, maniobra y control de todos los equipos de la instalación mecánica, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

El Contratista suministrará e instalará también las líneas de potencia entre los cuadros antes mencionados y los motores de la instalación mecánica, completos de tubos de protección, bandejas, cajas de derivación, empalmes, etc., así como el cableado para control, mandos a distancia e interconexiones, salvo cuando en otro Documento se indique otra cosa.

La instalación eléctrica cumplirá con las exigencias marcadas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.

La Empresa Instaladora Eléctrica será responsable de la alimentación eléctrica a todos los cuadros arriba mencionados, que estará constituida por 3 fases, neutro y tierra. El conexionado entre estos cables y los cuadros estará a cargo del Contratista.

El Contratista deberá suministrar a la Empresa Instaladora Eléctrica la información necesaria para las acometidas a sus cuadros, como el lugar exacto de emplazamiento, la potencia máxima absorbida y, cuando sea necesario, la corriente máxima absorbida y la caída de tensión admisible en régimen transitorio.

Salvo cuando se exprese lo contrario en la Memoria del Proyecto, las características de la alimentación eléctrica serán las siguientes: tensión trifásica a 400 V entre fases y 230 V entre fases y neutro, frecuencia 50 Hz.

## **27. PINTURAS Y COLORES**

Todas las conducciones de una instalación estarán señalizadas de acuerdo con lo indicado en las normas UNE, con franjas, anillos y flechas dispuestos sobre la superficie exterior de la misma o, en su caso, de su aislamiento térmico.

Los equipos y aparatos mantendrán los mismos colores de fábrica. Los desperfectos, debidos a golpes, raspaduras, etc., serán arreglados en obra satisfactoriamente a juicio de la DO.

En la sala de máquinas se dispondrá el código de colores enmarcado bajo cristal, junto al esquema de principio de la instalación.

## **28. IDENTIFICACIÓN**

Al final de la obra, todos los aparatos, equipos y cuadros eléctricos deberán marcarse con una chapa de identificación, sobre la cual se indicarán nombre y número del aparato.

La escritura deberá ser de tipo indeleble, pudiendo sustituirse por un grabado. Los caracteres tendrán una altura no menor de 50 mm.

En los cuadros eléctricos todos los bornes de salida deberán tener un número de identificación que se corresponderá al indicado en el esquema de mando y potencia.

Todos los equipos y aparatos importantes de la instalación, en particular aquellos que consumen energía, deberán venir equipados de fábrica, en cumplimiento de la normativa vigente, con una placa de identificación, en la que se indicarán sus características principales, así como nombre del fabricante, modelo y tipo. En las especificaciones de cada aparato o equipo se indicarán las características que, como mínimo, deberán figurar en la placa de identificación.

Las placas se fijarán mediante remaches o soldadura o con material adhesivo, de manera que se asegure su inmovilidad, se situarán en un lugar visible y estarán escritas con caracteres claros y en la lengua o lenguas oficiales españolas.

## **29. LIMPIEZA INTERIOR DE REDES DE DISTRIBUCION**

Todas las redes de distribución deberán ser internamente limpiadas antes de su funcionamiento, para eliminar polvo, cascarillas, aceites y cualquier otro material extraño.

Durante el montaje se habrá puesto extremo cuidado en evitar la introducción de materias extrañas dentro de tubería y equipos, protegiendo sus aperturas con adecuados tapones. Antes de su instalación, tuberías, accesorios y válvulas deberán ser examinados y limpiados.

### **30. PRUEBAS**

El Contratista pondrá a disposición todos los medios humanos y materiales necesarios para efectuar las pruebas parciales y finales de la instalación, efectuadas según se indicará a continuación para las pruebas finales y, para las pruebas parciales, en otros capítulos de este PCT.

Las pruebas parciales estarán precedidas de una comprobación de los materiales al momento de su recepción en obra.

Cuando el material o equipo llegue a obra con Certificado de Origen Industrial, que acredite el cumplimiento de la normativa en vigor, nacional o extranjera, su recepción se realizará comprobando, únicamente sus características aparentes.

Cuando el material o equipo esté instalado, se comprobará que el montaje cumple con las exigencias marcadas en la respectiva especificación (conexiones hidráulicas y eléctricas, fijación a la estructura del edificio, accesibilidad, accesorios de seguridad y funcionamiento, etc.).

Sucesivamente, cada material o equipo participará también de las pruebas parciales y totales del conjunto de la instalación (estanchidad, funcionamiento, puesta a tierra, aislamiento, ruidos y vibraciones, etc.).

### **31. PRUEBAS FINALES**

Una vez la instalación se encuentre totalmente terminada, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, y que haya sido ajustada y equilibrada de acuerdo con lo indicado en las normas UNE, se deberán realizar las pruebas finales del conjunto de la instalación y según indicaciones de la DO cuando así se requiera.

### **32. RECEPCION PROVISIONAL**

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

Al momento de la Recepción Provisional, el Contratista deberá entregar a la DO la siguiente documentación:

- Una copia reproducible de los planos definitivos, debidamente puestos al día, comprendiendo como mínimo, el esquema de principio, el esquema de control y seguridad, el esquema eléctrico, los planos de sala de máquinas y los planos de plantas donde se deberá indicar el recorrido de las conducciones de distribución.
- Una Memoria de la instalación, en la que se incluyen las bases de proyecto y los criterios adoptados para su desarrollo.



- Una relación de todos los materiales y equipos empleados, indicando fabricante, marca, modelo y características de funcionamiento.
- Un esquema de principio de impresión indeleble para su colocación en sala de máquinas, enmarcado bajo cristal.
- El Código de colores, en color, enmarcado bajo cristal.
- El Manual de Instrucciones.
- El certificado de la instalación presentado ante la Consejería de Industria y Energía de la Comunidad Autónoma.
- El Libro de Mantenimiento.
- Lista de repuestos recomendados y planos de despiece completo de cada unidad.

La DO entregará los mencionados documentos al Titular de la instalación, junto con las hojas de recopilación de los resultados de las pruebas parciales y finales y el Acta de Recepción, firmada por la DO y el Contratista.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

### **33. PERIODOS DE GARANTIA**

El suministrador garantizará la instalación durante un período mínimo de 3 años, para todos los materiales utilizados y el montaje. Para los módulos fotovoltaicos la garantía será de 8 años.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este periodo, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

Condiciones económicas:

- Incluirá tanto la reparación o reposición de los componentes y las piezas que pudieran resultar defectuosas, como la mano de obra.
- Quedarán incluidos los siguientes gastos: tiempos de desplazamiento, medios de transporte, amortización de vehículos y herramientas, disponibilidad de otros medios y eventuales portes de recogida y devolución de los equipos para su reparación en los talleres del fabricante.
- Asimismo, se deberá incluir la mano de obra y materiales necesarios para efectuar los ajustes y eventuales reglajes del funcionamiento de la instalación.

La garantía podrá anularse cuando la instalación haya sido reparada, modificada o desmontada, aunque sólo sea en parte, por personas ajenas al suministrador o a los servicios de asistencia técnica de los fabricantes no autorizados expresamente por el suministrador.

### **34. RECEPCION DEFINITIVA**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los doce meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conformes), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

### **35. PERMISOS**

El Contratista deberá gestionar con todos los Organismos Oficiales competentes (nacionales, autonómico, provinciales y municipales) la obtención de los permisos relativos a las instalaciones objeto del presente proyecto, incluyendo redacción de los documentos necesarios, visado por el Colegio Oficial correspondiente y presencia durante las inspecciones.

### **36. ENTRENAMIENTO**

El Contratista deberá adiestrar adecuadamente, tanto en la explotación como en el mantenimiento de las instalaciones, al personal que en número y cualificación designe la Propiedad.

Para ello, por un periodo no inferior a lo que se indique en otro Documento y antes de abandonar la obra, el Contratista asignará específicamente el personal adecuado de su plantilla para llevar a cabo el entrenamiento, de acuerdo con el programa que presente y que deberá ser aprobado por la DO.

### **37. REPUESTOS, HERRAMIENTAS Y UTILES ESPECIFICOS**

El Contratista incorporará a los equipos los repuestos recomendados por el fabricante para el periodo de funcionamiento que se indica en otro Documento, de acuerdo con la lista de materiales entregada con la oferta.

### **38. SUBCONTRATACION DE LAS OBRA**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra (construcción y montaje de conductos, montaje de equipos especiales, construcción y montaje de cuadros eléctricos y tendido de líneas eléctricas, puesta a punto de equipos y materiales de control, etc.).

La celebración de los subcontratos estará sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuesto total de la obra principal.

En cualquier caso, el Contratista no quedará vinculado en absoluto ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximirá al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

### **39. RIESGOS**

Las obras se ejecutarán, en cuanto a coste, plazo y arte, a riesgo y ventura del Contratista, sin que esta tenga, por tanto, derecho a indemnización por causa de pérdidas, perjuicios o averías. El Contratista no podrá alegar desconocimiento de situación, comunicaciones, características de la obra, etc.

El Contratista será responsable de los daños causados a instalaciones y materiales en caso de incendio, robo, cualquier clase de catástrofes atmosféricas, etc., debiendo cubrirse de tales riesgos mediante un seguro.

Asimismo, el Contratista deberá disponer también de seguro de responsabilidad civil frente a terceros, por los daños y perjuicios que, directa o indirectamente, por omisión o negligencia, se puedan ocasionar a personas, animales o bienes como consecuencia de los trabajos por ella efectuados o por la actuación del personal de su plantilla o subcontratado.

### **40. RESCISION DEL CONTRATO**

Serán causas de rescisión del contrato la disolución, suspensión de pagos o quiebra del Contratista, así como embargo de los bienes destinados a la obra o utilizados en la misma.

Serán asimismo causas de rescisión el incumplimiento repetido de las condiciones técnicas, la demora en la entrega de la obra por un plazo superior a tres meses y la manifiesta desobediencia en la ejecución de la obra.

La apreciación de la existencia de las circunstancias enumeradas en los párrafos anteriores corresponderá a la DO.

En los supuestos previstos en los párrafos anteriores, la Propiedad podrá unilateralmente rescindir el contrato sin pago de indemnización alguna y solicitar indemnización por daños y perjuicios, que se fijará en el arbitraje que se practique.

El Contratista tendrá derecho a rescindir el contrato cuando la obra se suspenda totalmente y por un plazo de tiempo superior a tres meses. En este caso, el Contratista tendrá derecho a exigir una indemnización del cinco por ciento del importe de la obra pendiente de realización, aparte del pago íntegro de toda la obra realizada y de los materiales situados a pie de obra.

#### **41. PRECIOS**

El Contratista deberá presentar su oferta indicando los precios de cada uno de los Capítulos del documento "Mediciones".

Los precios incluirán todos los conceptos mencionados anteriormente.

Una vez adjudicada la obra, el Contratista elegido para su ejecución presentará, antes de la firma del Contrato, los precios unitarios de cada partida de materiales. Para cada capítulo, la suma de los productos de las cantidades de materiales, multiplicados por los precios unitarios deberán coincidir con el precio, presentado en fase de oferta, del capítulo.

Cuando se exija en el Contrato, el Contratista deberá presentar, para cada partida de material, precios descompuestos en material, transporte y mano de obra de montaje.

#### **42. PAGO DE OBRAS**

El pago de obras realizadas se hará sobre Certificaciones parciales que se practicarán mensualmente. Dichas Certificaciones contendrán solamente las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran. La relación valorada que figure en las Certificaciones se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% y con la cubicación, planos y referencias necesarias para su comprobación.

Serán de cuenta del Contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al Director de Obra oportunamente para su medición, los gastos de replanteo, inspección y liquidación de estas, con arreglo a las disposiciones vigentes, y los gastos que se originen por inspección y vigilancia facultativa, cuando la Dirección Técnica estime preciso establecerla.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminadas por ambas partes en un plazo máximo de quince días.

El Director de Obra expedirá las Certificaciones de las obras ejecutadas que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las Certificaciones siguientes, no suponiendo por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas Certificaciones.

#### **43. ABONO DE MATERIALES ACOPIADOS**

Cuando a juicio del Director de Obra no haya peligro de que desaparezca o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, se abonarán con arreglo a los precios descompuestos de la adjudicación. Dicho material será indicado por el Director de Obra que lo reflejará en el Acta de recepción de Obra, señalando el plazo de entrega en los lugares previamente indicados. El Contratista será responsable de los daños que se produzcan en la carga, transporte y descarga de este material.

La restitución de las bobinas vacías se hará en el plazo de un mes, una vez que se haya instalado el cable que contenían. En caso de retraso en su restitución, deterioro o pérdida, el Contratista se hará también cargo de los gastos suplementarios que puedan resultar.



#### **44. DISPOSICION FINAL**

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

Condiciones de la Instalación fotovoltaica:

Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

Se deberá tener particular precaución en la protección de equipos y materiales que pueden estar expuestos a agentes exteriores especialmente agresivos producidos por procesos industriales cercanos.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación, como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.

Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de c.c. reales, referidas a las condiciones estándar, deberán estar comprendidas en el margen del  $\pm 10\%$  de los correspondientes valores nominales de catálogo.

##### **44.1. CRITERIOS ECOLOGICOS**

El producto llevará el marcado CE de acuerdo con las Directivas 73/23/EC; 93/68/EC y 89/336/CEE según sea aplicable, cumpliendo además los siguientes requisitos:

###### Criterios ecológicos.

- Fomento del reciclado: Utilización preferente de vidrio y aluminio reciclados
- Control de gases especiales: Control adecuado de las emisiones de F, Cl y COV y de la manipulación de gases especiales.
- Compuestos halogenados: Prohibidos.
- Devolución de los productos en componentes: Aceptación y tratamiento adecuado de los productos con Marca AENOR usados devueltos.
- Envase: Ley 11/1997.

###### Requisitos de aptitud para el empleo.

- Marcado CE: Conforme.
- Norma UNE-EN 61215: Conforme.

##### **44.2. INFORMACION DE LAS HOJAS DE DATOS Y PLACAS DE CARACTERISTICAS**

###### **44.2.1. Información de la hoja de datos.**

###### Certificados.

Todos los certificados relevantes deberán listarse en la hoja de datos. Material constructivo.

Descripción de los materiales utilizados en la construcción de los siguientes componentes.

- Tipo de célula.
- Marco.
- Cubierta frontal.

#### Funcionamiento eléctrico.

Se indicarán los valores característicos siguientes en las STC (1000 W/m<sup>2</sup>, 25  $\pm$  2 °C, AM 1,5):

- Potencia eléctrica máxima (P<sub>max</sub>).
- Corriente de cortocircuito (I<sub>sc</sub>).
- Tensión en circuito abierto (V<sub>oc</sub>).
- Tensión en el punto de máxima potencia (V<sub>mpp</sub>).

#### Características generales.

Se especificará la información sobre la caja de conexiones, tal como dimensiones, grado de protección IP, técnica para el conexionado eléctrico (por ejemplo, mediante conector o mediante cableado):

- Dimensiones externas (longitud, anchura) del módulo fotovoltaico.
- Espesor total del módulo fotovoltaico.
- Peso.

#### Características térmicas.

Se requiere el valor de la NOCT.

Se requieren los valores de los coeficientes de temperatura.

#### Valores característicos para la integración de sistemas

Se requieren:

- Tensión de circuito abierto de diseño, tensión máxima permisible en el sistema y clasificación de protección.
- Corriente inversa límite.

#### Clasificación de potencia y tolerancias de producción.

Se precisarán las tolerancias de producción superior e inferior para una potencia máxima dada.

#### **44.2.2. Información de la placa de características**

- Nombre y símbolo de origen del fabricante o suministrador.
- Designación de tipo.
- Clasificación de protección.
- Máxima tensión permitida en el sistema.
- $P_{max}$  +/- tolerancias de producción,  $I_{sc}$ ,  $V_{oc}$  y  $V_{mpp}$  (todos los valores en las STC).

### **45. SUBSISTEMAS, COMPONENTES E INTERFACES DE LOS SISTEMAS DE FV DE GENERACIÓN**

#### **45.1. CONTROL PRINCIPAL Y MONITORIZACIÓN (CPM)**

Este subsistema supervisa la operación global del sistema de generación FV y la interacción entre todos los subsistemas. También podrá interactuar con las cargas.

El CPM debería asegurar la operación del sistema en modo automático o manual.

La función de monitorización del subsistema CPM puede incluir detección y adquisición de señales de datos, procesamiento, registro, transmisión y presentación de datos del sistema según se demande. Esta función puede monitorizar:

- Campo fotovoltaico (FV).
- Acondicionador cc.
- Interfaz de carga cc/cc.
- Subsistema de almacenamiento.
- Interfaz ca/ca.
- Carga.
- Inversor.
- Fuentes auxiliares, etc.
- Interfaz a la red.
- Condiciones ambientales.

Las funciones del subsistema de control pueden incluir, pero no están limitadas a:

- Control de almacenamiento.
- Seguimiento solar.
- Arranque del sistema.
- Control de transmisión de potencia cc.
- Arranque y control del inversor de carga (ca).
- Seguridad.
- Protección contra incendios.

- Arranque y control de fuentes auxiliares.
- Control de la interfaz a la red.
- Arranque y control de funciones de apoyo.

En cualquier diseño particular de sistemas de generación FV, alguno de los subsistemas mostrados podría estar ausente y alguno de los componentes de un subsistema podría estar presente de una o varias formas.

#### **45.2. SUBSISTEMA FOTOVOLTAICO**

Consiste en un conjunto de componentes integrados mecánica y eléctricamente que forman una unidad que puede producir potencia en corriente continua (cc) directamente, a partir de la radiación solar.

- El subsistema FV puede incluir, pero no está limitado a:
- Módulos.
- Subcampos de módulos.
- Campos fotovoltaicos.
- Interconexiones eléctricas.
- Cimentación.
- Estructuras soporte.
- Dispositivos de protección.
- Puesta a tierra.

#### **45.3. ACONDICIONADOR CORRIENTE CONTINUA**

El acondicionador cc suministra protección para los componentes eléctricos de cc y convierte la tensión del subsistema FV en una instalación de cc utilizable. Generalmente incluye todas las funciones auxiliares (tales como fuentes internas de alimentación, amplificadores de error, dispositivos de autoprotección, etc.) requeridas para su correcta operación.

El acondicionador cc puede estar formado por uno o más, pero no únicamente, de los elementos siguientes:

- Fusible.
- Interruptor.
- Diodo de bloqueo.
- Equipo de protección (unidad de carga, aislamiento).
- Regulador de tensión.
- Seguidor del punto de máxima potencia.



Deberán especificarse los siguientes parámetros:

- Condiciones de entrada.
  - Tensión e intensidad nominales.
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
  - Tensión e intensidad.
  - Tolerancia en la tensión de salida.
  - Limitación de intensidad.
  - Características de las cargas.

Otras consideraciones:

- Rendimiento del acondicionador cc.
- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

#### **45.4. INTERFAZ CC/CC**

Incluye las funciones necesarias para adaptar la tensión cc del sistema FV de generación a la carga cc. También puede conectarse a una fuente de potencia auxiliar cc.

La interfaz cc/cc puede incluir, sin excluir otros elementos, uno o más de los siguientes componentes:

- Interruptores automáticos y fusibles.
- Convertidor de tensión cc/cc.
- Conexión de fuente ca auxiliar de potencia.
- Dispositivos de filtrado.
- Dispositivos de protección.

**Puesta a tierra.**

- Protección contra rayos.
- Regulador de tensión.
- Aislamiento eléctrico entrada-salida.

**Deberán especificarse los siguientes parámetros:**

- Condiciones de entrada.
  - Tensión e intensidad nominales.
  - Rangos de tensión e intensidad.
  - Variaciones dinámicas.
- Condiciones de salida.
  - Tensión e intensidad.
  - Tolerancia en la tensión de salida.
  - Limitación de intensidad.
  - Características de las cargas.
- Rendimiento de la interfaz.

**Otras consideraciones:**

- Interacción con el control principal.
- Condiciones ambientales.
- Características mecánicas generales.
- Requisitos de seguridad.
- Interferencias de radiofrecuencia.
- Instrumentación.
- Nivel de ruido acústico.

## **46. ENSAYOS EN MODULOS FOTOVOLTAICOS**

### **46.1. ENSAYO ULTRAVIOLETA**

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo cuando se expone a radiación ultravioleta (UV) se realizará según UNE-EN 61435:1999.

Ese ensayo será útil para evaluar la resistencia a la radiación UV de materiales tales como polímeros y capas protectoras.

El objeto de este ensayo es determinar la capacidad del módulo de resistir la exposición a la radiación ultravioleta (UV) entre 280 nm y 400 nm. Antes de realizar este ensayo se realizará el ensayo de envejecimiento por luz u otro ensayo de pre-acondicionamiento conforme a CEI 61215 o CEI 61646.

### **46.2. ENSAYO DE CORROSION POR NIEBLA SALINA**

El ensayo mediante el cual se determina la resistencia del módulo FV a la corrosión por niebla salina se realizará según UNE-EN 61701:2000.

Este ensayo será útil para evaluar la compatibilidad de materiales, y la calidad y uniformidad de los recubrimientos protectores.

### **46.3. RESISTENCIA DE ENSAYO AL IMPACTO**

La susceptibilidad de un módulo a sufrir daños por un impacto accidental se realizará según UNE-EN 61721:2000.

Montaje de la Instalación fotovoltaica

## **47. ESTUDIO Y PLANIFICACION PREVIA**

Para llevar a cabo un buen montaje será necesario subdividir esta fase en tres etapas principales:

- Diseño.
- Planificación.
- Realización.

El diseño del montaje es una tarea que deberá abordarse en la propia fase de diseño general de la instalación, no limitándose ésta al cálculo y dimensionado. En esta etapa deberá quedar completamente definido el conjunto de la instalación, contando siempre con el usuario o propietario de esta, ya que será entonces cuando deberá tener lugar el planteamiento, el debate y toma de decisiones sobre aspectos prácticos como el control, la monitorización y el mantenimiento, los requisitos estéticos, el impacto visual, los riesgos de robo y actos vandálicos, etc.

Se realizará una instalación, en la medida de lo posible, integrada arquitectónicamente con el entorno.

Se tomarán las debidas precauciones y medidas de seguridad con el fin de evitar los actos vandálicos y el robo de los diferentes elementos de la instalación, en especial del sistema de generación. Si no

resulta posible ubicar los paneles en lugares inaccesibles o de muy difícil acceso, a veces no quedará más remedio que diseñar su montaje de forma que sea prácticamente imposible desmontarlos sin romperlos y, por lo tanto, hacerlos inservibles.

Entre las posibles medidas extremas que se podrán tomar, pueden citarse:

- Rodear los paneles con un marco o perfil angular de acero.
- Pegar los módulos al marco o perfiles de la estructura con una soldadura química (fría).
- Elevar artificialmente la altura de la estructura soporte.
- Efectuar soldaduras en puntos "estratégicos" como, por ejemplo, alrededor de las tuercas de sujeción, haciendo imposible su manipulación con herramientas comunes.

En cualquier caso, el recinto ocupado por la instalación fotovoltaica, cuando ésta no quede integrada en una edificación o dentro de los límites de una propiedad con acceso restringido, deberá delimitarse por barreras físicas que, aunque no puedan evitar la presencia de personas ajenas, sí la dificulten, y sirvan para demarcar los límites de la propiedad privada (además de los de seguridad).

En cuanto a la planificación del montaje, el propósito principal de esta etapa será minimizar los posibles imprevistos que puedan surgir y asegurar, en la medida de lo posible, el cumplimiento de plazos y presupuestos.

Será muy recomendable definir de antemano el momento, la secuencia y los tiempos previstos de operaciones, la gestión del personal montador, la gestión del material y de los recursos.

El instalador deberá considerar durante la planificación cómo y qué medida afectará el montaje de la instalación fotovoltaica a las personas ajenas a la misma, a su trabajo y a sus actividades. En este sentido, se deberá informar con la suficiente antelación sobre las operaciones que conlleven cortes de luz, ruido, polvo, obstrucción y/o ocupación de vías de paso (acceso de vehículos, pasillos, etc.), utilización de espacios (habitaciones, despachos, etc.), necesidad de presencia del propietario, etc.

Por último, la etapa de realización requerirá la utilización de planos, esquemas, manuales de instalación, instrucciones, etc., que especifiquen y faciliten las tareas de montaje. El objetivo de ello será doble: llevar a cabo las operaciones de forma correcta y eficiente, y evitar disconformidades por parte del propietario.

#### **47.1. LA ESTRUCTURA SOPORTE**

Aunque en determinadas ocasiones es posible el montaje de paneles fotovoltaicos aprovechando un elemento arquitectónico existente, o incluso sustituyéndolo, en la generalidad de los casos dicha estructura se hará indispensable, ya que cumple un triple cometido:

- Actuar de armazón para conferir rigidez al conjunto de módulos, configurando la disposición y geometría del panel que sean adecuados en cada caso.
- Asegurar la correcta inclinación y orientación de los paneles, que serán en general distintas según el tipo de aplicación y la localización geográfica.
- Servir de elemento intermedio para la unión de los paneles y el suelo o elemento constructivo (tejado, pared, etc.), que deberá soportar el peso y las fuerzas transmitidas por aquéllos, asegurando un anclaje firme y una estabilidad perfecta y permanente.



La estructura soporte de los paneles será un elemento auxiliar, por lo general metálico (acero galvanizado, aluminio o acero inoxidable). Se considerarán en todo caso las exigencias constructivas y estructurales del CTE, con el fin de garantizar la seguridad de la instalación.

Además del peso de los módulos y de la propia estructura, ésta se verá sometida a la sobrecarga producida por el viento, el cual producirá sobre los paneles una presión dinámica que puede ser muy grande. De ahí la importancia de asegurar perfectamente la robustez, no solamente de la propia estructura, sino también y muy especialmente, del anclaje de esta.

Además de las fuerzas producidas por el viento, habrá que considerar otras posibles cargas como la de la nieve sobre los paneles.

En base a conseguir una minimización de los costes de instalación sin pérdida de calidad, en el diseño de las estructuras se debería tender a:

- Desarrollar kits de montaje universales.
- Minimizar el número total de piezas necesarias.
- Prever un sistema de ensamblaje sencillo para reducir los costes de mano de obra.
- Utilizar, en lo posible, partes pre-ensambladas en taller o fábrica.
- Asegurar la máxima protección a los paneles contra el robo o vandalismo.

Preferentemente se realizarán estructuras de acero galvanizado, debiendo poseer un espesor de galvanizado de 120 micras o más, recomendándose incluso 200 micras. Dicho proceso de galvanizado en caliente consistirá en la inmersión de todos los perfiles y piezas que componen la estructura en un baño de zinc fundido. De esta forma, el zinc recubrirá perfectamente todas las hendiduras, bordes, ángulos, soldaduras, etc., penetrando en los pequeños resquicios y orificios del material que, en caso de usar otro método de recubrimiento superficial, quedarían desprotegidos y se convertirían en focos de corrosión.

Toda la tornillería utilizada será de acero inoxidable. Adicionalmente, y para prever los posibles efectos de los pares galvánicos entre paneles y estructura, sobre todo en ambientes fuertemente salinos, conviene instalar unos inhibidores de corrosión galvánica, para evitar la corrosión por par galvánico.

En el diseño de la estructura se deberá tener en cuenta la posibilidad de dilataciones y constricciones, evitando utilizar perfiles de excesiva longitud o interpuestos de forma que dificulten la libre dilatación, a fin de no crear tensiones mecánicas superficiales.

## **47.2. MONTAJE SOBRE SUELO**

Podrán utilizarse dos tipos de estructuras diferentes: las de único apoyo, en las que un poste metálico o mástil sostiene a los paneles y los soportes de entramado longitudinales (rastrales o racks).

También será utilizado el sistema de poste en el caso de estructuras dotadas de algún mecanismo de movimiento (sistemas de seguimiento solar) para conseguir que los paneles sigan lo mejor posible el curso del sol y obtener así una apreciable ganancia neta de energía en comparación con los sistemas estáticos. Este tipo de estructuras vendrán prefabricadas y con instrucciones de montaje muy precisas.

El proceso de montaje se podrá dividir en las siguientes etapas:

Preparación del terreno:

- La cimentación de la estructura bien sea por medio de zapatas aisladas, peana corrida o losa, exigirá una excavación de profundidad suficiente, debiendo ser las dimensiones del hueco tanto mayores cuanto más blando sea el terreno.
- El hueco será un paralelepípedo rectangular, es decir, sus caras laterales serán verticales y formando ángulos rectos, y la base quedarán perfectamente horizontal, limpiando y compactando si fuese necesario. Tendrá la orientación adecuada para que a su vez la estructura quede correctamente orientada, debiéndose tener esto muy presente antes de comenzar las excavaciones.
- La estructura también puede ir directamente hincada sobre el terreno.

Preparación del hormigón:

Si no se utiliza un hormigón preparado, que se vierta directamente desde el camión-hormigonera en los pozos, la labor de dosificación y preparación de los morteros y hormigones deberá encomendarse a un albañil con experiencia en estas tareas.

El cemento, que deberá ser de la categoría adecuada a la normativa vigente, se presenta frecuentemente en sacos de 50 kg, que en volumen ocupan aproximadamente 33 litros.

Eligiendo una dosificación volumétrica de cemento-arena-grava igual a 1:2:4, y teniendo en cuenta que el material sólido necesario para conseguir un m<sup>3</sup> de hormigón ocupa 1450 l, se necesitarían:

- 205 litros de cemento.
- 415 litros de arena.
- 830 litros de grava.

En cuanto a la cantidad de agua a añadir, en teoría un hormigón es más resistente cuanto menos agua lleve, pero en la práctica, para que el mismo sea manejable y fácil de trabajar, se requerirán al menos 50 ó 55 litros de agua por cada dos sacos de cemento (100 kg).

Si, por ejemplo, se dispone de una hormigonera en obra que en cada amasada puede proporcionar 1/4 de m<sup>3</sup> de hormigón, se deberá llenar a razón de una palada de cemento por cada dos de arena y cuatro de grava (sin olvidar también el agua) hasta rebosar.

Si las cargas o la naturaleza del terreno lo requieren, puede ser aconsejable preparar también una primera capa de hormigón, llamada también de "limpieza", que será la que se vierta primero y que tendrá entre 10 cm y 20 cm de espesor, sobre la cual se podrá disponer horizontalmente una armadura o entramado reticulado de barras corrugadas que aumentarán la resistencia de la zapata.

Ejecución de la cimentación:

Se podrán utilizar dos técnicas diferentes. La primera, y habitual, consistirá en, una vez realizada la excavación, encofrar para poder conformar la peana o base exterior, posicionar los pernos, mediante una plantilla a propósito o con listones de madera colocados a la distancia precisa y, habiendo

comprobado que las posiciones de los pernos son las correctas, proceder con cuidado al vertido del hormigón, evitando que se mueva la plantilla y los pernos, y esperar a que éste fragüe.

La segunda consistirá en encofrar y hormigonar primero y, una vez fraguado el hormigón en todas las cimentaciones, marcar la situación de los orificios donde irán los pernos, mediante una plantilla que debe ser una réplica exacta de las bases de la estructura, y proceder al taladrado del hormigón con el diámetro y profundidad adecuados. A continuación, se verterá sobre los orificios así dispuestos un mortero fino o un preparado comercial adecuado para lograr una buena adherencia, e inmediatamente se introducirán los pernos montados en su correspondiente plantilla. Estos deberán quedar perfectamente perpendiculares y, como en el caso anterior, sobresaliendo en la cantidad necesaria para tener en cuenta el grosor tanto de la chapa base de la estructura como de la capa de nivelación que, en su caso, fuese preciso efectuar.

Tanto en uno u otro caso será conveniente que los cables que transportan la energía eléctrica desde los paneles queden lo más ocultos y protegidos posible, para lo cual habrá que prever una canalización dentro de la propia zapata y una salida lateral en la misma. Esto se logrará introduciendo un tubo de diámetro adecuado en el agujero de la excavación antes de verter en éste el hormigón. Dicho tubo deberá sobresalir al menos medio metro en cada extremo. Si se utiliza una plantilla con orificio central, uno de los extremos del tubo saldrá precisamente por dicho orificio. La plantilla quedará siempre a unos 5 cm, aproximadamente, sobre la superficie.

Es una buena práctica soldar los extremos inferiores de los espárragos a un perfil en L, a fin de aumentar la rigidez del conjunto.

Una vez haya fraguado el hormigón, hay que proceder a la operación de reglaje de la plantilla, que consistirá en asegurarse de que ésta queda perfectamente horizontal.

Actuando sobre las tuercas de nivelación, situadas inmediatamente debajo de la plantilla (conviene que lleven una arandela), se logrará que ésta quede perfectamente horizontal.

A continuación, y después de untar con aceite mineral la parte inferior de la plantilla a fin de evitar que se adhiera el mortero (llamado mortero de reglaje) que hay que introducir bajo la placa, se preparará una mezcla de cemento y arena que constituirá el mortero de alta resistencia que hay que introducir (aprovechando el agujero central de la plantilla) hasta rellenar perfectamente el hueco, de un 5 cm de altura, que debe existir entre la parte inferior de la plantilla y la superficie del hormigón.

Una vez vertido el mortero de reglaje y cuando rebose por los cuatro lados de la plantilla, se alisará con ayuda de la espátula sus zonas visibles, dejándolas con un ángulo de unos 45°.

Cuando el mortero haya fraguado, se retira la chapa de la plantilla, quedando así la cimentación lista para recibir a la estructura metálica.

#### Anclaje de la estructura:

Es preferible que la mayoría de las operaciones puedan realizarse en taller (soldadura de perfiles, etc.), aunque por otra parte el traslado de la estructura requerirá medios mecánicos de mayor envergadura.

Situada la estructura (o los pilares de esta, según el método que se haya elegido) junto a las zapatas de apoyo ya preparadas, se montarán los pilares sobre las mismas, generalmente con ayuda de una grúa, encajando los espárragos en los correspondientes orificios de la base del pilar (que tendrá la misma geometría que la plantilla antes usada).

Una vez colocadas las arandelas, tuercas y contratueras, se procederá a su apriete, efectuando éste en dos pasadas, a fin de no crear tensiones desiguales.

En el caso de que la estructura lleve puesta a tierra (la cual se deberá haber previsto dejando un agujero para el conductor de tierra en la zapata elegida para ello), podrá usarse una pletina independiente que se habrá alojado en cualquiera de los pernos de anclaje y a la cual se conectará el conductor de tierra que llegará hasta el extremo superior de la pica.

#### Terminación de la estructura:

Una vez anclada y asegurada, se completan aquellas partes de la estructura que todavía estuviesen sin montar, de acuerdo con las guías de montaje que siempre deberá proveer a tal efecto el suministrador de la estructura o el encargado de su diseño.

Será preferible que los módulos estén ya pre-ensamblados en grupos antes de ponerlos en la estructura.

### **47.3. MONTAJE SOBRE CUBIERTA**

Tanto la propia cubierta, bien sea esta plana o inclinada, como el edificio o construcción al cual pertenezca deberán soportar sin problemas las sobrecargas que produzca la estructura de paneles.

Para el caso de cubiertas planas, y si su resistencia lo permite, una técnica apropiada será el anclaje de la estructura sobre una losa de hormigón con un peso suficiente para hacer frente a vientos fuertes (todo ello según CTE). La losa podrá, simplemente, descansar sobre la cubierta, sin necesidad de anclaje con la misma.

La segunda alternativa conlleva la perforación de la cubierta y el anclaje de las barras o perfiles metálicos de sustentación de la estructura a las vigas bajo cubierta. Particular cuidado habrá de ponerse en el sellado e impermeabilización de las zonas por donde se hayan efectuado los taladros.

### **48. ENSAMBLADO DE LOS MODULOS**

Este apartado comprenderá las tareas de ubicación del campo fotovoltaico, conexionado y ensamblado de los módulos, e izado y fijación de los paneles a la estructura.

#### **48.1. UBICACIÓN DEL CAMPO FOTOVOLTAICO**

A la hora de ubicar el campo fotovoltaico se tendrán en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Elegir un día soleado para la evaluación del emplazamiento.
- En el análisis de la orientación del campo fotovoltaico, manejar una buena brújula (profesional), situarse en un lugar al aire libre y no apoyarla sobre ningún objeto que pueda alterar la indicación de esta.
- La brújula servirá para precisar, no para determinar. El deberá tener sentido de la orientación, lo que no resultará complicado en un día soleado y conociendo la hora.



- Una vez conocidas las dimensiones de la estructura, será conveniente delimitar y señalar el perímetro de esta, lo que facilitará su posterior montaje. Si la estructura se va a colocar próxima a un lugar accesible o susceptible de alguna modificación, será conveniente informar al propietario sobre el espacio que deberá quedar libre de obstáculos que puedan proyectar sombras sobre los paneles.
- Generalmente habrá más de una ubicación posible y adecuada. En estos casos deberá considerarse los aspectos ya mencionados de integración, accesibilidad, etc.

## **48.2. CONEXIONADO Y ENSABLADO DE MÓDULOS**

Los módulos fotovoltaicos dispondrán de una o dos cajas de conexiones, donde estarán accesibles los terminales positivo y negativo. Estas cajas dispondrán de unos orificios diseñados para admitir tanto prensaestopas (prensacables), como tubo protector para cables. Se podrán utilizar kits de conexión, compuestos de tubo no metálico flexible con prensaestopas en ambos extremos y ya listos para adaptarse a las cajas de conexión de sus módulos.

Los prensaestopas tendrán doble finalidad, por un lado, asegurar que se mantiene la estanquidad en el orificio de la caja, y por otro servir como sujeción del cable, evitando así que cualquier posible esfuerzo se transmita directamente sobre las conexiones del interior. En el caso de utilizar tubo protector, este segundo aspecto quedará asegurado.

Los prensaestopas serán adecuados para la sección del cable a utilizar.

Aunque las cajas de conexiones tengan el grado de protección adecuado (aptas para la intemperie), será una buena práctica sellar todas las juntas y orificios con algún tipo de cinta, o sustancia especial para esta función.

Cuando exista una configuración serie-paralelo de cierta complejidad, el montaje de los módulos requerirá el manejo de un plano o esquema donde se refleje dicha configuración, con el fin de no cometer errores y facilitar la tarea de interconexionado.

La secuencia de operaciones a seguir durante el montaje de los módulos dependerá en gran medida de las características de la estructura soporte. Cuando se permite con facilidad el acceso a la parte trasera de los módulos, su conexionado podrá realizarse una vez fijados éstos a la estructura. En caso contrario, el conexionado será previo a su fijación en la estructura.

Durante el conexionado de los módulos deberá tenerse en cuenta la presencia de tensión en sus terminales cuando incide la radiación solar sobre ellos, por lo tanto, durante su manipulación, se recomienda cubrir completamente los módulos con un material opaco.

## **48.3. IZADO Y FIJACIÓN DE LOS MÓDULOS A LA ESTRUCTURA**

Si no es posible colocar la estructura en su posición definitiva habiendo montado ya previamente en aquella los paneles, éstos se agruparán para ser izados (generalmente mediante medios mecánicos), hasta el lugar donde vayan a ser instalados.

Esta operación puede ser delicada, tanto para los paneles como para las personas, por ello convendrá proteger los paneles para evitar golpes accidentales durante las maniobras y adoptar las medidas de seguridad personal adecuadas.

Para la fijación de los módulos a la estructura, o al bastidor que conforma el panel, se utilizarán únicamente los taladros que ya existan de fábrica en su marco. Nunca se deberán hacer nuevos taladros en dicho marco, pues se correría el riesgo de dañar el módulo y el orificio practicado carecería del tratamiento superficial al que el fabricante ha sometido el marco. Si son necesarios, los taladros se efectuarán en una pieza adicional que se interpondrá entre los módulos y el cuerpo principal de la estructura. Toda la tornillería será de acero inoxidable, observando siempre las indicaciones facilitadas por el fabricante.

#### **49. INSTALACION DE LA TOMA DE TIERRA Y PROTECCIONES**

Según UNE-EN 61173:1998 se podrán adoptar cualquiera de los tres métodos siguientes:

- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc.).
- Puesta a tierra común de todos los equipos de la instalación fotovoltaica (cercos metálicos, cajas, soportes y cubiertas de los equipos, etc.) y del sistema. La puesta a tierra del sistema se consigue conectando un conductor eléctrico en tensión a la tierra del equipo, y puede ser importante porque puede servir para estabilizar la tensión del sistema respecto a tierra durante la operación normal del sistema; también puede mejorar la operación de los dispositivos de protección contra sobrecorrientes en caso de fallo.
- Punto central del sistema y equipos electrónicos conectados a una tierra común.

Si se utiliza el sistema de puesta a tierra, uno de los conductores del sistema bifásico o el neutro en un sistema trifásico deberá sólidamente conectado a tierra de acuerdo con lo siguiente:

- La conexión a tierra del circuito de corriente continua puede hacerse en un punto único cualquiera del circuito de salida del campo FV. Sin embargo, un punto de conexión a tierra tan cerca como sea posible de los módulos FV y antes que cualquier otro elemento, tal como interruptores, fusibles y diodos de protección, protegerá mejor el sistema contra las sobretensiones producidas por rayos.
- La tierra de los sistemas o de los equipos no debería ser interrumpida cuando se desmonte un módulo del campo.
- Es conveniente utilizar el mismo electrodo de tierra para la puesta a tierra del circuito de CC y la puesta a tierra de los equipos. Dos o más electrodos conectados entre sí serán considerados como un único electrodo para este fin. Además, es conveniente que esta puesta a tierra sea conectada al neutro de la red principal, si existe. Todas las tierras de los sistemas de CC y CA deberían ser comunes.

Caso de no utilizar un sistema de puesta a tierra para reducir las sobretensiones, se deberá emplear cualquiera de los siguientes métodos (según UNE-EN 61173:1998):

- Métodos equipotenciales (cableado).
- Blindaje.
- Interceptación de las ondas de choque.
- Dispositivos de protección. MONTAJE DEL RESTO DE COMPONENTES.

Para el montaje de los componentes específicos como reguladores, inversores, etc., se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

Respecto al tendido de líneas, a veces será preciso sacrificar la elección del camino o recorrido ideal del cableado para salvar dificultades u obstáculos que supondrían un riesgo o encarecimiento de la mano de obra de la instalación. Se recomienda el uso de un lubricante en gel para el tendido de cables bajo tubo.

Se deberán identificar adecuadamente todos los elementos de desconexión de la instalación, así como utilizar uniformemente el color de los cables de igual polaridad (incluidos los del campo fotovoltaico). El color rojo se suele reservar para el polo positivo y el negro para el polo negativo.

## **50. EQUIPOS DE DETECCIÓN DE INCENDIOS**

### **50.1. DETECTORES IÓNICOS DE HUMO**

#### **50.1.1. Características técnicas**

El principio de funcionamiento del Detector iónico de Humos se basa en las propiedades de una cámara de ionización. La variación de las características eléctricas, en presencia de aerosoles de la combustión la hace adecuada para ser utilizada como sensor de humos.

El elemento sensor está formado por dos cámaras de ionización con una sola fuente radiactiva y uno de los electrodos comunes. De esta forma se mantiene el sistema equilibrado frente a las variaciones de temperatura, humedad y presión. Para poder medir la variación de intensidad en función de la concentración de humo que contenga el aire se forma, con las dos cámaras, un divisor de tensión, midiendo la tensión presente en el colector de la cámara.

La tensión de polarización de la cámara y de los circuitos asociados está estabilizada, con lo que la sensibilidad del detector no varía, frente a variaciones de la tensión de alimentación.

La cabeza y el zócalo (intercambiable), están realizados en ABS termorresistente.

El detector debe cumplir la norma UNE 23007-2 y poseer certificado o en su defecto de equivalencia a marca "N" de AENOR.

#### **50.1.2. Características eléctricas**

Alimentación: 13-30 V sin polaridad.

Consumo en vigilancia: 40  $\mu$ A (A 18V)

Consumo en alarma: 40 mA (A 18 V)

Indicador de activación: Led rojo

Salida indicador remoto: Sí

#### **50.1.3. Características radioquímicas**

Radioisótopo: Am<sup>241</sup>

Estado físico: Sólido (encapsulado) Número de fuentes: 1

Actividad: < 0,7  $\mu$ Ci

Dosis equivalente: < 0,015 mrem/h a 0,1 m.

## **50.2. DETECTORES DE TEMPERATURA TERMOVELOCIMÉTRICOS**

### **50.2.1. Características técnicas**

Su diseño se rige por el RD 513/2017. El detector debe cumplir la norma UNE 23007-2 y poseer certificado o en su defecto de equivalencia a marca “N” de AENOR.

Deberá dar señal de alarma cuando detecte una subida de temperatura, producida por un proceso de combustión, y en caso de que éste sea muy lento, da la alarma a una temperatura máxima de 64°C.

Existirán dos elementos sensores (función térmica, función termovelocimétrica) compuestos por termistancias que actúan independientemente sobre un doble amplificador operacional que compara con unos valores de referencia.

La tensión de alimentación del operacional y de los circuitos asociados está estabilizada, con lo que la sensibilidad del detector se mantiene, frente a variaciones de la tensión de alimentación.

### **50.2.2. Características eléctricas**

Alimentación: 13-30 V sin polaridad.

Consumo en vigilancia: 50  $\mu$ A (A 18V)

Consumo en alarma: 40 mA (A 18 V)

Indicador de activación: Led rojo

Salida indicador remoto: Sí

### **50.2.3. Características generales**

Humedad: 20-95% HR

Temperatura: -10 +90°C

Sensibilidad: Según UNE 23.007/5.

## **50.3. PULSADORES**

Se situarán distribuidos por todo el edificio de forma que una persona no recorra más de 25 m. para su localización. Estarán situados cerca de salidas de emergencia y a una altura entre 0,8 y 1,2 m. del suelo. Según RD.513/2017.

Los pulsadores de alarma deberán ser identificados fácilmente, sin riesgo de error, y estar provistos de un dispositivo de protección que impida su disparo involuntario.

## **50.4. INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

El cableado eléctrico de estos elementos cumplirá las siguientes condiciones:

- El cableado debe corresponder solamente a la instalación de pulsadores de alarma y, donde sea posible, se diferenciará del cableado utilizado para otros fines y se identificará con respecto a éste.



- El cableado debe ser de un tipo resistente a cualquier daño. Los cables colocados en atmósferas húmedas o corrosivas o que atraviesen zonas que contienen vapores inflamables o explosivos deben estar protegidos de forma especial.
- Los cables y tubos serán exentos de halógenos.
- Los cables deben tener las características apropiadas para evitar caídas de tensión anormales. Para garantizar la resistencia mecánica, el diámetro mínimo admisible de conductor es 0,6 mm.
- El cableado en los pulsadores de alarma debe estar realizado de forma que se disminuya la probabilidad de daño mecánico, corrientes de fuga, los cortocircuitos o la interrupción de los circuitos.
- Se debe realizar un circuito en bucle para que la continuidad del cableado esté asegurada. El número de conexiones debe ser el mínimo posible. Las conexiones deben ser soldadas o realizadas mecánicamente mediante un sistema seguro. En los locales húmedos, toda conexión debe estar protegida de la humedad.
- El cableado debe estar sólidamente fijado con la ayuda de soportes que no lo deterioren. No se autorizan cableados provisionales.
- Siempre que sea posible los cables deben discurrir únicamente por zonas donde existan pulsadores. Los cables deben estar protegidos y colocados de tal manera, que en caso de incendio, el daño sea el más pequeño posible.
- Se deben tomar medidas especiales de protección cuando exista el riesgo de perturbaciones debidas a interferencias de origen eléctrico: caída de rayos, conexión de un receptor de consumo importante, chispas eléctricas de cualquier origen. Ejemplos: protección apropiada de los conductos, blindaje y puesta a tierra de todos los cables. Si los conductos discurren a lo largo de la puesta a tierra de un pararrayos, deben unirse a la citada puesta a tierra.
- El valor de aislamiento a tierra de los cables no debe ser inferior a 1 MW por bucle.

Estos equipos cumplirán la norma UNE 23.008.

### **50.5. CENTRAL DE SEÑALIZACIÓN Y CONTROL**

El sistema de señalización y control en puesto de vigilancia se basará en una central de vigilancia, con capacidad de recibir, controlar, registrar y transmitir las señales de los pulsadores conectados a la misma y para accionar los dispositivos de alarma.

Podrá presentar de modo gráfico, ordenado y simple la zona y local en los que se produzca un evento o alarma. Admitirá, por tanto, todo tipo de identificaciones individuales. Contará con diferentes bucles en los que conectar pulsadores de alarma.

Se contará con la posibilidad de que algunos locales puedan sufrir modificaciones u obras, y, por tanto, será posible enmascarar o etiquetar determinado tipo de alarmas.

Será de alimentación auxiliar autónoma, incluso de los elementos que accione o controle. Integrará módulo de comunicación a central de bomberos o empresa de vigilancia homologada, mediante línea telefónica.

La central de señalización y control se ubicará en el centro de seccionamiento, subestación, edificio de control, centro de transformación...; Deberán situarse al lado de la central de señalización y control:

- Un plano de los locales protegidos que indique los sectores que corresponden a cada alarma particular, los diversos accesos y la situación de los medios de socorro.

- Consignas de utilización que den las instrucciones necesarias en caso de alarma de incendio, de avería o de defecto (es deseable que estas instrucciones se den en forma de lista de comprobación).
- Las instrucciones de funcionamiento y de mantenimiento de la instalación.
- El registro de control en el que se anotarán:
  - o Los ensayos de verificación de buen funcionamiento de la instalación.
  - o Las operaciones de mantenimiento.
  - o Las alarmas dadas por la instalación, precisando en cada caso la naturaleza (incendio, avería o defecto) y, si es posible, la causa.

## **50.6. DISPOSITIVOS DE ALARMA**

Los dispositivos acústicos de alarma (que no están incorporados a la central de señalización) pueden consistir, por ejemplo, en un timbre, una campana o una sirena que emita una señal intermitente o continua. Los dispositivos ópticos de alarma pueden consistir en lámparas y aparatos que emitan una luz permanente o intermitente.

Los dispositivos de alarma no deberán perturbar el funcionamiento de la instalación de detección de incendios. La intensidad sonora o luminosa, según sea el caso, de estos dispositivos debe ser escogida de tal forma, que garantice su cometido. También deberá tenerse en cuenta, para la elección del dispositivo adecuado, las condiciones ambientales y su emplazamiento.

Se opta en la presente instalación por alarmas óptico-acústicas (sirenas) en la conserjería y en el exterior (en un punto visible desde los viales exteriores) y alarmas acústicas en el interior de los recintos.

Todo dispositivo de alarma deberá cumplir con la norma UNE 23.007 y la EN-54.

## **50.7. DISPOSITIVOS DE TRANSMISIÓN**

Se utilizarán para transmitir las señales de alarma de incendio, señales de avería y señales indicadoras de que la instalación está en servicio.

Estos dispositivos deben satisfacer un nivel elevado de fiabilidad y no deben precisar más de 10 a 15 segundos, en el peor de los casos, para transmitir una señal.

El estado del sistema de transmisión debe estar señalizado prácticamente cada instante.

Es preciso asegurarse que, en caso de funcionamiento simultáneo de varias instalaciones, no se produce ninguna pérdida de información.

Todo dispositivo de transmisión deberá cumplir la norma UNE 23.007 y la EN-54.

## **50.8. EXTINTORES FIJOS Y MÓVILES**

### **50.8.1. Características**

Los extintores se regirán por la norma UNE 23.110. Serán de características acordes al tipo de fuego a combatir. La eficacia mínima será 21-113B. Dispondrán de manómetro, manguera y lanza de disparo.

Los agentes extintores se regirán por las normas UNE 23.600, 23.601, 23.602, 23.603, 23.604, 23.607 y 23.635.

### **50.8.2. Colocación**

Los extintores se situarán donde exista mayor probabilidad de originarse un incendio, próximo a la salida de los locales y siempre en lugares de fácil visibilidad y acceso. Se colocarán de forma que la distancia desde cualquier punto del sector de incendio hasta el extintor no supere los 15m.

Su ubicación debe señalizarse conforme al DB SI.

Los extintores portátiles se colocarán sobre soportes fijados a parámetros verticales o pilares, de forma que la parte superior del extintor quede como entre 0,8 y 1,2 m sobre el suelo. Contarán con la adecuación de su envolvente al criterio y entorno estéticos fijados por la D.F.

Los extintores que estén sujetos a posibles daños físicos, químicos o atmosféricos, deberán estar protegidos.

Se situarán extintores adecuados junto a equipos o aparatos con especial riesgo de incendio, como transformadores, calderas, motores eléctricos y cuadros de maniobra o control.

## **51. MANTENIMIENTO DE LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

### **51.1. GENERALIDADES.**

Se realizará un contrato de mantenimiento (preventivo y correctivo), al menos de tres años. El mantenimiento preventivo implicará, como mínimo, una revisión anual.

El contrato de mantenimiento de la instalación incluirá las labores de mantenimiento de todos los elementos de la instalación aconsejados por los fabricantes.

### **51.2. PROGRAMA DE MANTENIMIENTO.**

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

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

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

El plan de mantenimiento correctivo engloba todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funcione correctamente durante su vida útil. Incluirá:

- La visita a la instalación en los plazos siguientes:
  - Aislada de red: 48 horas si la instalación no funciona o de una semana si el fallo no afecta al funcionamiento.
  - Conectada a red: 1 semana ante cualquier incidencia y resolución de la avería en un plazo máximo de 15 días.
- El análisis y presupuestación de los trabajos y reposiciones necesarias para el correcto funcionamiento de esta.
- Los costes económicos del mantenimiento correctivo, con el alcance indicado, forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra, ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento deberá realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

En instalaciones aisladas de red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Verificación del funcionamiento de todos los componentes y equipos.
- Revisión del cableado, conexiones, pletinas, terminales, etc.
- Comprobación del estado de los módulos. situación respecto al proyecto original, limpieza y presencia de daños que afecten a la seguridad y protecciones.
- Estructura soporte: revisión de daños en la estructura, deterioro por agentes ambientales, oxidación, etc.
- Baterías: nivel del electrolito, limpieza y engrasado de terminales, etc.
- Regulador de carga: caídas de tensión entre terminales, funcionamiento de indicadores, etc.
- Inversores: estado de indicadores y alarmas.
- Caídas de tensión en el cableado de continua.
- Verificación de los elementos de seguridad y protecciones: tomas de tierra, actuación de interruptores de seguridad, fusibles, etc.

En instalaciones con monitorización la empresa instaladora de la misma realizará una revisión cada seis meses, comprobando la calibración y limpieza de los medidores, funcionamiento y calibración del sistema de adquisición de datos, almacenamiento de los datos, etc.

En instalaciones conectadas a red, el mantenimiento preventivo de la instalación incluirá una visita anual en instalaciones de potencia inferior a 5 kWp y semestral para el resto, en la que se realizarán, como mínimo, las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.
- Comprobación del estado de los módulos. Situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.



- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

En ambos casos, se registrarán las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

Barcelona, Abril de 2025

Ingeniero Técnico Industrial

Ivan Garré Sierra

Colegiado 25691 - CETIB

## XIII – ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

---

## 1. PROMOTOR

Los datos del Promotor del proyecto son los siguientes:

Nombre del Promotor:	BESS BETA 1, S.L.
NIF:	B-72707367
Domicilio Notificaciones:	Avda. de la Granvia de l'Hospitalet 8-10, 4º 1ª, 08902 L'Hospitalet del Llobregat (Barcelona)

## 2. DATOS DEL PROYECTISTA

El presente Proyecto de Ejecución ha sido redactado por:

Proyectista:	IVAN GARRÉ SIERRA
Titulación:	Ingeniero Técnico Industrial. N.º Colegiado 25.691 CETIB
Empresa:	ALTERNATIVE GREEN ENGINEERING S.XXI s.l.
Dirección	Av. de la Granvia 8-10, 4º 1ª 08902 Hospitalet de Llobregat (Barcelona)

## 3. OBJETO

El objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud es reflejar las disposiciones de seguridad y salud para tener en cuenta en el proyecto de ejecución de la planta de autoconsum "FÉLIX DE AZARA". Se han destinado 38.109,30 €.

El presente Estudio de Seguridad y Salud está redactado para dar cumplimiento al 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, en el marco de la Ley 31/1995 de 8 de noviembre, Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

De acuerdo con el Art. 7 del citado Real Decreto, el objeto del Estudio de Seguridad y Salud es servir de base para que el contratista elabore el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este documento, en función de su propio sistema de ejecución de la obra.

## 4. EMPLAZAMIENTO

Las instalaciones se ubicarán en el Municipio Palma de Mallorca provincia de las Islas Baleares.

Las referencias catastrales de las parcelas donde se ubica el proyecto son las siguientes:

- Polígono 48, parcela 41. Ref. Catastral: 07040A048000410000RL
- Polígono 48, parcela 27. Ref. Catastral: 07040A048000270000RH

### 4.1. CENTRO ASISTENCIAL MÁS PRÓXIMO

Localidad: Palma

Municipio: Palma

Provincia: Islas Baleares

Código postal: 07198

Tipo de centro: Centro de salud Son Ferriol.

Teléfono provincial: 971 42 81 69

#### **4.2. HOSPITAL MÁS PRÓXIMO**

HOSPITAL SANT JOAN DE DÉU

Municipio: Palma

Provincia: Islas Baleares.

Código postal: 07007

Teléfono provincial: 971 46 16 02

#### **5. CLASIFICACIÓN DE LA OBRA SEGÚN EL R.D. 1627/97**

La Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales determina las garantías y responsabilidades necesarias para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo. Los aspectos técnicos de las medidas preventivas se establecen a través de normas técnicas complementarias. Entre estas normas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y salud en las obras de construcción como es el R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

En las obras de construcción intervienen personas que hasta hoy no han tenido reguladas medidas de prevención, así este R.D. 1627/97 se ocupa de las obligaciones en materia de seguridad del promotor, del proyectista, del contratista y de los trabajadores autónomos, muy habituales en este tipo de obras, así como de los trámites y documentos necesarios para garantizar esta seguridad.

Según este R.D. 1627/97 se distingue las obras de construcción principalmente por su tamaño en la ejecución, que implica a mayor obra mayor presupuesto y más necesidad de trabajadores en la obra, por lo cual es necesaria describir más ampliamente las medidas técnicas de prevención de riesgos a tomar.

Por esta razón se clasifican las obras según unos supuestos, que en el caso de cumplirse se hace necesario un Estudio de Seguridad y Salud y en el caso de que las características de la obra no cumplan ningún supuesto se presenta un Estudio Abreviado de Seguridad, más simple debido al menor número de riesgos evitables en esa obra.

Este Estudio de Seguridad y Salud tiene por finalidad dar cumplimiento al artículo 4 del R.D. 1627/1997 apartado 1. Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra. El Contratista podrá tomar nota o sacar copia a su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos. El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.



## 6. UNIDADES QUE COMPONEN LA OBRA

Para la realización del presente proyecto de ejecución de obra se tendrán en cuenta las siguientes unidades constructivas:

- Trabajos de replanteo topográfico
- Desbroce y limpieza del terreno
- Excavación de zanjas y pozos.
- Rellenos y compactado.
- Estructura Metálica.
- Zapatas y muros de hormigón armado.
- Armado de apoyo y tendido de conductores.
- Conexionado de instalaciones eléctricas.
- Contactos eléctricos.

En el Punto 15 se incluyen todos los procedimientos sobre recomendaciones de seguridad para las distintas unidades constructivas que van a componer la ejecución de las obras. También se recogen los Riesgos Asociados a cada actividad con su correspondiente Evaluación de Riesgos, los Equipos de Protección Individual recomendados para eliminar o minimizar esos riesgos y las Instrucciones de Operatividad, compendio de recomendaciones de seguridad para el proceso y desarrollo de los trabajos en cuestión, aplicables a cada unidad constructiva.

## 7. EQUIPOS TÉCNICOS

Para la ejecución de las obras, se prevé que se utilicen los siguientes equipos técnicos:

- Maquinaria de movimiento de tierras.
- Maquinaria de elevación y transporte.
- Elementos de izado.
- Herramientas Eléctricas.

Se incluyen en el Punto 16 todos los procedimientos sobre recomendaciones de seguridad para los distintos equipos técnicos utilizados en la ejecución de las obras. También se podrán encontrar los Riesgos Asociados a cada actividad con su correspondiente Evaluación de Riesgos, los Equipos de Protección Individual recomendados para eliminar o minimizar esos riesgos así como las Instrucciones de Operatividad, compendio de recomendaciones de seguridad para el proceso y desarrollo de los trabajos en cuestión, aplicables a cada equipo técnico.

## 8. MEDIOS AUXILIARES

Escaleras de mano

En el Punto 17 se incluyen todos los procedimientos sobre recomendaciones de seguridad para los distintos medios auxiliares utilizados en la ejecución de las obras, identificados anteriormente. Del mismo modo, se

podrán encontrar los Riesgos Asociados a cada actividad con su correspondiente Evaluación de Riesgos, los Equipos de Protección Individual recomendados para eliminar o minimizar esos riesgos y las Instrucciones de Operatividad, compendio de recomendaciones de seguridad para el proceso y desarrollo de los trabajos en cuestión, aplicables a cada medio auxiliar.

## **9. RIESGOS INHERENTES EN LAS OBRAS Y MEDIDAS DE PREVENCIÓN**

Debido al desarrollo normal de los trabajos de ejecución de las obras recogidas en el proyecto de ejecución, se contará con los riesgos que a continuación se exponen:

- Caídas en altura
- Trabajos superpuestos
- Manipulación manual de cargas
- Medidas de Prevención en Trabajos Eléctricos Para dichos riesgos se especifican las siguientes recomendaciones:
- Orden y limpieza
- Protecciones colectivas

En el Punto 18 se incluyen las recomendaciones de seguridad para diversos riesgos cuya presencia suele resultar habitual en cualquier ejecución de obra, así como las Instrucciones de Operatividad para las recomendaciones anteriormente indicadas.

Además de estos riesgos y debido a las peculiares características de las instalaciones donde se van a realizar los trabajos, también estarán presentes los siguientes riesgos.

### **9.1. RIESGOS LABORALES EVITABLES**

Se exponen a continuación los riesgos excepcionales que pueden ser evitados gracias a unas medidas de prevención oportunas:

- Riesgos derivados de la rotura de instalaciones eléctricas existentes
- Riesgos derivados de contactos accidentales con instalaciones eléctricas, tanto aéreas como subterráneas.
- Riesgos modificados por la presencia de electricidad.
- Riesgos derivados de la rotura de instalaciones de agua existentes.
- Riesgos modificados por la presencia de agua.
- Riesgos derivados de la rotura de instalaciones de gas existentes.
- Riesgos modificados por la presencia de gas.
- Riesgos derivados de la realización de diversos trabajos en circunstancias climáticas desfavorables.

Antes de iniciar los trabajos, el contratista encargado de estos deberá informarse de la existencia o situación de las diversas canalizaciones de servicios existentes, tales como electricidad, agua, gas, etc., y su zona de influencia.

Caso de encontrarse con ellas, se deberán señalar convenientemente, se protegerán con medios adecuados y, si fuese necesario, se deberá entrar en contacto con el responsable del servicio que afecte al área de los trabajos para decidir de común acuerdo las medidas preventivas a adoptar, o en caso extremo, solicitar la suspensión temporal del suministro del elemento en cuestión. Se establecerá un programa de trabajos claro que facilite un movimiento ordenado en su lugar de personal, medios auxiliares y materiales.

## **10. SERVICIOS SANITARIOS**

Según el R.D. 1627/1997 de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, "Deberán adaptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina".

Además, aquellos centros de trabajos que cuenten con más de 250 trabajadores deberán disponer de un D.U.E al frente del local de primeros auxilios.

Se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los Centros asignados para urgencias, ambulancias, taxis, etc., para garantizar un transporte rápido de los posibles accidentados.

## **11. SERVICIOS HIGIÉNICOS**

Los servicios higiénicos y locales de descanso deberán cumplir las disposiciones mínimas exigidas en el anexo 4 del R.D. 1627/97 en sus puntos 15 y 16., así como los reflejados en el anexo V del R.D. 486/97.

Dispondrá de servicios higiénicos suficientes y reglamentarios. Se dispondrá de medios que faciliten su evacuación o traslado a lugares específicos destinados para ello, de modo que no se agrede al medio ambiente. Se puede considerar la instalación de los llamados W.C químicos, idóneos para zonas aisladas sin posibilidad de evacuación a alcantarillado.

## **12. PRESENCIA DE RECURSOS PREVENTIVOS EN OBRA**

Con objeto de dar cumplimiento a lo especificado en el artículo segundo del R.D. 604/2006, sobre la presencia de recursos preventivos del contratista en las obras de construcción, se indica de forma genérica, tal y como establece en la disposición tradicional decimocuarta de la Ley 31/1995 (añadida por la Ley 54/2003), los supuestos en los que dicha presencia será obligatoria (Anexo II RD 1627/1997):

“Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores”

Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento o caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.

Trabajos en los que la exposición a agentes químicos o biológicos suponga un riesgo de especial gravedad, o para los que la vigilancia específica de la salud de los trabajadores sea legalmente exigible.

Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes para los que la normativa específica obliga a la delimitación de zonas controladas o vigiladas.

Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión. Trabajos que expongan a riesgo de ahogamiento por inmersión.

Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.

Trabajos realizados en inmersión con equipo subacuático. Trabajos realizados en cajones de aire comprimido.

Trabajos que impliquen el uso de explosivos.

Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.”

Con respecto a los trabajos que se tienen que realizar en obra, en los únicos puntos en el que sería aplicable la presencia de recursos preventivos sería en:

Trabajos con riesgos especialmente graves de sepultamiento, hundimiento caída de altura, por las particulares características de la actividad desarrollada, los procedimientos aplicados, o el entorno del puesto de trabajo.

Trabajos con exposición a radiaciones ionizantes para los que la normativa específica obliga a la delimitación de zonas controladas o vigiladas.

Trabajos en la proximidad de líneas eléctricas de alta tensión.

Obras de excavación de túneles, pozos y otros trabajos que supongan movimientos de tierra subterráneos.

Trabajos que requieran montar o desmontar elementos prefabricados pesados.

En concreto en las operaciones en las que existan riesgos especialmente graves de caída de altura, como son los trabajos en los que el uso de arnés anticaídas se haga necesario por no poder disponer de protecciones colectivas durante su ejecución.

En la ejecución de los trabajos indicados, se contará con la presencia de recursos preventivos designados por la obra, que contarán con una formación básica en materia de seguridad y salud de 60 horas.

Se entiende en todo caso, que el recurso preventivo deberá estar presente siempre que no se puedan adoptar en obra medidas bien organizativas (cambio de forma ejecución de los trabajos, etc.) o de seguridad (colocación de barandillas de protección, redes horizontales o verticales, o cualquier otro sistema de protección colectiva), que haga que el riesgo se encuentre controlado.

### **13. PLAN DE EMERGENCIAS**

El Plan de emergencia a elaborar por el contratista principal, debe definir la actuación del personal que se encuentre trabajando, ante situaciones de urgencia originadas por sucesos no deseados con el fin de:

- Proteger a los trabajadores y a personas ajenas a la obra
- Asegurar la coordinación del personal de obra con las Autoridades.
- Evitar o minimizar daños en la construcción

El Plan de emergencia se encontrará disponible en todo momento en la obra para información y consulta de los trabajadores

El Plan de Emergencia se podrá modificar por el contratista principal con aprobación expresa de la Dirección facultativa de la obra.

El plan de emergencia será de obligado cumplimiento para todo su personal así como el de los subcontratistas asociados, que se encontrará dentro del Plan de Seguridad y Salud de la obra.

### **14. UNIDADES CONSTRUCTIVAS**



## **14.1. TRABAJOS DE REPLANTEO TOPOGRÁFICO**

### **14.1.1. Objeto**

En esta fase, los trabajos a realizar comprenden el replanteo de toda la zona donde se van a realizar los trabajos de construcción y donde se van a ubicar los servicios y zonas de acopio y almacenamiento de materiales. También se incluyen los accesos a la zona de obra.

### **14.1.2. Riesgos asociados a la actividad**

- Caídas al mismo nivel.
- Caídas a distinto nivel.
- Golpes con objetos y herramientas.
- Heridas punzantes.
- Picaduras de insectos.
- Ataques de animales.
- Exposición a ambientes climatológicos adversos frío / calor.
- Atropellos.
- Los riesgos derivados del terreno en el que se actúe.

## **14.2. TORCEDURAS Y ESGUINCES**

### **14.2.1. Equipos de protección individual recomendados**

- Todo el personal utilizará:
- Casco de seguridad
- Mono de trabajo
- Calzado de seguridad.
- Guantes.
- Chaleco reflectante.

El personal dispondrá de elementos de abrigo eficaces frente al frío y la lluvia, (anoraks, chubasqueros etc.). Si se han de realizar trabajos en presencia de agua, charcos etc. se dotará a los peones que lo necesiten de botas de agua. Siempre que se trabaje en la zona de afección de una vía abierta al tráfico se utilizará peto o mono reflectante de alta visibilidad. En los trabajos de clava de picas, bases etc., se dotará a los trabajadores de guantes de serraje. En aquellos replanteos en los que se utilice yeso para marcar, se utilizarán guantes de goma para evitar afecciones de la piel. Para todos aquellos trabajos que se realicen en el entorno de maquinaria trabajando los operarios irán equipados con chaleco reflectante.

### **14.2.2. Protecciones colectivas**

Existirá un medio de comunicación eficiente (radioteléfono, emisoras, teléfono móvil etc.) entre el operador del aparato topográfico o jefe de equipo y los peones destacados a una distancia lejana.

Los trabajos se realizarán con iluminación natural suficiente.

Los vehículos que circulen por la obra durante el movimiento de tierras deberán llevar rotativo luminoso.

Se dispondrá de señalización interior de obra para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones en la zona de obra donde se realizan los trabajos.

#### **14.2.3. Instrucciones de operatividad**

Si es necesario cortar las estacas, se utilizará una sierra de mano en una mesa de corte, preferiblemente utilizada por dos personas. Si la estaca ya está clavada, la sierra la manejará una única persona.

Cuando haya que adentrarse en maleza o en vegetación intensa se procederá a cerrar las mangas y las perneras de la ropa de trabajo, a fin de evitar raspones, cortes o picaduras.

No se levantarán piedras salvo las que sea imprescindible, y tomando precauciones.

No se utilizarán los spray de pintura para marcar sin antes haber leído las instrucciones del fabricante. Nunca se inhalarán estos vapores ni se rociará la piel de personas con la pintura.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección como trajes de agua, gafas antiproyecciones y antiimpactos, etc., se dotará de los mismos a los trabajadores.

En todo caso, los equipos de protección individual estarán homologados para realizar los trabajos que con ellos se ejecuten.

### **14.3. DESBROCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO**

#### **14.3.1. Objeto**

Este procedimiento consiste en extraer y retirar de las zonas afectadas por la obra todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier otro material indeseable.

Incluye la deforestación, destocoado, corte y limpieza de troncos, traslado y acopio de éstos, y cualesquiera otras operaciones precisas.

#### **14.3.2. Riesgos asociados a la actividad**

- Caídas al mismo y a distinto nivel.
- Caída de objetos.
- Atropellos y colisiones.
- Aplastamientos.
- Vuelcos de maquinaria.
- Atrapamientos y golpes con partes móviles de maquinaria.
- Golpes y cortes por objetos o herramientas.
- Polvo.
- Sobreesfuerzos y lesiones internas por vibraciones.
- Ruido. Proyección de partículas.

- Electrocutaciones.
- Incendios.
- Accidentes causados por seres vivos: picaduras de insectos, mordeduras.

#### **14.3.3. Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad.
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Chaleco reflectante.

Los maquinistas y conductores utilizarán calzado con suela antideslizante y cinturón antivibratorio en caso necesario. Cuando salgan de la cabina utilizarán casco de seguridad y chaleco reflectante.

En caso de formación de polvo se utilizarán mascarillas antipolvo.

Los operarios que deban permanecer o desplazarse a través de las zonas de movimiento de vehículos y maquinaria utilizarán de forma obligatoria chalecos reflectantes.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, como guantes, protectores auditivos, etc., se dotará a los trabajadores de estos.

#### **14.3.4. Protecciones colectivas**

La maquinaria que emplear en la ejecución de los trabajos dispondrá de señalización acústica de marcha atrás. Se prohibirá la presencia o permanencia de personas dentro del radio de acción de las máquinas y vehículos de transporte. Los vehículos que circulen por la obra durante el movimiento de tierras deberán llevar rotativo luminoso.

#### **14.3.5. Instrucciones de operatividad**

En las operaciones de carga de los vehículos no se circulará por el lado opuesto al que se realiza la carga.

En la ejecución de las operaciones de retirada de tierras acopiadas en montículos de altura considerable (altura superior a la de la máquina que realice los trabajos), se evitará socavar la base de los montículos con el objeto de evitar el riesgo de sepultamiento por desprendimiento de la parte superior del montículo sobre las máquinas.

En caso de concentración de personas se acompañará la marcha atrás de los vehículos con señales acústicas, siendo conveniente que ésta sea dirigida por un operario que se situará en el costado izquierdo del vehículo.

Antes de la salida de la obra los vehículos cargados se comprobarán el estado de la carga, eliminando aquellos materiales que pudieran caer durante el trayecto. La carga se cubrirá con una lona para evitar caída de materiales.

No se permitirá a los trabajadores permanecer dentro del radio de acción de las máquinas.

No se transportará a personas en vehículos y máquinas, excepto en aquellas que tengan asiento para acompañante.

Las máquinas y vehículos aparcarán o se estacionarán fuera de la zona de trabajo para evitar colisiones.

En zona de producción de polvo, se regará para evitarlo, siempre que sea posible.

Cualquiera que sea la manipulación que efectuar en máquinas o en vehículos de obra, se hará con esta parada y calzando o bloqueando las partes móviles que pudieran ponerse en funcionamiento de forma inesperada.

## **14.4. EXCAVACIÓN DE ZANJAS Y POZOS**

### **14.4.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante los trabajos en zanjas y pozos.

### **14.4.2. Riesgos asociados a la actividad**

- Desprendimientos de tierras.
- Caídas de materiales al interior de las zanjas y pozos por desplome o derrumbamiento.
- Caídas al mismo y a distinto nivel.
- Caídas de objeto por manipulación
- Sepultamiento.
- Aplastamientos y golpes con objetos.
- Atrapamientos de personas por maquinaria.
- Atropellos, colisiones y vuelcos de la maquinaria.
- Interferencia de conducciones enterradas.
- Inundaciones.
- Sobreesfuerzos.
- Electrocuciiones.
- Polvo.
- Ruido.
- Proyección de fragmentos o partículas.

### **14.4.3. Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad
- Mono de trabajo
- Calzado de seguridad.
- Arnés y cuerda de seguridad

Los maquinistas y conductores utilizarán calzado con suela antideslizante, y cinturón antivibratorio en caso necesario. Cuando salgan de la cabina usarán casco de seguridad.



Para todos aquellos trabajos que se realicen en el entorno de maquinaria trabajando los operarios irán equipados con chaleco reflectante.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, como mascarillas, botas de agua, etc., se dotará de los mismos a los trabajadores.

En todo caso, los equipos de protección individual serán los homologados para realizar los trabajos que con ellos se ejecuten.

#### **14.4.4. Equipos de protección colectiva**

Siempre que se prevea circulación de personas en las proximidades de las zanjas o pozos se señalizarán con cinta de plástico bicolor o malla plástica naranja sobre redondos metálica y se dispondrá de cartel indicativo. Si la zanja o pozo tuviera más de 2,00 metros de profundidad, se protegerán con barandillas los bordes de excavación.

Las zonas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas, señalizando el paso de vehículos y personas.

Los productos procedentes de la excavación se acopiarán a un único lado de la zanja manteniendo una distancia de seguridad nunca inferior a 2 metros y dejando el otro lado libre para accesos en condiciones aceptables de orden y limpieza.

Los vehículos que circulen por la obra durante el movimiento de tierras deberán llevar rotativo luminoso.

Se evitará sobrecargar las cabezas de las excavaciones con acopios de materiales

#### **14.4.5. Instrucciones de operatividad**

Cuando al excavar se encuentre cualquier anomalía no prevista, como variación de los estratos y/o de sus características, cursos de agua subterránea, restos de construcciones, valores arqueológicos, se parará la obra, al menos en ese tajo, y se comunicará a la Dirección Técnica.

Antes de bajar el personal a zanjas donde puedan existir gases, se reconocerá el tajo por persona responsable.

Se prohibirá el acopio de las tierras procedentes de la excavación sobrecargando las cabezas de los taludes de las zanjas y pozos a ejecutar.

Cuando el terreno excavado pueda transmitir enfermedades contagiosas, se desinfectará antes de su transporte, y no podrá utilizarse en este caso, como terreno de préstamo, debiendo el personal que lo manipula estar equipado adecuadamente.

En zanjas y pozos profundos donde el operario de la máquina no vea el fondo de estos, la operación estará dirigida por un solo ayudante que permanecerá fuera del radio de acción de la máquina.

Cuando las zanjas tengan una profundidad superior a 1,50 metros, se dispondrán escaleras de mano cada 15,00 metros en los lugares en que se esté trabajando, para facilitar el acceso y la salida a la misma. Esta sobrepasará 1,00 metro el borde de la zanja.

La anchura de la zanja será tal que permita la ejecución de los trabajos y cumplirá lo establecido en este sentido en el Proyecto de Ejecución de la obra y de acuerdo con las instrucciones de la Dirección Facultativa.

La maquinaria contará con señal acústica de marcha atrás. En caso de concentración de personas, es conveniente que la marcha atrás sea dirigida por un operario, que se situará en el costado izquierdo de la máquina.

Está totalmente prohibido transportar personas en vehículos excepto en aquellos que tengan asiento para acompañante.

Siempre que no se pueda dar un talud estable a las zanjas se entibarán.

Cuando las condiciones del terreno no permitan la permanencia de personal dentro de la zanja antes de su entibado, será obligatorio hacer éste desde el exterior de esta. Se emplearán dispositivos que colocados desde el exterior, protejan al personal que posteriormente descenderá a la zanja.

Las paredes que entibar serán verticales. La entibación debe adherirse perfectamente al terreno, rellenando el trasdós si fuera necesario.

Las entibaciones sobresaldrán 0,30 metros de las zanjas o pozos de forma que impida la caída de pequeño material al fondo de esta.

La entibación no se retirará hasta la total terminación de los trabajos.

En trabajos nocturnos o en aquellos en los que la iluminación natural sea insuficiente para la correcta ejecución de los trabajos, se iluminarán éstos conforme a lo indicado en la legislación vigente.

## **14.5. RELLENOS Y COMPACTADO**

### **14.5.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante los trabajos en relleno y compactado.

### **14.5.2. Riesgos asociados a la actividad**

- Atropellos de personas.
- Aplastamientos.
- Vuelcos de maquinaria.
- Caídas al mismo y a distinto nivel.
- Atrapamientos y golpes con partes móviles de maquinaria.
- Colisión de vehículos.
- Electrocuciiones y quemaduras.
- Ruido.

### **14.5.3. Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad
- Mono de trabajo
- Calzado de seguridad.

Los maquinistas utilizarán calzado con suela antideslizante y cinturón antivibratorio en caso necesario.

En caso de formación de polvo se utilizarán mascarillas antipolvo.

Los trabajadores que estén en el entorno de las máquinas deben utilizar chaleco reflectante.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, como protectores auditivos, guantes, etc., se dotará a los trabajadores de estos.

#### **14.5.4. Equipos de protección colectiva**

En todo momento se mantendrá las zonas de trabajo limpias, ordenadas y suficientemente iluminadas, si fuese preciso hacer trabajos nocturnos.

Se regarán con la frecuencia precisa las áreas en que los trabajos puedan producir polvo. Se señalizarán oportunamente los accesos y recorridos de vehículos.

Cuando sea obligado el tráfico rodado por zonas de trabajo, éstas se delimitarán convenientemente, indicándose los distintos riesgos con las correspondientes señales de tráfico y de seguridad.

Los accesos a la vía pública contarán con señales triangulares de peligro indefinido con placas con la inscripción "salida de camiones"

#### **14.5.5. Instrucciones de operatividad**

No se permitirá a los trabajadores permanecer dentro del radio de acción de las máquinas.

Se prohíbe el transporte de personal fuera de la cabina de conducción y/o en número superior a los asientos existentes en el interior.

Toda la maquinaria contará con señal acústica de marcha atrás.

Las máquinas y vehículos aparcarán o se estacionarán fuera de la zona de trabajo para evitar colisiones. Existirá en la obra una zona para el aparcamiento.

Cualquiera que sea la manipulación que efectuar en máquinas o en vehículos de obra, se hará con esta parada, y calzando o bloqueando las partes móviles que pudieran ponerse en funcionamiento de forma inesperada.

En zona de producción de polvo, se regará para evitarlo, siempre que sea posible.

Se evitará en lo posible la circulación de máquinas y vehículos en las proximidades de los bordes de excavación para evitar sobrecargas y efectos de vibraciones.

En caso de concentración de personas se acompañará la marcha atrás de los vehículos con señales acústicas, siendo conveniente que ésta sea dirigida por un operario que se situará en el costado izquierdo del vehículo.

El ayudante en las operaciones de descarga se situará suficientemente alejado del vehículo o máquina. Indicará mediante un jalón o sistema similar, el lugar en el que se debe producir la descarga.

Las descargas de volquetes en rellenos se realizarán en lugares estables, y lo más horizontales posibles, no aproximándose demasiado al talud, marcando el mismo con unos topes.

Después de bascular, la caja del vehículo deberá estar totalmente bajada antes de reanudar la marcha.

En trabajos nocturnos, la iluminación será adecuada para realizar los trabajos sin riesgo alguno.

## **14.6. ESTRUCTURA METÁLICA**

### **14.6.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante el trabajo con estructuras metálicas.

### **14.6.2. Riesgos asociados a la actividad**

- Caída de personas al mismo y a distinto nivel
- Caídas de materiales en manipulación
- Caída incontrolada de cargas suspendidas
- Aplastamientos y golpes.
- Atrapamiento de extremidades
- Electrocuciiones
- Quemaduras
- Sobreesfuerzos
- Cortes y heridas en la manipulación de materiales

### **14.6.3. Equipos de protección individual recomendados**

Será obligatorio el uso del casco, botas antideslizantes y ropa de trabajo. Los soldadores usarán protección ocular, mandil, guantes y polainas. El personal que maneje perfiles metálicos y materiales usará guantes. Los trabajadores utilizarán cinturones portaherramientas.

Aquellos trabajos en los que exista riesgo de caída a distinto nivel y no se encuentren protegidos por redes o barandillas se realizarán con arnés anticaídas atado a puntos fuertes de la estructura. Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, se dotará a los trabajadores de estos.

### **14.6.4. Equipos de protección colectiva**

Los trabajos de soldadura en altura se realizarán preferiblemente desde plataformas de trabajo montadas sobre andamio tubular o sistema equivalente.

En todo momento se mantendrán las zonas de trabajo limpias y ordenadas. A nivel del suelo se acotarán las áreas de trabajo o de paso en las que haya riesgo de caída de objetos.

Se reducirá todo lo posible la permanencia o paso de personas bajo cargas suspendidas. Se dispondrá la señalización de seguridad adecuada para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones para evitar accidentes.

### **14.6.5. Instrucciones de operatividad**

Los trabajos de soldadura en altura se realizarán preferentemente desde andamios tubulares con plataformas de trabajo protegidas por barandillas en todo su contorno.



Siempre que en el izado de materiales el tamaño o forma de éstos pueda ocasionar choques con la estructura u otros elementos, se guiará la carga con cables o cuerdas de retención.

Cuando el gruista no tenga correcta visibilidad en las maniobras de aproximación y presentación de piezas metálicas será auxiliado por un señalista.

El estrobado de los perfiles metálicos y estructuras a transportar con grúa, se hará de modo cuidadoso y con eslingas en buen estado.

Cuando las condiciones del montaje no permitan trabajar en un andamio, se hará uso del arnés anticaídas.

Los trabajos de soldadura en altura se realizarán preferentemente desde andamios tubulares. Además, los operarios sujetarán el arnés de seguridad, a cables, argollas o perfiles.

Durante el transporte y elevación de los perfiles metálicos no se permitirá que nadie bajo ningún concepto permanezca sobre ellos.

No se elevarán pesos superiores a los estipulados para cada tipo de grúa.

Los elementos metálicos serán soldados con la mayor rapidez posible. Nunca se colocará un elemento sobre otro que esté simplemente punteado.

La manipulación de perfilería metálica se realizará con guantes de cuero.

En trabajos nocturnos o en aquellos en los que la iluminación natural sea insuficiente para su correcta ejecución, se adoptarán los niveles de iluminación necesarios para una correcta ejecución de los trabajos.

## **14.7. ZAPATAS Y MUROS DE HORMIGÓN ARMADO**

### **14.7.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la ejecución de los trabajos de zapatas de hormigón armado.

### **14.7.2. Riesgos asociados a la actividad**

En la fabricación y puesta en obra de ferralla

- Caídas al mismo y a distinto nivel.
- Aplastamientos y golpes durante la carga, transporte y descarga de los paquetes de ferralla.
- Caída de paquetes de ferralla o de armaduras premontadas durante las operaciones de izado y transporte.
- Cortes y heridas en extremidades.
- Lumbalgias por sobreesfuerzos.
- Electrocución.
- Proyección de partículas a los ojos.
- Pisadas sobre objetos punzantes.

Puesta en obra del hormigón

- Caídas al mismo y a distinto nivel.
- Caída de cargas suspendidas en las operaciones de hormigonado.
- Dermatitis por contacto de la piel con el hormigón.
- Proyección de partículas a los ojos en las operaciones de vertido.
- Quemaduras por contacto de la piel con el hormigón.
- Lumbalgias por sobreesfuerzos.
- Electrocuciiones.
- Cortes y heridas.

Derivados de la excavación ejecutada

- Desprendimientos de terreno.
- Caídas a distinto nivel al interior de los pozos de cimentación.
- Atropellos y golpes de máquinas.
- Lumbalgias por sobreesfuerzos.
- Electrocuciiones.

#### **14.7.3. Equipos de protección individual recomendados**

- Casco de seguridad.
- Mono de trabajo.
- Calzado de seguridad.

Los maquinistas y conductores utilizarán calzado con suela antideslizante y cinturón antivibratorio en caso necesario. Cuando salgan de la cabina utilizarán casco de seguridad.

El personal que se encargue de la manipulación de armaduras empleará guantes de cuero y hombreras en su caso.

Los operarios encargados de la puesta en obra del hormigón utilizarán botas y guantes de goma.

Para todos aquellos trabajos que se realicen en el entorno de maquinaria trabajando los operarios irán equipados con chaleco reflectante.

Siempre que las condiciones de trabajo exijan otros elementos de protección, como mascarillas, botas de agua, etc., se dotará de los mismos a los trabajadores.

En todo caso, los equipos de protección individual serán los homologados para realizar los trabajos que con ellos se ejecuten.

#### **14.7.4. Equipos de protección colectiva**

Aquellas esperas sobre las que exista riesgo de caída encima de ellas se protegerán con tapones de plástico para pequeñas alturas. Todas las zanjas y pozos de más de 2,00 m de altura se protegerán con barandillas. En todo momento las zonas de trabajo se mantendrán limpias y ordenadas.

Se dispondrá de señalización interior de obra para advertir de riesgos y recordar obligaciones o prohibiciones para evitar accidentes.

#### **14.7.5. Instrucciones de operatividad**

Siempre que se prevea circulación de personas en las proximidades de las zanjas o pozos de cimentación se señalizarán con cinta de plástico bicolor sobre redondo metálico y se dispondrá de cartel indicativo. Si la zanja o pozo tuviera más de 2,00 metros de profundidad, se protegerán con barandillas los bordes de coronación.

Cuando la profundidad de la cimentación excavada sea superior a 1,50 m se colocarán escaleras para facilitar el acceso o salida de la excavación.

Antes de proceder al refino de las paredes de las zanjas y pozos se desmocharán las cabezas de la excavación para evitar caída del material al interior en el momento en que los trabajadores se encuentren en el fondo de esta.

Los pozos de cimentación de más de 2,00 metros de profundidad se rellenarán en el día.

Se habilitará en obra un espacio dedicado al acopio clasificado de los redondos de ferralla, próximo al lugar de montaje.

La descarga de los paquetes de redondos de los camiones de transporte será realizada ahorcando los paquetes con eslingas. En caso de paquetes alargados se estrobarán éstos de un mínimo de dos puntos, izándolos en horizontal.

Se prohibirá el enganche de los paquetes de redondos para su transporte con la grúa, de los latiguillos con los que vienen empaquetados de fábrica. Sólo se permitirá el enganche de los citados latiguillos para elevar ligeramente los paquetes y colocar durmientes de madera para poder realizar el ahorcado con las eslingas.

Una vez eslingados correctamente los paquetes y antes de su izado definitivo, se bajarán de la caja los operarios que realizaron el estrobo, comenzando el izado de forma lenta con el objeto de detectar enganchones del paquete con el resto de los paquetes del camión. En caso de observarse algún enganchón se procederá a para el izado, realizando las operaciones necesarias para liberar el paquete con ayuda de barras de uña u otros elementos similares, evitando realizar esta operación directamente con las manos.

Durante las operaciones de izado y colocación de armaduras y redondos en las zonas de acopio, se prohibirá el paso de terceros bajo las cargas suspendidas. En caso de ser necesario el guiado de las cargas, éste se realizará mediante el empleo de cuerdas guía atadas a los paquetes, evitándose realizar el guiado directamente con las manos.

Los paquetes de redondos se acopiarán en posición horizontal sobre durmientes de madera, capa a capa, evitándose las alturas superiores a 1,00 m.

Los desperdicios de recortes de hierro se recogerán acopiándose en el lugar destinado al efecto para su posterior transporte a vertedero.

Las maniobras de aproximación de las hormigoneras en marcha atrás al borde de las excavaciones serán dirigidas por un auxiliar.

Se evitará durante las operaciones de hormigonado de las zapatas, que los operarios pisen en los desplazamientos directamente sobre las armaduras, colocando plataformas de paso de al menos 60 cm de ancho.

Se evitará la permanencia de personas debajo de cargas suspendidas. La obra se limpiará periódicamente de restos de materiales.

La obra se mantendrá ordenada en los acopios y en la distribución de los medios a emplear.

En trabajos nocturnos o en aquellos en los que la iluminación natural sea insuficiente para la correcta ejecución de los trabajos, se iluminarán éstos conforme a lo indicado en la legislación vigente.

## **14.8. ARMADO DE APOYOS Y TENDIDO DE CONDUCTORES**

### **14.8.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante los trabajos de armado de apoyos y tendido de cables.

### **14.8.2. Riesgos asociados a la actividad**

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento
- Caída de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes/Cortes por objetos o herramientas
- Proyección de fragmentos o partículas
- Contacto eléctrico en tendido de conductores, (cruzamiento con líneas A.T.)

### **14.8.3. Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
- Botas de seguridad con puntera y plantilla reforzada y suela antideslizante.
- Guantes de trabajo.
- Cinturón de seguridad con arnés.
- Ropa de trabajo para el mal tiempo.
- Gafas de protección contra las proyecciones de fragmentos o partículas.

### **14.8.4. Instrucciones de operatividad**

- Se armarán los apoyos enteros en el suelo y se izarán con grúa adecuada al tonelaje y altura de estos. Con este procedimiento se obtiene una máxima reducción de los trabajos en altura, que constituyen, evidentemente, uno de los mayores peligros en esta fase de montaje de líneas.
- Durante el armado e izado de apoyos, los operarios trabajarán con todos los elementos de protección personal obligatorios y evitando el trabajo de dos o más operarios a diferentes alturas, en la misma vertical. Esta forma de actuación se mantendrá durante el apriete final y graneteado de los tornillos, donde a cada operario se le asignará un área de trabajo.



- Se deberá de instalar una línea de vida para los trabajos en altura.
- Se montarán protecciones sobre caminos, carreteras, ferrocarriles y líneas de baja tensión.
- Las líneas de M.T., hasta 25 kV, se puentearán con cables subterráneos y la conexión se realizará con la línea en descargo.
- La máquina de freno, el cabrestante, los caballetes alzabobinas y el recuperador de cable se colocarán siempre manteniendo la horizontabilidad.
- El tendido del cable piloto se hará manualmente o mediante tractor, dependiendo de los cultivos existentes.
- La elevación del piloto requiere especial atención, evitando los enganches en rocas y arbustos, que al desprenderse producen movimientos incontrolados que pueden ser causa de accidentes.
- El tendido de conductores se ejecutará mecánicamente mediante frenado hidráulico del conductor y tracción del cable piloto, efectuada por un cabrestante equipado con interruptor de parada automática ante una elevación imprevista de la tracción.
- La vigilancia permanente de este tendido con la interconexión radiofónica entre maquinistas y vigilantes es el factor más importante para evitar accidentes.
- Se fijará el cabrestante y la máquina de freno, mediante como mínimo, dos puntos de anclaje, independientes entre sí (no usar el mismo cable para los dos puntos de anclaje) y dos puntillas por cada punto de anclaje. Se usarán cables de acero con gasas y se harán las uniones utilizando grillete. Se bajarán siempre las patas estabilizadoras.
- Es obligatorio reforzar las crucetas en las siguientes situaciones:
  - Cuando el ángulo formado por el cable que sale de las máquinas (freno y cabrestante) y la horizontal es superior a 20°.
  - Cuando el desnivel entre dos apoyos consecutivos es superior al 25% (25 m de desnivel) por cada 100 m de vano.
- Se vigilará escrupulosamente que la lanzadera pasa bien por las poleas.
- Se vigilarán las puntillas y en general los anclajes de carga, parando las maniobras si se observa alguna deficiencia y no reanudándose el trabajo hasta haberla subsanado.
- Se controlará la tracción y velocidad manteniéndolos lo más uniforme posible, para que no se produzcan oscilaciones, paradas o sacudidas entre las dos máquinas.
- Guardar las distancias de seguridad a las líneas que estén en tensión:
  - 3 m en instalaciones hasta 66.000 V.
  - 5 m en instalaciones superiores a 66.000 V.
- Los operarios evitarán ponerse debajo de las cargas en la fase de elevación y colocación de las cadenas de aisladores.
- Durante la elevación de la cadena, el operario debe abandonar el punto de la cruceta. En las cadenas de suspensión, se arriostará la cruceta cuando vaya a sufrir esfuerzos superiores a los previstos en su posición definitiva.
- Se accederá al carro a través de barra, apoyada en cruceta y conductor, permaneciendo en todo momento sujeto con el cinturón al conductor.

- En el carro se permanecerá en todo momento con el cinturón atado en todo momento al conductor. Se deberá comprobar que todas las herramientas con que se va a trabajar reúnen las condiciones necesarias y se revisará la maquinaria y vehículos utilizados en obra, con una periodicidad mensual, reparando las anomalías detectadas.

## **14.9. CONEXIONADO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS**

### **14.9.1. Objeto**

En este procedimiento se establecen las medidas de seguridad necesaria para llevar a cabo los trabajos de conexiones eléctricas.

### **14.9.2. Riesgos asociados a la actividad**

- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de objetos o componentes sobre personas.
- Caída de objetos por desplome o derrumbamiento.
- Caída de objetos desprendidos.
- Pisadas sobre objetos.
- Choques contra objetos móviles.
- Proyecciones de partículas a los ojos.
- Heridas en manos o pies por manejo de materiales.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes y cortes por manejo de herramientas.
- Atrapamientos por o entre objetos.
- Atrapamientos por vuelco de máquinas, vehículos o equipos.
- Quemaduras por contactos térmicos.
- Exposición a descargas eléctricas.
- Exposición a sustancias nocivas o tóxicas.
- Contactos con sustancias cáusticas y/o corrosivas.
- Incendios.
- Explosiones.
- Atropellos o golpes por vehículos en movimiento.
- Exposición a factores atmosféricos extremos.
- Caída de materiales por la mala ejecución de la maniobra de tendido o fallo mecánico de equipos.
- Contactos eléctricos.

- Golpes de equipos, en su izado, contra otras instalaciones.

#### **14.9.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Casco homologado.
- Chaleco reflectante.
- Botas de seguridad con puntera reforzada.
- Guantes contra riesgos eléctricos.
- Arnés de seguridad en caso de trabajar a más de 2 m de altura.

#### **14.9.4. EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA**

- Señalización carretera.
- Señalización salida de obra.
- Señalizaciones riesgo eléctrico.
- Aparatos desconectados durante su manipulación.
- Sirena luminosa maquinaria y alarma de marcha atrás.

### **14.10. CONTACTOS ELÉCTRICOS**

#### **14.10.1. Objeto**

Todo trabajo en una instalación eléctrica, o en su proximidad, que conlleve un riesgo eléctrico deberá de efectuarse sin tensión, salvo en el caso de que las condiciones de explotación o de continuidad del suministro así lo requieran (4.4.b R.D. 614/2.001). En ningún caso se prevé la realización de trabajos en tensión. Caso de ser necesaria la realización de este tipo de trabajos, se elaborará un plan específico para ello.

Trabajos sin tensión ANEXO. Trabajos sin tensión (R.D. 614/2001)

Disposiciones generales

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación, antes de iniciar el «trabajo sin tensión», y la reposición de la tensión, al finalizarlo, las realizarán trabajadores autorizados que, en el caso de instalaciones de alta tensión, deberán ser trabajadores cualificados.

##### **A.1 Supresión de la tensión.**

Una vez identificados la zona y los elementos de la instalación donde se va a realizar el trabajo, y salvo que existan razones esenciales para hacerlo de otra forma, se seguirá el proceso que se describe a continuación, que se desarrolla secuencialmente en cinco etapas:

Desconectar.

Prevenir cualquier posible realimentación. Verificar la ausencia de tensión.

Poner a tierra y en cortocircuito.

Proteger frente a elementos próximos en tensión, en su caso, y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Hasta que no se hayan completado las cinco etapas no podrá autorizarse el inicio del trabajo sin tensión y se considerará en tensión la parte de la instalación afectada. Sin embargo, para establecer la señalización de seguridad indicada en la quinta etapa podrá considerarse que la instalación está sin tensión si se han completado las cuatro etapas anteriores y no pueden invadirse zonas de peligro de elementos próximos en tensión.

#### 1. Desconectar.

La parte de la instalación en la que se va a realizar el trabajo debe aislarse de todas las fuentes de alimentación. El aislamiento estará constituido por una distancia en aire, o la interposición de un aislante, suficientes para garantizar eléctricamente dicho aislamiento.

Los condensadores u otros elementos de la instalación que mantengan tensión después de la desconexión deberán descargarse mediante dispositivos adecuados.

#### 2. Prevenir cualquier posible realimentación.

Los dispositivos de maniobra utilizados para desconectar la instalación deben asegurarse contra cualquier posible reconexión, preferentemente por bloqueo del mecanismo de maniobra, y deberá colocarse, cuando sea necesario, una señalización para prohibir la maniobra. En ausencia de bloqueo mecánico, se adoptarán medidas de protección equivalentes. Cuando se utilicen dispositivos telemandados deberá impedirse la maniobra errónea de los mismos desde el telemando.

Cuando sea necesaria una fuente de energía auxiliar para maniobrar un dispositivo de corte, ésta deberá desactivarse o deberá actuarse en los elementos de la instalación de forma que la separación entre el dispositivo y la fuente quede asegurada.

#### 3. Verificar la ausencia de tensión.

La ausencia de tensión deberá verificarse en todos los elementos activos de la instalación eléctrica en, o lo más cerca posible, de la zona de trabajo. En el caso de alta tensión, el correcto funcionamiento de los dispositivos de verificación de ausencia de tensión deberá comprobarse antes y después de dicha verificación.

Para verificar la ausencia de tensión en cables o conductores aislados que puedan confundirse con otros existentes en la zona de trabajo, se utilizarán dispositivos que actúen directamente en los conductores (pinchacables o similares), o se emplearán otros métodos, siguiéndose un procedimiento que asegure, en cualquier caso, la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico.

Los dispositivos telemandados utilizados para verificar que una instalación está sin tensión serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando deberá estar claramente indicada.

#### 4. Poner a tierra y en cortocircuito

Las partes de la instalación donde se vaya a trabajar deben ponerse a tierra y en cortocircuito:

- En las instalaciones de alta tensión.
- En las instalaciones de baja tensión que, por inducción, o por otras razones, puedan ponerse accidentalmente en tensión.
- Los equipos o dispositivos de puesta a tierra y en cortocircuito deben conectarse en primer lugar a la toma de tierra y a continuación a los elementos a poner a tierra, y deben ser visibles desde la zona de trabajo. Si esto último no fuera posible, las conexiones de puesta a tierra deben colocarse tan cerca de la zona de trabajo como se pueda.



Si en el curso del trabajo los conductores deben cortarse o conectarse y existe el peligro de que aparezcan diferencias de potencial en la instalación, deberán tomarse medidas de protección, tales como efectuar puentes o puestas a tierra en la zona de trabajo, antes de proceder al corte o conexión de estos conductores.

Los conductores utilizados para efectuar la puesta a tierra, el cortocircuito y, en su caso, el puente, deberán ser adecuados y tener la sección suficiente para la corriente de cortocircuito de la instalación en la que se colocan.

Se tomarán precauciones para asegurar que las puestas a tierra permanezcan correctamente conectadas durante el tiempo en que se realiza el trabajo. Cuando tengan que desconectarse para realizar mediciones o ensayos, se adoptarán medidas preventivas apropiadas adicionales.

Los dispositivos telemandados utilizados para la puesta a tierra y en cortocircuito de una instalación serán de accionamiento seguro y su posición en el telemando estará claramente indicada.

5. Proteger frente a los elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Si hay elementos de una instalación próximos a la zona de trabajo que tengan que permanecer en tensión, deberán adoptarse medidas de protección adicionales, que se aplicarán antes de iniciar el trabajo, según lo dispuesto en el apartado 7 del artículo 4 de este Real Decreto.

El proceso de reposición de la tensión comprenderá:

- La retirada, si las hubiera, de las protecciones adicionales y de la señalización que indica los límites de la zona de trabajo.

La retirada, si la hubiera, de la puesta a tierra y en cortocircuito.

El desbloqueo y/o la retirada de la señalización de los dispositivos de corte. El cierre de los circuitos para reponer la tensión.

Desde el momento en que se suprima una de las medidas inicialmente adoptadas para realizar el trabajo sin tensión en condiciones de seguridad, se considerará en tensión la parte de la instalación afectada.

## **15. EQUIPOS TÉCNICOS**

### **15.1. MAQUINARIA DE MOVIMIENTO DE TIERRAS**

#### **15.1.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la utilización de maquinaria de movimiento de tierras.

#### **15.1.2. Riesgos asociados a la actividad**

En la llegada y expedición de maquinaria:

- Vuelco y/o caídas de la máquina al cargarla y/o descargarla al camión.
- Atrapamientos.
- Vuelco o deslizamiento del camión de transporte.
- Atropellos.

Durante la ejecución de los trabajos:

- Atropellos y aprisionamiento de personas en maniobras.
- Golpes y contusiones.
- Atrapamientos de personas entre partes móviles de la máquina.
- Colisiones con otros vehículos
- Choques con elementos fijos de obra.
- Caída de material desde la cuchara (retroexcavadoras, mixta y pala cargadora)
- Vuelco de máquina.
- Deslizamientos incontrolados.
- Caída por pendientes (trabajos al borde de taludes, cortes y asimilables).
- Caídas a distinto nivel al bajar o subir de la cabina.
- Proyección de objetos.
- Desplomes de tierra sobre la máquina.
- Incendios y explosiones.
- Quemaduras.
- Efectos de vibraciones en el conductor.
- Ruido propio y ambiental (conjunción de varias máquinas).
- Los derivados de los trabajos realizados en ambientes pulverulentos (afecciones respiratorias).
- Los derivados de la realización de trabajos en condiciones meteorológicas extremas.
- Contacto con líneas eléctricas.
- Durante las operaciones de mantenimiento:
- Atrapamiento y aplastamiento en operaciones de mantenimiento y/o reparación.
- Riesgo de incendio durante el llenado el tanque de combustible.
- Contactos con materiales contaminantes (aceites usados, líquido de frenos, pastillas de frenado, etc.).
- Riesgos eléctricos.

### **15.1.3. Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad homologado.
- Botas antideslizantes. Calzado de conducción de vehículos
- Gafas de seguridad antiproyecciones y antipolvo.
- Asiento anatómico.
- Cinturón elástico antivibratorio (Bulldozer, tractor)
- Ropa de trabajo.

- Chaleco reflectante
- Protecciones colectivas
- Guantes de cuero (Bulldozer, pilotadora, mototrailla) En operaciones de mantenimiento:
- Mandil de cuero o de P.V.C.
- Botas de seguridad con puntera reforzada

#### **15.1.4. Equipos de protección colectiva**

No habrá nadie en el radio de acción de la máquina.

Cuando proceda, se comprobará que la máquina dispone de:

- Señalización luminosa (luz rotativa).
- Señalización acústica de manera que se ponga en funcionamiento cuando se realicen operaciones que requieran el avance en sentido contrario al de la visual del operador (marcha atrás).
- Servofrenos y frenos de mano.
- Pórticos de seguridad antivuelco.
- Espejos retrovisores si la visibilidad de la máquina lo requiere.

#### **15.1.5. Instrucciones de operatividad**

El personal de la obra estará fuera del radio de acción de la máquina.

La máquina será manejada únicamente por el personal designado para ello, que deberá estar cualificado.

Para subir o bajar de la máquina, se utilizarán los peldaños y asideros dispuestos al efecto en el acceso a la máquina. Se realizará además de cara a la máquina asiéndose con ambas manos. No se subirá utilizando las llantas, cubiertas, cadenas y guardabarros.

Antes de entrar en la cabina el conductor comprobará que no lleva barro en las suelas que pueda impedir el normal funcionamiento de los pedales.

Se prohíbe el acceso a la cabina de mando de la máquina, utilizando vestimentas sin ceñir y joyas (cadenas, relojes o anillos), que puedan engancharse en los salientes y en los controles

El operador permanecerá dentro de la máquina, sin subir ni bajar de ella, mientras ésta esté en movimiento.

No se abandonará la maquinaria sin antes haber dejado reposada en el suelo la cuchara, pala, cuchilla o escarificador (en función de la máquina que se trate), parado el motor, quitada la llave de contacto y puesto el freno. De igual forma se procederá al finalizar la jornada.

No se accionarán los mandos de la máquina si el operario no se encuentra situado en el puesto del conductor.

No se permitirá el transporte de personas sobre partes móviles de las máquinas. Asimismo, no se podrá transportar a otras personas ajenas al operador a no ser que la máquina disponga de asiento para acompañante.

No se fumará durante la carga de combustible, ni se comprobará con llama el llenado de depósito.

No se admitirán en la obra bulldozeros, mototraillas o tractores desprovistos de cabinas antivuelco (o pórticos de seguridad antivuelco y antiimpactos). Las cabinas antivuelco montadas, no presentarán deformaciones de haber resistido algún vuelco.

Si se cargan piedras de tamaño considerable se hará una cama de arena sobre el elemento de carga, para evitar rebotes y roturas.

Los caminos de circulación interna de la obra se cuidarán para evitar blandones y barrizales excesivos, que puedan provocar accidentes.

Se considerarán las características del terreno para evitar accidentes por giros incontrolados al bloquearse un neumático. El hundimiento del terreno puede originar el vuelco de la máquina con grave riesgo para el personal.

Se prohíbe estacionar la maquinaria a menos de tres metros (como norma general), del borde de barrancos, hoyos, trincheras, zanjas, etc., para evitar el riesgo de vuelcos por fatiga del terreno.

Antes del inicio de trabajos, al pie de los taludes ya construidos (o de vermas), de la obra, se inspeccionarán aquellos materiales (árboles, arbustos, rocas), inestables, que pudieran desprenderse accidentalmente sobre el tajo. Una vez saneado, se procederá al inicio de los trabajos a máquina.

Las maniobras dentro de la obra se harán sin movimientos bruscos, anunciándolas con antelación. Se respetará en todo momento la señalización de la obra.

Se emplearán las señales acústicas de marcha atrás y se vigilará el buen funcionamiento de las luces.

La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.

Se extremarán las precauciones cuando se deba circular por terrenos irregulares o sin consistencia.

Se intentará en la medida de lo posible que los vehículos no queden parados en las rampas de acceso, en caso necesario quedarán frenados y con topes.

En el caso de retroexcavadoras y mixtas, al circular lo harán con el brazo plegado.

En el caso de retroexcavadoras, durante la excavación la máquina estará calzada al terreno mediante sus zapatas hidráulicas.

La cabina llevará extintor timbrado y con las revisiones al día.

Tanto la maquinaria empleada como todos sus elementos estarán sometidos a las revisiones periódicas que establezca el fabricante para su perfecto funcionamiento. Se realizará una comprobación y conservación periódica por personal autorizado y cualificado.

No se realizarán reparaciones u operaciones de mantenimiento con la máquina funcionando.

## **15.2. MAQUINARIA DE ELEVACIÓN Y TRANSPORTE**

### **15.2.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la utilización de la maquinaria de elevación y transporte.



### 15.2.2. Riesgos asociados a la actividad

- Rotura del cable o gancho (grúa móvil, camión grúa)
- Caída de la carga (grúa móvil, camión grúa)
- Caídas en altura de personas por empuje de la carga (grúa móvil, camión grúa)
- Golpes y aplastamiento por la carga (grúa móvil, camión grúa)
- Golpes y colisiones con elementos fijos de obra
- Vuelco del vehículo.
- Atropellos
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Caídas de personas al mismo nivel
- Caídas de materiales y objetos.

Riesgos derivados de desplazamientos incontrolados de las plataformas.

- Atrapamientos.
- Golpes contra objetos.
- Contactos con líneas eléctricas.
- Contactos eléctricos.
- Incendios y explosiones.
- Quemaduras.
- Efectos de vibraciones en el conductor.
- Deslizamientos.
- Producción de ruidos.

En el caso de maquinaria que tenga que ser transportada:

- Vuelco y/o caídas de la maquina al cargarla y/o descargarla al camión.
- Atrapamientos.
- Vuelco o deslizamiento del camión de transporte.

Durante las operaciones de mantenimiento:

- Atrapamiento y aplastamiento en operaciones de mantenimiento y/o reparación.
- Riesgo de incendio durante el llenado del tanque de combustible.
- Contactos con materiales contaminantes (aceites usados, líquido de frenos, ferodos, etc.).
- Riesgos eléctricos.

### 15.2.3. Equipos de protección individual

- Casco de seguridad homologado

- Guantes de cuero al manejar cables u otros elementos rugosos o cortantes.
- Ropa de trabajo.
- Calzado de seguridad.
- Arnés de seguridad

#### **15.2.4. Equipos de protección colectiva**

Las plataformas de trabajo poseerán barandillas perimetrales completas de 90 cm de altura, formadas por pasamanos, listón intermedio y rodapié en todo su contorno.

El paso bajo la plataforma se acotará con vallas peatonales o sistema similar, para impedir el acceso de trabajadores y se señalizará el riesgo de caída de objetos y de materiales.

Se dispondrá de señalización adecuada en los accesos a la plataforma, con indicaciones de la carga máxima y del número máximo de personas que la pueden utilizar.

Las plataformas de trabajo estarán firmemente ancladas a los apoyos para evitar los movimientos por desplazamiento o vuelco.

Las carretillas elevadoras dispondrán de un nivel de iluminación suficiente para las maniobras a realizar, si es preciso se dispondrá iluminación artificial para garantizar las condiciones de visibilidad. Estarán equipadas con:

- Servofrenos y frenos de mano.
- Pórticos de seguridad antivuelco.
- Espejos retrovisores si la visibilidad de la máquina lo requiere.
- Arnés de seguridad

#### **15.2.5. Instrucciones de operatividad**

- Las grúas sobre neumáticos no comenzarán su trabajo sin haber apoyado los correspondientes gatos -soporte en el suelo, manteniendo las ruedas en el aire, siempre que las características de la carga que han de izar lo exijan.
- La traslación con carga de las grúas automóviles se evitará siempre que sea posible. De no ser así, la pluma, con su longitud más corta y la carga suspendida a la menor altura, se orientará en la dirección del desplazamiento.
- Durante la traslación el conductor observará permanentemente la carga, de forma especial cuando pase bajo obstáculos y con la colaboración de uno o varios ayudantes para la realización de estas maniobras.
- Cuando la grúa esté fuera de servicio se mantendrá con la pluma recogida y con los elementos de enclavamiento accionados.
- El gancho de izado dispondrá de limitador de ascenso y de pestillo de seguridad.
- La maniobra de izado comenzará muy lentamente para tensar los cables antes de realizar una elevación, una vez que se haya comprobado la ausencia de personal debajo de la posible trayectoria de la carga.
- Antes de proceder a maniobrar con la carga, se comprobará la estabilidad de esta y el correcto reparto de las tensiones mecánicas en los distintos ramales del cable.

- No se utilizará la grúa para trabajos que impliquen esfuerzos de tiros sesgados ni se harán más de una maniobra a la vez.
- Los operadores no atenderán señal alguna que provenga de otra persona distinta al señalista designado al efecto.
- No se anulará cualquier dispositivo de seguridad de las plataformas móviles.
- Se considerarán las características del terreno sobre el que se ubicará la plataforma, procurando que las ruedas no queden atrapadas ni bloqueadas, permitiendo su movimiento sin obstáculos. El tropiezo o el hundimiento de la máquina en el terreno, puede provocar su inclinación o vuelco, con grave riesgo para los trabajadores.
- La plataforma no comenzará su trabajo sin haber frenado sus ruedas y si dispone de gatos hidráulicos, los apoyará en el suelo, o sobre tablones o chapones de reparto, si las condiciones del terreno así lo aconsejaren. No se subirá a/o realizar trabajos sin haber instalado previamente los gatos estabilizadores y frenos antirotadura de las ruedas.
- Siempre que sea posible, se cargará la plataforma una vez ubicada en la posición de utilización, evitando su desplazamiento con carga.
- No se transportarán personas o materiales sobre las plataformas móviles durante las maniobras de cambio de posición.
- La plataforma se cargará con el material uniformemente repartido y sin que sobresalga de la cabina, para evitar su caída tanto en el recorrido de elevación como en el de descenso. No se dejará nada suelto en la plataforma.
- No se abandonará material o herramientas sobre las plataformas. No se depositarán pesos violentamente sobre las plataformas. No se situarán sobre la plataforma más personas, ni mayor carga de las que indica el fabricante, ni se utilizará, cuando se encuentre sobre una superficie inclinada de pendiente mayor que la superable recomendada.
- Las maniobras en el interior de la obra se realizarán sin movimientos bruscos y anunciándolas con antelación, contando, si es preciso, con el apoyo de un señalista.
- Se evitará la proximidad de trabajadores en el radio de acción de la máquina ni en sus proximidades. No se realizarán trabajos continuos o esporádicos bajo las plataformas móviles.
- El ascenso y descenso de la plataforma, se realizará con ésta en su punto más bajo, quedando prohibida la entrada o salida de los trabajadores, a través de ventanas u otros huecos.
- En los casos esporádicos en los que haya que pasar esporádicamente a la estructura no se realizará sin antes haber sujetado el arnés anticaídas a un punto fijo de la estructura o al cable de vida.
- No se utilizará la plataforma con viento o condiciones meteorológicas adversas.
- Cuando la plataforma esté fuera de servicio, se mantendrá con la pluma recogida y con los elementos de enclavamiento accionados.
- El uso de la plataforma se realizará por personal cualificado.
- Las grúas puente estarán provistas de accesos fáciles y seguros desde el suelo de los pisos o plataformas hasta la cabina de la grúa, y de la cabina a los pasillos del puente, por medio de escalas o escaleras fijas. Dispondrán de pasillos y plataformas de anchura no inferior a 75 centímetros a lo largo de todo el puente.
- Las cabinas de los puentes grúas estarán dotadas de ventanas de suficiente dureza para proteger al maquinista contra las proyecciones de materiales fundidos o corrosivos y le protegerán asimismo contra las radiaciones y emanaciones molestas o nocivas.

- En caso de incendio se dotará a la cabina de extintor, con el correspondiente timbrado y las revisiones al día.
- Los extremos de los caminos de rodadura de los aparatos y de los carros deben estar dotados de topes eficaces.
- El maquinista deberá revisar todos los elementos sometidos a esfuerzos, diariamente y antes de iniciar el trabajo.
- Se circulará sin prisas y se estará atento a la maniobra que se esté realizando.
- Está absolutamente prohibido el trasladarse de un lugar a otro subido en la carga o colgado del gancho de la grúa.
- El gruista debe dominar visualmente todo el campo de influencia de la carga y si no lo consigue, deberá disponer de un ayudante que le dirija en sus zonas muertas.
- En el procedimiento relativo a señalización se incluye el conjunto de señalización gestual a utilizar. Este conjunto no impide que puedan emplearse otros códigos, en particular en determinados sectores de actividad, aplicables a nivel comunitario e indicadores de idéntica maniobras.
- No se acompañará nunca los estrobos con las manos directamente.
- No se acompañará nunca la carga con las manos y, si es preciso guiar la carga, utilizar útiles apropiados.
- No ejecutar ninguna maniobra con la carga sin antes proceder a comprobar su perfecto asentamiento.
- Cuando se transporte una carga se deberá avisar al personal ajeno a la maniobra que se encuentre en la zona invadida por la misma.
- Se debe trasladar la carga a suficiente altura para librar a personas y objetos
- Cuando la carga no dispone de suficiente espacio libre, se deberán extremar las precauciones y proceder a despejar de personas las zonas por donde deba pasar.
- No se transportarán objetos sueltos o mal estrobados.
- Las piezas desmontables, tales como tapas, etc., serán fijadas al aparato para evitar su caída. Se utilizarán contenedores adecuados para cada tipo de objetos a transportar.
- No transportar a la vez objetos de menor tamaño cuando los estrobos haya que acoplarlos a los de un tamaño mayor.
- No se situará ningún operario debajo de la carga suspendida.
- Se deberá marcar de forma fácilmente legible la carga útil en kg.
- Se prohíbe cargar pesos superiores a la máxima carga útil, excepto en las pruebas de resistencia. Nunca se deberá izar la carga sujetándola por los alambres.
- Se dispondrán elementos de seguridad tales como finales de carrera, limitadores de carga y pestillo de seguridad.
- Se establecerá un programa de mantenimiento preventivo.
- Se inspeccionará el material de transporte y se rechazará aquél que esté defectuoso. Se rechazarán palets rotos o que estén astillados.
- Se adaptará para cada caso concreto el lugar en el que se van a depositar las cargas para facilitar tanto la operación de estrobo como la contraria.
- No se intentará controlar o parar nunca una carga de forma manual.



- Todas las piezas bajo tensión en servicio deberán estar aisladas o protegidas en toda su longitud en aquellos emplazamientos donde puedan producirse contactos accidentales con el personal.
- Las protecciones pueden estar constituidas por rejillas o chapas perforadas suficientemente rígidas y situadas por lo menos a 10 centímetros de las piezas bajo tensión.
- Todas las piezas metálicas que no sean los conductores eléctricos deben estar eléctricamente unidas entre ellas y a un conductor unido a tierra.
- La instalación debe estar permanentemente controlada por un dispositivo [disyuntor diferencial) que separe automáticamente la instalación o parte de esta en la que esté el defecto de la fuente de energía que la alimenta.
- Los trabajadores, antes del uso diario, revisarán sus equipos de protección individual, solicitando a su superior jerárquico la sustitución de aquellos que se encuentren deteriorados.
- No se permitirá el transporte de personas sobre elementos de la máquina no destinados a tal fin.
- Los caminos de circulación interior se señalizarán con claridad para evitar colisiones o roces con otros vehículos, debiendo tener la pendiente máxima que el fabricante y las condiciones de utilización de la máquina permitan.
- La velocidad de circulación estará en consonancia con la carga transportada, la visibilidad y las condiciones del terreno.
- Estará siempre manejado por personal autorizado y cualificado debiendo éste en todo momento llevar casco de seguridad homologado y calzado con suela antideslizante. Todos sus elementos estarán sometidos a la comprobación periódica que indique el fabricante para su perfecto funcionamiento.
- Se intentará en la medida de lo posible que los vehículos no queden parados en las rampas de acceso, en caso necesario quedarán frenados y con topes.
- Las maniobras dentro de la obra se harán sin movimientos bruscos, anunciándolas con antelación.
- A la hora de realizar la carga se tendrá en cuenta las condiciones de estabilidad de esta, así como la forma y el volumen de ésta de manera que no altere la visibilidad de la zona de mando y control.
- Revisiones
- Se revisará, con anterioridad a los trabajos y después, periódicamente, el estado de la máquina, la instalación eléctrica de los mandos, etc., según las instrucciones del fabricante.
- Los operarios que realicen dichas verificaciones deberán comunicar a sus superiores cualquier carencia o deterioro que detecten en los componentes, para que se corrijan las anomalías de forma inmediata.

### **15.3. ELEMENTOS DE IZADO**

#### **15.3.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la utilización de los elementos de izado, tales como cuerdas, cables, ganchos, eslingas, etc.

#### **15.3.2. Riesgos asociados a esta actividad**

- Caída de objetos en manipulación

- Golpes/Cortes por objetos y herramientas
- Atrapamientos por o entre objetos
- Sobreesfuerzos
- Exposición a ambientes pulvígenos

### **15.3.3. Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de seguridad contra ambientes pulvígenos
- Ropa de trabajo para el mal tiempo

### **15.3.4. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

Los accesorios de elevación resistirán a 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.

## **15.4. HERRAMIENTAS ELÉCTRICAS**

### **15.4.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la utilización los útiles y herramientas eléctricas, ya que son equipos muy peligrosos dado el estrecho contacto que existe entre el hombre y la máquina y más teniendo en cuenta que los trabajos son realizados en las obras, en la mayoría de las ocasiones, sobre emplazamientos conductores.

### **15.4.2. Instrucciones de operatividad**

Las herramientas portátiles de accionamiento manual serán de clase II o de doble aislamiento. Cuando estas herramientas se utilicen en lugares húmedos o conductores serán alimentadas a través de transformadores de separación de circuitos.

La tensión nominal de las herramientas portátiles no excederá de:

- a) Las de tipo portátil de accionamiento manual con alimentación de corriente continua o alterna monofásica: 250 V.
- b) Las de otras características: 440 V.

En cualquier caso, la tensión no excederá de 250 voltios con relación a tierra. Las herramientas portátiles a mano llevarán incorporado un interruptor debiendo responder a las siguientes prescripciones:

- Estarán sometidas a la presión de un soporte, de forma que obligue al utilizador de la herramienta a mantener, en la posición de marcha, constantemente presionado este interruptor.
- El interruptor estará situado de manera que se evite el riesgo de la puesta en marcha intempestiva de la herramienta, cuando no sea utilizada.
- Los cables de conexión y los bornes de ésta, situados en las herramientas, deberán estar debidamente protegidos de forma que las partes activas permanezcan en todo momento accesible.

Para las herramientas de clase I, el conductor de conexión incluirá el conductor de protección, disponiendo la clavija destinada a la toma de corriente, para este conductor.

1. Cuando la herramienta está prevista para diferentes tensiones nominales, se distinguirá fácil y claramente la tensión para la cual está ajustada.
2. Las herramientas destinadas a servicio intermitente, deben llevar indicada la duración prevista para las paradas y funcionamiento.
3. Las herramientas previstas para ser alimentadas por más de dos conductores activos, llevarán el esquema correspondiente a las conexiones a realizar, salvo que la correcta conexión sea evidente y no sea precisa esta aclaración.
4. Las lámparas eléctricas portátiles deben responder a las normas UNE 20-417 y UNE 20-419 y estar provistas de una reja de protección para evitar choques y tendrán una tulipa estanca que garantice la protección contra proyecciones de agua. Serán de la clase II y la tensión de utilización no será superior de 250 V, siendo como máximo de 245 V cuando se trabaje en lugares mojados o superficies conductoras, si no son alimentados por medio de transformadores de separación de circuitos.

Trabajos con cortadura de discos.

Cuando se usen estas máquinas, se deberá comprobar que la protección del disco se encuentra instalada cubriendo un mínimo de 1 cm de su parte superior.

Queda terminantemente prohibido usar la cortadora radial sin protección o con discos no diseñados para esa máquina. Siempre se deberá usar gafas de protección para evitar posibles impactos en los ojos.

Equipos de soldadura.

Queda prohibida toda operación de corte o soldadura en las proximidades de materias combustibles almacenadas, y en la de materiales susceptibles de desprender vapores o gases inflamables y explosivos, a no ser que se hayan tomado precauciones especiales.

Con carácter general, en todos los trabajos se usarán guantes y pantallas.

Todas las partes conductoras de los motores generadores, los rectificadores y los transformadores de las máquinas, estarán protegidas para evitar contactos accidentales con partes en tensión. Se conectarán los armazones a tierra.

Los cables conectores estarán aislados en el lado de abastecimiento, estando la superficie exterior de los mangos, así como las pinzas, completamente aislada y provista de discos o pantallas para proteger las manos del calor de los arcos.

## **16. MEDIOS AUXILIARES**

### **16.1. ESCALERAS DE MANO**

#### **16.1.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante el uso de escaleras manuales de madera y metálicas.

#### **16.1.2. Riesgos asociados a esta actividad**

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Golpes con la escalera en su traslado o manejo.

#### **16.1.3. Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza
- Botas de seguridad antideslizantes y con la puntera reforzada de acero
- Cinturón de seguridad de sujeción
- Guantes de trabajo
- Ropa de protección para el mal tiempo

#### **16.1.4. Instrucciones de operatividad particulares**

##### **1. Escaleras de madera**

Serán las escaleras que utilizar en trabajos eléctricos, junto con las de poliéster o fibra de vidrio.

Las escaleras manuales de madera estarán formadas por largueros de una sola pieza, sin defectos ni nudos que puedan mermar su seguridad.

Los peldaños estarán ensamblados no clavados

Estarán protegidas de la intemperie mediante barnices transparentes para que no oculten los posibles defectos. Se prohíben las escaleras de madera pintadas por la dificultad que ello supone para la detección de sus posibles defectos

##### **2. Escaleras metálicas**

Los largueros serán de una sola pieza y estarán son deformaciones o abolladuras que puedan mermar su seguridad.



Las escaleras metálicas estarán pintadas con pinturas antioxidantes que las preserven de las agresiones de la intemperie.

Las escaleras metálicas que utilizar no estarán sueltas ni soldadas con uniones soldadas.

El empalme de escaleras metálicas se realizará mediante la instalación de los dispositivos industriales fabricados para tal fin.

#### 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, que no falta ningún peldaño que no hay peldaños rotos o flojos o reemplazados por barras ni clavos salientes.

Todas las escaleras estarán provistas en sus extremos inferiores de zapatas antideslizantes

El transporte de una escalera ha de hacerse con precaución para evitar golpear a otras personas mirando bien por donde se pisa para no tropezar con obstáculos la parte delantera de la escalera deberá de llevarse baja.

Se prohíbe apoyar la base de las escaleras de mano sobre lugares u objetos poco firmes que puedan mermar la estabilidad de este medio auxiliar.

Antes de iniciar la subida debe comprobarse que las suelas del calzado no tienen barro grasa ni cualquier otra sustancia que pueda producir resbalones.'

El ascenso y descenso a través de la escalera de mano se efectuará frontalmente, es decir, mirando directamente hacia los largueros que se están utilizando.

La escalera tendrá una longitud tal que sobrepase 1 metro por encima del punto o la superficie a donde se pretenda llegar. La longitud máxima de las escaleras manuales no podrá sobrepasar los 5 m sin un apoyo intermedio, en cuyo caso podrá alcanzar la longitud de 7 m. Para alturas mayores se emplearán escaleras especiales.

En la proximidad de puertas y pasillos, si es necesario el uso de una escalera, se hará teniendo la precaución de dejar la puerta abierta para que sea visible y además protegida para que no pueda recibir golpe alguno.

No se pondrán escaleras por encima de mecanismos en movimiento o conductores eléctricos desnudos. Si es necesario, antes se deberá haber parado el mecanismo en movimiento o haber suprimido la energía del conductor.

Las escaleras de mano simples se colocarán en la medida de lo posible formando un ángulo de 75° con la horizontal.

Siempre que sea posible, se amarrará la escalera por su parte superior. En caso de no serlo, habrá una persona en la base de la escalera.

Queda prohibida la utilización de la escalera por más de 1 operario a la vez.

Si han de llevarse herramientas o cualquier otro objeto, deben usarse bolsas portaherramientas o cajas colgadas del cuerpo, de forma que queden las manos libres para poder asirse a ella.

Para trabajar con seguridad y comodidad hay que colocarse en el escalón apropiado, de forma que la distancia del cuerpo al punto de trabajo sea suficiente y permita mantener el equilibrio. No se deberán ocupar nunca los últimos peldaños.

Trabajando sobre una escalera no se debe de tratar de alcanzar puntos alejados que obliguen al operario a estirarse, con el consiguiente riesgo de caída. Se deberá desplazar la escalera tantas veces como sea necesario.

Los trabajos a más de 3,5 m de altura desde el punto de operación al suelo, que requieran movimientos o esfuerzos peligrosos para la estabilidad del trabajador, sólo se efectuarán si se utiliza cinturón de seguridad o se adoptan medidas de protección alternativas.

Se prohíbe el transporte y manipulación de cargas por o desde escaleras de mano cuando por su peso o dimensiones puedan comprometer la seguridad del trabajador.

Las escaleras de mano deben mantenerse en perfecto estado de conservación, revisándolas periódicamente y retirando de servicio aquéllas que no estén en condiciones.

Cuando no se usen, las escaleras deben almacenarse cuidadosamente y no dejarlas abandonadas sobre el suelo, en lugares húmedos, etc.

Deberá existir un lugar cubierto y adecuado para guardar las escaleras después de usarlas.

## **17. RIESGOS INHERENTES**

### **17.1. CAÍDAS EN ALTURA**

#### **17.1.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos en altura.

#### **17.1.2. Riesgos asociados a esta actividad**

- Caídas a distinto nivel
- Caídas al mismo nivel
- Caídas de objetos en manipulación
- Pisadas sobre objetos
- Golpes por objetos o herramientas

#### **17.1.3. Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad con barbuquejo contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
- Botas de seguridad antideslizantes y con la puntera reforzada en acero.
- Cinturón de seguridad de sujeción o bien anticaídas o arnés.
- Guantes de trabajo.
- Ropa de protección para el mal tiempo

#### **17.1.4. Instrucciones de operatividad**

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.

Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse, en principio, con la ayuda de equipos concebidos para tal fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberá disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalentes.

1. Se deberá de proteger en particular:

Las aberturas de los suelos.

Las aberturas en paredes o tabiques, siempre que su situación y dimensiones supongan un riesgo de caída de personas, y las plataformas, muelles o estructuras similares.

Los lados abiertos de las escaleras y rampas de más de 60 cm de altura. Los lados cerrados tendrán un pasamano, a una altura mínima de 90 cm, si la anchura de la escalera es mayor de 1,2 m; si es menor, pero ambos lados son cerrados, al menos uno de los dos llevará pasamanos.

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.

En aquellos lugares de los pisos de las obras en construcción por los que deban de circular los trabajadores y que, por lo reciente de su construcción, por no estar completamente terminada o por cualquier otra causa, ofrezcan peligro, deberán disponerse pasos o pasarelas formadas por tablones de un ancho mínimo de 60 cm o tablones prefabricados, de modo que resulte garantizada la seguridad del personal que vaya a circular por ellos.

Las barandillas serán resistentes, tendrán una altura mínima de 90 cm y dispondrán de un reborde de protección, unos pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, período de no utilización o cualquier otra circunstancia.

No se comenzará un trabajo en altura si el material de seguridad no es idóneo, no está en buenas condiciones o sencillamente no se tiene.

Nunca se deben improvisar las plataformas de trabajo, sino que se construirán de acuerdo con la normativa legal vigente.

Las plataformas, pasarelas, andamiadas y, en general, todo lugar en que se realicen los trabajos deberán disponer de accesos fáciles y seguros y se mantendrán libres de obstáculos, adoptándose las medidas necesarias para evitar que el piso resulte resbaladizo.

Los huecos y aberturas para la elevación del material y, en general, todos aquellos practicados en los pisos de las obras en construcción que por su especial situación resulten peligrosos serán convenientemente protegidos mediante barandillas sólidas a 90 cm de altura.

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.

En caso de existir riesgo de caída de materiales incandescentes se vallará o se señalizará toda la zona afectada y si hubiera materiales o equipos y personal en las plantas inferiores, se colocarán mantas ignífugas.

Los accesos a las plataformas de trabajo elevadas se harán con la debida seguridad, mediante escaleras de servicio y pasarelas. Nunca se debe hacer trepando por los pilares o andando por las vigas.

Los pavimentos de las rampas, escaleras y plataformas de trabajo serán de materiales no resbaladizos o dispondrán de elementos antideslizantes.

Las escaleras que pongan en comunicación los distintos pisos de la obra en construcción deberán cada una salvar sólo la altura entre cada dos pisos inmediatos; podrán ser de fábrica, metálicas o de madera, siempre que reúnan condiciones suficientes de resistencia, amplitud y seguridad.

Se tendrá un especial cuidado en no cargar los pisos o forjados recién contruidos con materiales, aparatos o, en general, cualquier carga que pueda provocar su hundimiento.

En los trabajos sobre cubiertas y tejados se emplearán los medios adecuados para que los mismos se realicen sin peligro, tales como barandillas, pasarelas, plataformas, andamiajes, escaleras u otros análogos.

Cuando se trate de cubiertas y tejados contruidos con materiales resbaladizos o de poca resistencia, que presenten marcada inclinación o que las condiciones atmosféricas resulten desfavorables, se extremarán las medidas de seguridad, sujetándose los operarios con cinturones de seguridad, que irán unidos convenientemente a puntos fijados sólidamente.

Los trabajadores que operen en el montaje de estructuras metálicas o de hormigón armado o sobre elementos de la obra que por su elevada situación o por cualquier otra circunstancia, ofrezcan peligro de caída grave, deberán estar provistos de cinturones de seguridad, unidos convenientemente a puntos sólidamente fijados.

## **17.2. TRABAJOS SUPERPUESTOS**

### **17.2.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la realización de trabajos superpuestos.

### **17.2.2. Riesgos asociados a esta actividad**

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caídas de objetos en manipulación.
- Caídas de objetos desprendidos.

### **17.2.3. Equipos de protección individual**

- Casco de seguridad con barbuquejo contra choques e impactos, para la protección de la cabeza
- Botas de seguridad antideslizantes con la puntera reforzada de acero



- Cinturón de seguridad con arnés o dispositivo anticaídas
- Guantes de trabajo
- Ropa de protección para el mal tiempo

#### **17.2.4. Instrucciones de operatividad**

Se deberá evitar la superposición de tajos en las obras mediante la programación de los trabajos para que no coincidan en la misma vertical, el empleo de protecciones resistentes apropiadas que independicen de forma segura los trabajos realizados en la misma vertical y la señalización y vigilancia en los casos en que las medidas anteriores no se puedan llevar a cabo por las características especiales de la obra.

Si en la misma área hubiese interferencias peligrosas con otras empresas, se interrumpirán los trabajos hasta que la supervisión de la obra decida quién debe continuar trabajando en la zona.

Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales; para ello utilizarán, siempre que sea posible, medidas de protección colectiva.

A fin de evitar caídas entre los andamios o plataformas de trabajo y los paramentos de la obra en ejecución, deberán colgarse tabloneros o chapados, según la índole de los elementos a emplear en los trabajos.

Toda abertura en el piso de una construcción o en una plataforma de trabajo deberá, excepto en aquellos momentos en los que sea necesario permitir el acceso de personas o el transporte o traslado de materiales, estar provista de un dispositivo eficaz para evitar la caída de personas u objetos.

Se deberán adoptar precauciones apropiadas para evitar que las personas sean golpeadas por objetos que puedan caer desde los andamiajes o plataformas de trabajo.

Al trabajar en zonas con trabajos superpuestos no se arrojarán herramientas ni materiales, sino que se pasarán de mano en mano o utilizando cuerdas o bolsas portaherramientas para tales efectos.

Si existe riesgo de caída de materiales a un nivel inferior en el que se encuentran trabajando, se balizará la zona. Y si ello no es posible, se señalizará la zona balizándola.

Igualmente, en el caso de existir riesgo de caída de materiales incandescentes, se vallará o se señalizará la zona afectada, y si hubiera materiales o equipos y personal en las plantas inferiores, se colocarán mantas ignífugas.

Al utilizar herramientas en trabajos en altura, y si prevemos que puede haber alguien trabajando por debajo de nosotros, deberemos de llevar las herramientas atadas.

Las estufas de electrodos de los soldadores se situarán en posición vertical y se atarán.

Los soldadores estarán provistos de un recipiente para depositar los restos de los electrodos.

### **17.3. MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS**

#### **17.3.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad que deberán aplicarse durante la manipulación manual de cargas.

Se entenderá por manipulación manual de cargas cualquier operación de transporte o sujeción de una carga por parte de uno o varios trabajadores, así como el levantamiento, la colocación, el empuje, la tracción o el desplazamiento, que por sus características o condiciones ergonómicas inadecuadas entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.

### **17.3.2. Riesgos asociados a esta actividad**

- Caídas a distinto nivel.
- Caídas al mismo nivel.
- Caída de objetos en manipulación.
- Pisadas sobre objetos.
- Choque contra objetos inmóviles.
- Golpes por objetos o herramientas.
- Sobreesfuerzos.
- Exposición a ambientes pulvígenos.

### **17.3.3. EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL**

- Casco de seguridad contra choques e impactos, para la protección de la cabeza.
- Botas de seguridad con puntera reforzada y suela antideslizante
- Guantes de trabajo
- Gafas de protección contra ambientes pulvígenos
- Cinturón de banda ancha de cuero para las vértebras dorsolumbares
- Ropa de protección para el mal tiempo

### **17.3.4. INSTRUCCIONES DE OPERATIVIDAD**

Para levantar una carga hay que aproximarse a ella. El centro de gravedad del hombre debe estar lo más próximo que sea posible y por encima del centro de gravedad de la carga.

El equilibrio imprescindible para levantar una carga correctamente sólo se consigue si los pies están bien situados:

- Enmarcando la carga.
- Ligeramente separados.
- Ligeramente adelantado uno respecto del otro.

Para levantar una carga el centro de gravedad del operario debe situarse siempre dentro del polígono de sustentación.

Técnica segura del levantamiento:

- Sitúe el peso cerca del cuerpo.
- Mantenga la espalda plana.

- No doble la espalda mientras levanta la carga
- Use los músculos más fuertes, como son los de los brazos piernas y muslos.

Asir mal un objeto para levantarlo provoca una contracción involuntaria de los músculos de todo el cuerpo. Para mejor sentir 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 asirlos prepararlos sobre calzos para facilitar la tarea de meter las manos y situarlas correctamente.

Las cargas deben levantarse manteniendo la columna vertebral recta y alineada.

Para mantener la espalda recta se deben "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.

No bien, antes de elevar la carga, orientarse correctamente en la dirección de marcha que luego tomaremos, para no tener que girar el cuerpo.

Utilizaremos 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 90°).

Los músculos de las piernas deben utilizarse también para empujar un vehículo, un objeto, etc.

En la medida de lo posible los brazos deben trabajar a tracción simple. Decir estirados los brazos deben 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 natural.

En el caso de levantamiento de un bidón o una caída se conservará un pie separado hacia atrás con el fin de poderse retirar rápidamente en caso de que la carga bascule.

Para transportar una carga, ésta debe mantenerse pegada al cuerpo, sujetándola con los brazos extendidos, no flexionados.

Este proceder evita 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 permite 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 debe ponerse cuidado en mantener la espalda recta.

Para levantar una caja grande del suelo, el empuje debe 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 90°, lo que conseguimos es hacer deslizar a la caja hacia adelante, pero nunca levantarla.

Para depositar en un plano inferior algún objeto que se encuentre en un plano superior, aprovecharemos su peso y nos limitaremos a frenar su caída.

Para levantar una carga que luego va a ser depositada sobre el hombro, deben 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 deben excluir la improvisación, ya que una falsa maniobra de uno de los porteadores puede lesionar a varios.

Debe designarse un jefe de equipo que dirigirá el trabajo y que deberá tender a:

- La evaluación del peso de la carga a levantar para determinar el número de porteadores precisos, el sentido del desplazamiento, el recorrido a cubrir y las dificultades que puedan surgir.
- La determinación de las fases y movimientos de que se compondrá la maniobra.
- La explicación a los porteadores de los detalles de la operación [ademanes a realizar, posición de los pies, posición de las manos, agarre, hombro a cargar, cómo pasar bajo la carga, etc.)
- La situación de los porteadores en la posición de trabajo correcta, reparto de la carga entre las personas según su talla (los más bajos delante en el sentido de la marcha).

El transporte se debe efectuar:

- Estando el porteador de detrás ligeramente desplazado del de delante, para facilitar la visibilidad de aquél.
- A contrapié, (con el paso desfasado), para evitar las sacudidas de la carga.
- Asegurando el mando de la maniobra; será una sola persona (el jefe de la operación), quién dé las órdenes preparatorias, de elevación y transporte.
- Se mantendrán libres de obstáculos y paquetes los espacios en los que se realiza la toma de cargas.
- Los recorridos, una vez cogida la carga, serán lo más cortos posibles.
- Nunca deben tomarse las cajas o paquetes estando en situación inestable o desequilibrada.
- Conviene preparar la carga antes de cogerla.
- Aspirar en el momento de iniciar el esfuerzo.
- El suelo se mantendrá limpio para evitar cualquier resbalón.
- Si los paquetes o cargas pesan más de 50 kg aproximadamente, la operación de movimiento manual se realizará por dos operarios.
- Se utilizarán guantes y calzado para proteger las manos y pies de la caída de objetos.
- En cada hora de trabajo deberá tomarse algún descanso o pausa.
- Cualquier malestar o dolor debe ser comunicado a efectos de la correspondiente intervención del servicio médico.



## **17.4. MEDIDAS DE PREVENCIÓN EN TRABAJOS ELÉCTRICOS**

### **17.4.1. Objeto**

Los presentes procedimientos tienen por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad referentes al a todos aquellos trabajos que implique riesgos eléctricos.

### **17.4.2. Instrucciones de operatividad**

Instalaciones temporales. Obras.

Estas instalaciones cumplirán con todas las prescripciones de general aplicación, así como la particulares siguientes:

Los conductores aislados utilizados tanto para acometidas como para las instalaciones interiores serán de 1.000 V de tensión nominal como mínimo.

En el origen de toda instalación interior a la llegada de los conductores de acometida, se dispondrá un interruptor diferencial de sensibilidad mínima de 30 mA. Este interruptor podrá estar, además, provisto de los dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas.

Cuadros eléctricos

Desde el punto de vista de la seguridad en los trabajos de la obra, las condiciones mínimas que deberán reunir los cuadros eléctricos que se instalen en las mismas, serán:

En el origen de la instalación se dispondrán interruptores diferenciales, cuyas sensibilidades mínimas serán:

- 30 mA. para la instalación de fuerza.
- 30 mA. para la instalación de alumbrado.

Existirán tantos interruptores magnetotérmicos como circuitos se dispongan. Los distintos elementos deben disponerse sobre una placa de montaje de material aislante. El conjunto se ubicará en un armario que cumpla:

Sus grados de estanqueidad contra el agua, polvo y resistencia mecánica contra impactos, tendrán unos índices de protección de, al menos, I.P. 5-4-3 respectivamente.

Su carcasa metálica estará dotada de puesta a tierra.

Dispondrá de cerradura que estará al cuidado del encargado o del especialista que designen. Las partes activas de la instalación se recubrirán con aislante adecuado.

Las tomas de corriente se ubicarán, preferentemente, en los laterales del armario, para facilitar que éste pueda permanecer cerrado.

Las bases de enchufe dispondrán de los correspondientes puntos de toma de tierra, para poder conectar, de este modo, las distintas máquinas que lo necesiten.

En las instalaciones destinadas a obras, los interruptores diferenciales serán de la sensibilidad anteriormente citada cuando las masas de toda la maquinaria estén en puesta a tierra y los valores de resistencia de ésta satisfagan lo señalado en la Norma ITC-BT-33. En caso contrario los interruptores diferenciales serán de alta sensibilidad. Esta protección puede establecerse para la totalidad de la instalación o individualmente para cada una de las máquinas o aparatos utilizados.

Las partes activas de toda la instalación, así como las partes metálicas de los mecanismos interruptores, fusibles, tomas de corriente, etc., no serán accesibles sin el empleo de útiles especiales o estarán incluidas bajo cubiertas o armarios que proporcionen un grado similar de inaccesibilidad.

Las tomas de corriente irán previstas de interruptor de corte omnipolar que permita dejarla sin tensión cuando no hayan de ser utilizadas.

La aparamenta y material utilizado presentarán el grado de protección que corresponda a sus condiciones de instalación. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán del tipo protegido contra los chorros de agua.

#### Trabajos en aparatos de BT

Se atenderá a lo establecido en el RD 614/2001. Las maniobras la realizarán trabajadores autorizados.

No se podrá trabajar con elementos en tensión sin la correspondiente protección personal. Cuando se realicen trabajos sin tensión, se comprobará que se han aislado las partes donde se desarrollen (mediante aparatos de seccionamiento) de cualquier posible alimentación.

Únicamente se podrá comprobar la ausencia de tensión con verificadores de tensión. No se restablecerá el servicio hasta finalizar los trabajos, comprobando que no exista peligro alguno.

Cuando se realicen tendidos de cables provisionales, se tendrá en cuenta que no sean un riesgo de caídas y electrocuciones para terceros, para lo cual las partes en tensión deben quedar convenientemente protegidas y señalizadas.

#### Trabajos en equipos de AT

Los trabajos en las instalaciones eléctricas deberán realizarse siempre en cumplimiento del anexo II del RD614/2001. El inicio y finalización de los trabajos debe ser comunicado, por escrito, al responsable de los trabajos.

Se prohíbe realizar trabajos en las instalaciones de AT, sin que se hayan adoptado las siguientes medidas:

- Abrir con corte visible todas las fuentes de tensión, mediante interruptoras y seccionadoras que aseguren la imposibilidad de su cierre intempestivo. Enclavar o bloquear, si son posibles los aparatos de corte.
- Prevenir cualquier posible realimentación.
- Reconocer, mediante equipo normalizado para ello, la ausencia de tensión.
- Poner a tierra y en cortocircuito todas las posibles fuentes de tensión.
- Colocar las señales de seguridad adecuadas, delimitando la zona de trabajo. Proteger frente a elementos próximos en tensión y establecer una señalización de seguridad para delimitar la zona de trabajo.

Las operaciones y maniobras para dejar sin tensión una instalación deberán realizarlas trabajadores cualificados. Se cumplirá además la normativa de la Compañía Suministradora referente a la operación.

Cuando se trabaje en celdas de protección, queda prohibido abrir o retirar los resguardos de protección de las celdas antes de dejar sin tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos contenidos en ellas. Se prohíbe dar tensión a los conductores y aparatos situados en una celda, sin cerrarla previamente con el resguardo de protección.

Para trabajos en transformadores y en máquinas en AT, se dejarán primero sin tensión todos los circuitos del secundario y a continuación los del primario. La reposición se hará en orden inverso.

Para trabajar sin tensión en un transformador de intensidad, o sobre los circuitos que alimenta, se dejará previamente sin tensión al primario. Se prohíbe la apertura de los circuitos conectados al secundario estando

el primario en tensión, salvo que sea necesario por alguna causa, en cuyo caso deberán cortocircuitarse los bornes del secundario.

**Trabajos en Proximidad de tensión:** Se atenderá a lo dispuesto en el RD 614/2001 Anexo V referente a los trabajos en proximidad. Antes de iniciar los trabajos un trabajador cualificado determinará la viabilidad del trabajo. Se deberán adoptar las medidas de seguridad necesarias para reducir al mínimo el número de elementos en tensión y las zonas de peligro de los elementos que permanezcan en tensión mediante la colocación de pantallas, barreras, envoltentes, etc. Se deberá limitar eficazmente la zona de trabajo respecto a las zonas de peligro y con el material adecuado. Se informará a los trabajadores de los riesgos existentes.

Cuando las medidas adoptadas no sean suficientes para proteger a los trabajadores frente al riesgo eléctrico, los trabajos serán realizados, una vez tomadas las medidas de delimitación e información, por trabajadores autorizados, o bajo la vigilancia de uno de éstos.

En el desempeño de su función de vigilancia, los trabajadores autorizados deberán velar por el cumplimiento de las medidas de seguridad y controlar, en particular, el movimiento de los trabajadores y objetos en la zona de trabajo, teniendo en cuenta sus características, sus posibles desplazamientos accidentales y cualquier otra circunstancia que pudiera alterar las condiciones en que se ha basado la planificación del trabajo.

**Trabajos en Tensión:** Para realizar un trabajo en tensión, se atenderá a lo dispuesto en el R.D. 614/2001-Anexo III.

Los Trabajos en tensión deberán ser realizados por trabajadores cualificados siguiendo un procedimiento previamente estudiado y, cuando su complejidad o novedad lo requiera, ensayado sin tensión. El método de trabajo y los equipos y los materiales deberán asegurar la protección del trabajador frente al riesgo eléctrico, garantizando, en particular, que el trabajador no pueda contactar accidentalmente con cualquier otro elemento a potencial distinto del suyo. Los equipos y los materiales para la realización de trabajos en tensión se elegirán, de entre los concebidos para tal fin, teniendo en cuenta las características del trabajo.

Toda persona que deba intervenir en trabajos en tensión deberá estar acreditada por un organismo homologado, esto es, provista del Carné de Habilitación expedido por su empresa que acredite su capacitación y autorización para la ejecución de dichos trabajos. La habilitación del personal es el proceso de selección, formación teórica-práctica, pruebas de conocimientos y aptitudes y reconocimientos requeridos para la obtención del Carné de Habilitación.

La zona de trabajo deberá señalizarse y delimitarse adecuadamente. Las medidas preventivas deberán tener en cuenta las posibles condiciones ambientales desfavorables y el trabajo se efectuará bajo la dirección y vigilancia de un jefe de trabajo, que será el trabajador cualificado que asume la responsabilidad directa del mismo; si la amplitud de la zona de trabajo no le permite una vigilancia adecuada, deberá requerir la ayuda de otro trabajador cualificado.

Maniobras, mediciones, ensayos y verificaciones.

Se atenderá a lo establecido en el R.D. 614/2001- Anexo IV y a lo establecido en las normas de la Compañía Suministradora (Operación, Maniobras y Descargos en AT y MT).

Las maniobras locales y las mediciones ensayos y verificaciones sólo podrán ser realizadas por trabajadores autorizados en BT y por trabajadores cualificados en AT, pudiendo ser éstos auxiliados por trabajadores autorizados, bajo su supervisión y control.

El método de trabajo empleado y los equipos y los materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al riesgo de contacto eléctrico, arco eléctrico, explosión o proyección de los materiales.

En maniobras locales con interruptores o seccionadores:

El método de trabajo empleado debe prever los defectos razonablemente posibles de los aparatos, como la posibilidad de que se efectúen maniobras erróneas.

En las mediciones, ensayos y verificaciones:

- En los casos en que sea necesario retirar algún dispositivo de puesta a tierra colocado en las operaciones realizadas para dejar sin tensión la instalación, se tomarán las precauciones para evitar la alimentación intempestiva de la misma.
- Cuando sea necesario utilizar una fuente de tensión exterior, se tomarán las precauciones para asegurar que:
  - La instalación no puede ser realimentada por otra fuente de tensión distinta de la prevista.
  - Los puntos de corte tienen un aislamiento suficiente para resistir la aplicación simultánea de la tensión de ensayo por un lado y la tensión de servicio por el otro.
- Se adecuarán las medidas de prevención tomadas frente al riesgo eléctrico, cortocircuito o arco eléctrico al nivel de tensión utilizado.

## **17.5. ORDEN Y LIMPIEZA**

### **17.5.1. Objeto**

El presente procedimiento tiene por objeto definir y establecer las recomendaciones de seguridad referentes al orden y limpieza en el puesto de trabajo.

### **17.5.2. Instrucciones de operatividad**

Las zonas de paso, salidas y vías de circulación de los lugares de trabajo y, en especial, las salidas y vías de circulación previstas para la evacuación en casos de emergencia, deberán permanecer libres de obstáculos de forma que sea posible utilizarlas sin dificultades en todo momento.

Los lugares de trabajo, incluidos los locales de servicio, y sus respectivos equipos e instalaciones, se limpiarán periódicamente y siempre que sea necesario para mantenerlos en todo momento en condiciones higiénicas adecuadas. A tal fin, las características de los suelos, techos y paredes serán tales que permitan dicha limpieza y mantenimiento.

Las operaciones de limpieza no deberán constituir por sí mismas una fuente de riesgo para los trabajadores que las efectúen o para terceros, realizándose a tal fin en los momentos, de la forma y con los medios más adecuados.

Los lugares de trabajo y, en particular sus instalaciones, deberán ser objeto de un mantenimiento periódico, de forma que sus condiciones de funcionamiento satisfagan siempre las especificaciones del proyecto, subsanándose con rapidez las deficiencias que puedan afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.

Se deben especificar métodos para el apilamiento seguro de los materiales, debiendo tener en cuenta la altura de la pila, carga permitida por metro cuadrado, ubicación, etc.

Para el apilamiento de objetos pequeños debe disponerse de recipientes que, además de facilitar el apilamiento, simplifiquen el manejo de dichos objetos.

Para el manejo apilamiento de materiales deben emplearse medios mecánicos, siempre que se pueda.



Cada empleado es responsable de mantener limpia y ordenada su zona de trabajo y los medios de su uso, a saber: equipo de protección individual y prendas de trabajo, armarios de ropas y prendas de trabajo, herramientas, materiales y otros, asignados específicamente a su custodia.

No deben almacenarse materiales de forma que impidan el libre acceso a los extintores de incendios.

Los materiales almacenados en gran cantidad sobre pisos deben disponerse de forma que el peso quede uniformemente repartido.

Todas las herramientas de mano, útiles de máquinas, etc., deben mantenerse siempre perfectamente ordenados y para ello han de disponerse soportes, estantes, etc.

Los empleados no pueden considerar su trabajo terminado hasta que las herramientas y medios empleados, resto de equipos y materiales utilizados y los recambios inutilizados, estén recogidos y trasladados al almacén o montón de desperdicios, dejando el lugar y área limpia y ordenada.

Las herramientas, medios de trabajo, materiales, suministros y otros equipos nunca obstruirán los pasillos y vías de comunicación dejando aislada alguna zona.

Se puede prever la cantidad de desperdicios, recortes y desechos y considerar los lugares donde se reducirán, a fin de tomar las medidas necesarias para retirarlos a medida que se vayan produciendo.

Los desperdicios (vidrios rotos, recortes de material, trapos, etc.) se depositarán en los recipientes dispuestos al efecto. o se verterán en los mismos líquidos inflamables, colillas, etc.

Simple botes o bandejas de hojalata con serrín, colocados en los lugares donde las máquinas o las transmisiones chorrean aceite o grasa, así como salpicaderos y bandejas, evitan las condiciones peligrosas que pueden producir lesiones graves por caídas.

Los derrames de líquido (ácidos, aceites, grasas, etc.) se limpiarán inmediatamente, una vez eliminada la causa de su vertido, sea cierre de fuga, aislamiento de conducción, caída de envase u otros

Los residuos inflamables como algodones de limpieza trapos papeles restos de madera recipientes metálicos contenedores de grasas o aceites y similares, se meterán en recipientes de basura metálicos y tapados.

Todo clavo o ángulo saliente de una tabla o chapa se eliminará doblándolo, cortándolo o retirándolo del suelo o paso.

Las áreas de trabajo y servicios sanitarios comunes a todos los empleados serán usadas en modo que se mantengan en perfecto estado.

Como líquidos de limpieza o desengrasado se emplearán preferentemente detergentes. En los casos en que sea imprescindible limpiar o desengrasar con gasolina u otros derivados del petróleo, estará prohibido fumar

El empleo de colores claros y agradables en la pintura de la maquinaria ayudará mucho a la conservación y al buen mantenimiento.

Una buena medida es pintar de un color las partes fijas de la máquina y de otro más llamativo, las partes que se mueven. De esta forma el trabajador se aparta instintivamente de los órganos en movimiento que le puedan lesionar.

Es frecuente encontrar las paredes, techos, lámparas y ventanas ennegrecidos por la suciedad que se va acumulando. Esto hace disminuir la luminosidad del local y aumenta en consecuencia el riesgo de accidente. Además, un lugar sucio y desordenado resulta triste y deprimente e influye negativamente en el ánimo y el rendimiento de los trabajadores.

Se recomienda pintar los techos de blanco. Las paredes, hasta tres metros de altura, pueden pintarse de colores claros y tonos suaves. Si las paredes tienen más de tres metros de altura, se pintarán de blanco de tres metros hasta el techo.

Las zonas de paso o señalizadas como peligrosas, deberán mantenerse libres de obstáculos.

Deben estar debidamente acotados y señalizados todos aquellos lugares y zonas de paso donde pueda existir peligro de lesiones personales o daños materiales.

No se deben colocar materiales y útiles en lugares donde pueda suponer peligro de tropiezos o caídas sobre personas, máquinas o instalaciones.

Las botellas que contengan gases se almacenarán verticalmente asegurándolas contra las caídas y protegiéndolas de las variaciones notables de temperatura.

Todas las zonas de trabajo y tránsito deberán tener, durante el tiempo que se usen como tales, una iluminación natural o artificial apropiada a la labor que se realiza, sin que se produzcan deslumbramientos.

Se mantendrá una ventilación eficiente, natural o artificial en las zonas de trabajo y especialmente en los lugares cerrados donde se produzcan gases o vapores tóxicos, explosivos o inflamables.

Las escaleras y pasos elevados estarán provistos de barandillas fijas de construcción sólida.

Está terminantemente prohibido fumar en los locales de almacenamiento de materiales combustibles.

Está prohibido retirar cualquier protección de tipo colectivo, barandillas, tabloneros de plataforma, escaleras, etc., sin la debida autorización del responsable del tajo, previo compromiso de su inmediata reposición al término de la actividad que motivó dicha retirada.

## **17.6. EQUIPOS DE PROTECCIÓN**

### **17.6.1. Objeto**

A continuación, se detallan las recomendaciones de seguridad y salud referentes a los equipos de protección que se encuentran en las obras. Los equipos de protección colectiva suelen ser barreras artificiales provisionales, intercalados entre superficie de trabajo y suelo, con el fin de evitar la caída de trabajadores y materiales.

### **17.6.2. Equipos de protecciones personales**

Protecciones de la cabeza:

- Cascos para todas las personas que participen en la obra, incluidos visitantes. Estos cascos irán marcados con las siglas CE indicando la función a que van destinados, así como el aislamiento eléctrico.
- Protecciones auditivas en zonas de alto nivel de ruido.
- Pantalla de protección para trabajos de soldadura eléctrica.
- Pantalla facial inactiva: Es obligatorio para toda persona que realice un trabajo que encierre un riesgo de arco eléctrico.
- Gafas en trabajos con riesgo de accidente ocular, tal como: proyecciones de partículas materiales, polvos y humos, sustancias gaseosas irritantes, cáusticas o tóxicas, salpicaduras de líquidos, en trabajos de obra civil (revestimientos, morteros, perforaciones, picado), pintura, manipulación de productos

corrosivos, limpieza con productos corrosivos, soplado con aire comprimido, empleo de arena, utilización de pistolas clavadoras, etc.

- Máscaras filtrantes: Se recomienda para todos los trabajos que provoquen nubes de polvo.

Protecciones de extremidades superiores:

- Guantes de cuero y anticorte para manejo de materiales y objetos. Es obligatorio en los siguientes trabajos: eslingado y manipulación de materiales, montaje de piezas pesadas o que tengan aristas agudas, etc.
- Guantes dieléctricos para trabajos en tensión. Estos serán homologados según norma Técnica reglamentaria MT-4. Cada guante deberá llevar en sitio visible un sello con la inscripción Ministerio de Trabajo, fecha y clase.
- Guantes cuero soldador.
- Guantes ignífugos de protección térmica. Estos se usarán bajo los guantes aislantes.
- Guantes de protección contra los productos químicos (en función del producto químico a manipular).

Las herramientas manuales para trabajos en baja tensión estarán homologadas según la norma técnica reglamentaria MT-26 sobre aislamiento de seguridad de las herramientas manuales para trabajos eléctricos en baja tensión.

Protecciones de extremidades inferiores:

- Calzado de seguridad de clase III homologado.
- Cubre calzado para manipulación de piraleno.
- Botas de trabajo contra agresivos químicos. Especialmente indicadas en aquellos trabajos en los que se manipulen álcalis, ácidos, cloro, amoníaco o cualquier otro producto corrosivo. Deberán utilizarse siempre con calcetines, para evitar rozaduras.

Protecciones del cuerpo:

- Arnés de seguridad para trabajos con riesgo de caídas de altura, hundimientos y desprendimientos o en el acceso a lugares que puedan tener riesgo de asfixia. Es obligatorio en trabajos a más de 2 m de altura, cuando se trabaje a alturas inferiores a 2 m de altura y exista riesgo de accidente, se utilizará según los casos y se dispondrán las protecciones más adecuadas. Un arnés de seguridad debe llevar todos los accesorios necesarios para la ejecución del trabajo, tales como cuerda de sujeción y, si procede, amortiguador de caídas.

Estos accesorios deben ser verificados antes de su uso, al igual que el sistema anticaídas, revisando particularmente el reborde de los agujeros previstos para el paso del hebijón de la hebilla.

Se comprobará que los ensamblajes son sólidos, que no están rotos los hilos de las costuras, que los remaches, si los hay, no están en mal estado; que las hebillas y anillos no están deformados y no presentan síntomas de rotura. Además, deben ser mantenidos en perfecto estado de limpieza.

## 18. DISPOSICIONES LEGALES DE APLICACIÓN

La ejecución de la obra, objeto del Estudio de Seguridad, estará regulada por la normativa de obligada aplicación que a continuación se cita, cuyo listado es meramente enunciativo, mas no limitativo.

Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.

Real Decreto 2200/1995, de 28 de diciembre de 1995, que aprueba el Reglamento de la Infraestructura para la Calidad y la Seguridad Industrial, que complementa al Real Decreto 2584/1981, de 18 de septiembre de 1981.

## **1996**

- Real Decreto 400/1996, de 1 de marzo, por el que se dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 94/9/CE, relativa a los aparatos y sistemas de protección para uso en atmósferas potencialmente explosivas.
- Resolución de 15 de abril de 1996. Relación de los Organismos notificados por los Estados miembros de la CEE para la aplicación de la Directiva del Consejo 87/404/CEE, sobre recipientes a presión simples.
- Resolución de 25 de abril de 1996, de la Dirección General de Calidad y Seguridad Industrial, por la que se publica, a título informativo, información complementaria establecida por el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, por el que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Real Decreto 1879/1996, de 2 de agosto, por el que se regula la composición de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Real Decreto 2177/1996, de 4 de Octubre de 1996, por el que se aprueba la Norma Básica de Edificación "NBE-CPI/96".

## **1997**

- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención y modificación posterior Real Decreto 780/1998, de 30 de abril, por el que se modifica el Real decreto 39/1997, de 17 de enero.
- Orden de 20 de febrero de 1997 por la que se modifica el anexo del Real Decreto 159/1995, de 3 de febrero, que modificó a su vez el Real Decreto 1407/1992, de 20 de noviembre, relativo a las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Orden de 21 de febrero de 1997, por el que se modifica el Anexo I, del Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo de 1995. Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas.
- Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo, sobre protección operacional de los trabajadores externos con riesgo de exposición a radiaciones ionizantes por intervención en zona controlada.
- Resolución de 3 de abril de 1997 que complementa la Orden de 23 de septiembre de 1987, que aprueba la Instrucción Técnica Complementaria MIE-AEM 1 del Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención, referente a Normas de Seguridad para Construcción e Instalación de Ascensores Electromecánicos.
- Real Decreto 485/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- 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 487/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997, de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas al trabajo con equipos que incluye pantallas de visualización.
- Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 773/1997, de 30 de mayo, sobre disposiciones mínimas de seguridad y Salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.
- Real Decreto 949/1997, de 20 de junio, por el que se establece el certificado de profesionalidad de la ocupación de prevencionista de riesgos laborales.
- Real Decreto 952/1997, de 20 de junio, por el que se modifica el Reglamento para la Ejecución de la Ley 20/1986 (DEROGADA POR Ley 10/1998), de 14 de mayo, Básica de Residuos Tóxicos y Peligrosos, aprobado mediante Real Decreto 833/1988, de 20 de julio
- Orden de 27 de junio de 1997 por la que se desarrolla el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, en relación con las condiciones de acreditación de las entidades especializadas como servicios de prevención ajenos a las empresas, de autorización de las personas o entidades especializadas que pretendan desarrollar la actividad de auditoría del sistema de prevención de las empresas y de autorización de las entidades públicas o privadas para desarrollar y certificar actividades formativas en materia de prevención de riesgos laborales
- Resolución de 16 de julio de 1997, que constituye el Registro de Empresas Externas regulado en el Real Decreto 413/1997, de 21 de marzo de 1997, de protección operacional de los trabajadores externos.
- 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.
- Resolución de 29 de julio de 1997 por la que se establece para las botellas fabricadas de acuerdo con las Directivas 84/525/CEE, 84/526/CEE y 84/527/CEE, el procedimiento para la verificación de los requisitos complementarios establecidos en la ITC MIE-AP7 del Reglamento de Aparatos a Presión
- Real Decreto 1314/1997, de 1 de agosto por el que se modifica el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención aprobado por Real Decreto 2291/1985, de 8 noviembre
- Artículos del Tratado Constitutivo de la Comunidad Europea 95 (antiguo 100 A) Y 138 (antiguo 118 A) (Tratado de Ámsterdam, 2 de octubre de 1997)
- Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

## **1998**

- Resolución de 18 de febrero de 1998, de la Dirección General de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social
- Orden de 10 de Marzo de 1998 por la que se modifica la ITC MIE-AP5 referente a extintores de incendios que figura como anexo a la presente Orden; asimismo, se hacen obligatorias las normas UNE



62.080 y 62.081, relativas al cálculo, construcción y recepción de botellas de acero con o sin soldadura para gases comprimidos, licuados o disueltos, que complementa el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril. Reglamento de aparatos a presión

- Orden de 25 de marzo de 1998 por la que se adapta en función del progreso técnico el Real Decreto 664/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Orden de 16 de abril de 1998 sobre Normas de Procedimiento y Desarrollo del Real Decreto 1942/1993, de 5 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios y se revisa el anexo I y los Apéndices de este.
- Ley 10/1998, de 21 de abril, de Residuos
- Real Decreto 700/1998, de 24 de abril de 1998 por el que se modifica el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo de 1995. Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas.
- Orden de 14 de mayo de 1998, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Orden de 30 de junio de 1998, por el que se modifica partes del articulado y partes de los Anexos I, III, V y VI del Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo de 1995. Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas.
- Orden de 15 de julio de 1998, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Resolución de 10 de septiembre de 1998, que desarrolla el Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención aprobado por Real Decreto 2291/1985, de 8 noviembre.
- Orden de 11 de septiembre de 1998, por el que se modifica partes de los Anexos I y VI del Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo de 1995. Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas.
- Orden de 15 de diciembre de 1998, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.

## **1999**

- Real Decreto 216/1999, de 5 de febrero, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en el ámbito de las Empresas de Trabajo Temporal.
- Orden de 30 de marzo de 1999 por la que se establece el día 28 de abril de cada año como Día de la Seguridad y Salud en el Trabajo.
- 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.
- Orden de 29 de abril de 1999 por la que se modifica la Orden de 6 de mayo de 1988 de Requisitos y Datos de las Comunicaciones de Apertura Previa o Reanudación de Actividades.

- Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo de 1999, dicta las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo, 97/23/CE, relativa a los equipos de presión y modifica el Real Decreto 1244/1979, de 4 de abril de 1979, que aprobó el Reglamento de aparatos a presión.
- Orden de 16 de julio de 1999, por el que se modifica partes de los Anexos I y V del Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo de 1995. Reglamento sobre Notificación de Sustancias Nuevas y Clasificación, Envasado y Etiquetado de Sustancias Peligrosas.
- Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban las medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes.
- Resolución de 29 de julio de 1999, por la que se acuerda la publicación de la relación de normas armonizadas en el ámbito del Real Decreto 1495/1991, de 11 de octubre, de aplicación de la Directiva 87/404/CEE, sobre recipientes a presión simples.
- Orden de 27 de julio de 1999 por la que se determinan las condiciones que deben reunir los extintores de incendios instalados en vehículos de transporte de personas o de mercancías.
- Real Decreto 1378/1999, de 27 de agosto de 1999, complementa la Ley 10/1998, de 21 de abril, estableciendo las Medidas para la Eliminación y Gestión de los Policlorobifenilos, Policloroterfenilos y Aparatos que los contengan.
- Ley 38/1999 de 5 de noviembre. Ordenación de la Edificación.
- Ley 39/1999, de 5 de noviembre, para promover la conciliación de la vida familiar y laboral de las personas trabajadoras.
- Resolución de 23 de noviembre de 1999, que dicta instrucciones con el fin de incluir en la estructura presupuestaria de la Seguridad Social para 1999 la nueva prestación de «Riesgo durante el embarazo».

## **2000**

- Orden de 11 de febrero de 2000, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos
- Orden de 10 de marzo de 2000, por la que se modifican las Instrucciones Técnicas Complementarias MIE-RAT 01, MIE-RAT 02, MIE-RAT 06, MIE-RAT 14, MIE-RAT 15, MIE-RAT 16, MIE-RAT 17, MIE RAT 18 y MIE-RAT 19 del Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en centrales eléctricas, subestaciones y centros de transformación
- Orden de 24 de marzo de 2000, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos
- Orden de 5 de junio de 2000 por la que se modifica la ITC MIE-AP7 del Reglamento de Aparatos a Presión sobre botellas y botellones de gases comprimidos, licuados y disueltos a presión
- Real Decreto 1124/2000, de 16 de junio, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo. (Fecha actualización 20 de octubre de 2000)
- Orden de 6 de julio de 2000, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos
- Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, (artículos relacionados con PRL) por el que se aprueba el texto refundido de la Ley sobre Infracciones y Sanciones en el Orden Social.

- Orden de 5 de octubre de 2000 por la que se modifican los anexos I, III, IV y VI del Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo de 1995.
- Orden de 25 de octubre de 2000, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Real Decreto 1849/2000 de 10 de noviembre de 2000, por el que se derogan diferentes disposiciones en materia de normalización y homologación.

## **2001**

- Real Decreto 309/2001, de 23 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 1879/1996, de 2 de agosto, por el que se regula la composición de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo
- Resolución de 22 de febrero de 2001, de la Dirección General de Política Tecnológica, por la que se acuerda la publicación de la relación de normas armonizadas en el ámbito del Real Decreto 769/1999, de 7 de mayo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva del Parlamento Europeo y del Consejo 97/23/CE relativa a los equipos a presión.
- Real Decreto 222/2001 de 2 de Marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 1999/36/CE, del Consejo, de 29 de abril, relativa a equipos a presión transportables.
- Orden de 5 de abril de 2001 por la que se modifican los anexos I IV V VI y IX del Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo.
- Real Decreto 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.
- Real Decreto 379/2001, de 6 de abril por el que se aprueba el Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE- APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7.
- Resolución de 9 de abril de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo de Consejo de Ministros, de 6 de abril de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Descontaminación y Eliminación de Policlorobifenilos (PCB), Policloroterfenilos (PCT) y Aparatos que los Contengan (2001- 2010).
- Corrección de errores de la Resolución de 9 de abril de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros de 6 de abril de 2001, por el que se aprueba el Plan Nacional de Descontaminación y Eliminación de Policlorobifenilos (PCB), Policloroterfenilos (PCT) y Aparatos que los Contengan (2001-2010).
- Real Decreto 507/2001, de 11 de mayo, por el que se modifica el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 783/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento sobre protección sanitaria contra radiaciones ionizantes.
- Artículo 14 de la Ley 12/2001, de 9 de julio, de medidas urgentes de reforma del mercado de trabajo para el incremento del empleo y la mejora de su calidad.

- Resolución de 16 de octubre de 2001, de la Subsecretaría, por la que se convierten a euros las cuantías de las sanciones previstas en el Real Decreto Legislativo 5/2000, de 4 de agosto, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Infracciones y Sanciones en el Orden Social.
- Corrección de errores de 19 de octubre del Real Decreto 379/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Productos Químicos y sus instrucciones técnicas complementarias MIE-APQ-1, MIE-APQ-2, MIE-APQ-3, MIE-APQ-4, MIE-APQ-5, MIE-APQ-6 y MIE-APQ-7.
- Real Decreto 1161/2001, de 26 de octubre, por el que se establece el título de Técnico superior en Prevención de Riesgos Profesionales y las correspondientes enseñanzas mínimas.
- Real Decreto 1251/2001, de 16 de noviembre, por el que se regulan las prestaciones económicas del sistema de la Seguridad Social por maternidad y riesgo durante el embarazo.
- Orden de 7 de diciembre de 2001, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Artículos 34, 35 y 37 de la Ley 24/2001, de 27 de diciembre, de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social.

## **2002**

- Orden Cte/23/2002, de 11 de enero, por la que se establecen condiciones para la presentación de determinados estudios y certificaciones por operadores de servicios de radiocomunicaciones.
- Corrección de errores de 18 de abril del 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.
- Artículo 5 del Real Decreto-Ley 5/2002, de 24 de mayo, de medidas urgentes para la reforma del sistema de protección por desempleo y mejora de la ocupabilidad.
- Orden de 25 de junio de 2002, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Resolución de 23 de julio de 2002, del Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, por la que se regulan los ficheros automatizados de datos de carácter personal de este Instituto Nacional.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto de 2002, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Orden PRE/2317/2002, de 16 de septiembre de 2002, por la que se modifican los anexos I, II, III, IV, V, VI, VII y VIII del Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo.
- Real Decreto 1002/2002, de 27 de septiembre, por el que se regula la venta y utilización de aparatos de bronceado mediante radiaciones ultravioletas.
- Orden PRE 2666/2002 de 25 de octubre de 2002, por el que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de Noviembre, por el que se impone Limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.

- Orden CTE/2723/2002, de 28 de octubre, por la que se modifica el anexo IV del Real Decreto 222/2001, de 2 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 1999/36/CE, del Consejo, de 29 de abril, relativa a equipos a presión transportables.
- Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre de 2002, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.
- Resolución de 26 de noviembre de 2002, de la Subsecretaría, por la que se regula la utilización del Sistema de Declaración Electrónica de Accidentes de Trabajo (Delt@) que posibilita la transmisión por procedimiento electrónico de los nuevos modelos para la notificación de accidentes de trabajo, aprobados por la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre.

## **2003**

- Corrección de errores de la Orden TAS/2926/2002, de 19 de noviembre, por la que se establecen nuevos modelos para la notificación de los accidentes de trabajo y se posibilita su transmisión por procedimiento electrónico.
- Real Decreto 99/2003, de 24 de enero, por el que se modifica el Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo.
- Orden PRE/375/2003 de 24 de febrero de 2003, por la que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen Limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos
- Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos.
- Real Decreto 277/2003, de 7 de marzo, por el que se establece el currículo del ciclo formativo de grado superior correspondiente al título de Técnico Superior en Prevención de Riesgos Profesionales
- Real Decreto 349/2003, de 21 de marzo, por el que se modifica el Real Decreto 665/1997, de 12 de mayo, sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo, y por el que se amplía su ámbito de aplicación a los agentes mutágenos
- Orden PRE/730/2003 de 25 de marzo de 2003, por la que se modifica el Anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen Limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos
- Real Decreto 681/2003, de 12 de junio, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores expuestos a los riesgos derivados de atmósferas explosivas en el lugar de trabajo
- Real Decreto 836/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba una nueva Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-2» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas torre para obras u otras aplicaciones.
- Real Decreto 837/2003, de 27 de junio, por el que se aprueba el nuevo texto modificado y refundido de la Instrucción técnica complementaria «MIE-AEM-4» del Reglamento de aparatos de elevación y manutención, referente a grúas móviles autopropulsadas
- Real Decreto 1196/2003, de 19 de septiembre, por el que se aprueba la Directriz básica de protección civil para el control y planificación ante el riesgo de accidentes graves en los que intervienen sustancias peligrosas
- Real Decreto 1273/2003, de 10 de octubre, por el que se regula la cobertura de las contingencias profesionales de los trabajadores incluidos en el Régimen Especial de la Seguridad Social de los



Trabajadores por Cuenta Propia o Autónomos, y la ampliación de la prestación por incapacidad temporal para los trabajadores por cuenta propia

- Sentencia de 27 de octubre de 2003, de la Sala Tercera del Tribunal Supremo, por la que se anula el Real Decreto 786/2001, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Seguridad contra incendios en establecimientos industriales
- Ley 52/2003, de 10 de diciembre, de disposiciones específicas en materia de Seguridad Social.
- Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1801/2003, de 26 de diciembre, sobre seguridad general de los productos.

## **2004**

- Real Decreto 171/2004, de 30 de enero, por el 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
- Real Decreto 290/2004, de 20 de febrero, por el que se regulan los enclaves laborales como medida de fomento del empleo de las personas con discapacidad.
- Orden PRE/473/2004, de 25 de febrero, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (éter de pentabromodifenilo, éter de octabromodifenilo)
- Corrección de errores del Real Decreto 290/2004, de 20 de febrero, por el que se regulan los enclaves laborales como medida de fomento del empleo de las personas con discapacidad
- Orden PRE/1895/2004, de 17 de junio, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (sustancias clasificadas como carcinógenas, mutágenas y tóxicas para la reproducción).
- Orden PRE/1954/2004, de 22 de junio, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (nonilfenol, etoxilados de nonilfenol y cemento).
- Real Decreto 1595/2004, de 2 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1879/1996, de 2 de agosto, por el que se regula la composición de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- Orden PRE/2426/2004, de 21 de julio, por la que se determina el contenido, formato y llevanza de los Libros-Registro de movimientos y consumo de explosivos.
- Corrección de errores de la Orden PRE/1895/2004, de 17 de junio, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (sustancias clasificadas como carcinógenas, mutágenas y tóxicas para la reproducción).
- Orden PRE/3159/2004, de 28 de septiembre, por la que se modifica el anexo 1 del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (métodos de ensayo de colorantes azoicos).
- Orden TAS/3302/2004, de 8 de octubre, por la que se nombran los miembros de la Comisión Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo.

- Real Decreto 2097/2004, de 22 de octubre, por el que se aplaza, para determinados equipos, la fecha de aplicación del Real Decreto 222/2001, de 2 de marzo, por el que se dictan las disposiciones de aplicación de la Directiva 1999/36/CE del Consejo, de 29 de abril de 1999, relativa a los equipos a presión transportables. BOE núm. 270 de 9 de noviembre de 2004
- Real Decreto 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
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales. Incluida su Corrección de errores y erratas.

## **2005**

- Real Decreto 119/2005, de 4 de febrero, por el que se modifica el Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Corrección de errores y erratas del Real Decreto 2267/2004, 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Orden PRE/556/2005, de 10 de marzo por el que se modifica la Orden PRE/473/2004, de 25 de febrero, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (éter de pentabromodifenilo, éter de octabromodifenilo).
- Real Decreto 688/2005, de 10 de junio, por el que se regula el régimen de funcionamiento de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social como servicio de prevención ajeno.
- Real Decreto 689/2005, de 10 de junio, por el que se modifica el Reglamento de organización y funcionamiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto 138/2000, de 4 de febrero, y el Reglamento general sobre procedimientos para la imposición de sanciones por infracciones de orden social y para los expedientes liquidatorios de cuotas a la Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto 928/1998, de 14 de mayo, para regularla actuación de los técnicos habilitados en materia de prevención de riesgos laborales.
- Orden PRE/1933/2005, de 17 de junio, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (dispositivos de perforación).
- Real Decreto 948/2005, de 29 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1254/1999, de 16 de julio, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Corrección de errores del Real Decreto 689/2005, de 10 de junio, por el que se modifica el Reglamento de organización y funcionamiento de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto 138/2000, de 4 de febrero, y el Reglamento general sobre procedimientos para la imposición de sanciones por infracciones de orden social y para los expedientes liquidatorios de cuotas a la Seguridad Social, aprobado por el Real Decreto 928/1998, de 14 de mayo, para regular la actuación de los técnicos habilitados en materia de prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 1311/2005, de 4 de noviembre, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.

- Resolución de 8 de noviembre de 2005, de la Dirección General de Desarrollo Industrial, por la que se autoriza a la Asociación Española de Normalización y Certificación, para asumir funciones de normalización en el ámbito de la gestión de riesgos.
- Ley 28/2005, de 26 de diciembre, de medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro, el consumo y la publicidad de los productos del tabaco.

## **2006**

- Orden PRE/3/2006, de 12 de enero, por la que se modifica el anexo VI del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero.
- Orden PRE/252/2006, de 6 de febrero, por la que se actualiza la Instrucción Técnica Complementaria n.º 10, sobre prevención de accidentes graves, del Reglamento de Explosivos.
- Real Decreto-Ley 2/2006, de 10 de febrero, por el que se modifican los tipos impositivos del Impuesto sobre las Labores del Tabaco, se establece un margen transitorio complementario para los expendedores de tabaco y timbre y se modifica la Ley 28/2005, de 26 de diciembre, de medidas sanitarias frente al tabaquismo y reguladora de la venta, el suministro, el consumo y la publicidad de los productos del tabaco.
- Real Decreto 229/2006, de 24 de febrero, sobre el control de fuentes radiactivas encapsuladas de alta actividad y fuentes huérfanas.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Corrección de erratas del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Corrección de erratas del Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 396/2006, de 31 de marzo, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Resolución de 11 de abril de 2006, de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- Corrección de errores en la Resolución de 11 de abril de 2006, de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social, sobre el Libro de Visitas de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- Orden PRE/1244/2006, de 20 de abril, por la que se modifican los anexos I y V del Reglamento sobre notificación de sustancias nuevas y clasificación, envasado y etiquetado de sustancias peligrosas, aprobado por el Real Decreto 363/1995, de 10 de marzo.
- Real Decreto 551/2006, de 5 de mayo, por el que se regulan las operaciones de transporte de mercancías peligrosas por carretera en territorio español.
- Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican 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.

- Orden TAS/2383/2006, de 14 de julio, por la que se modifica la Orden TAS/1974/2005, de 15 de junio, por la que se crea el Consejo Tripartito para el seguimiento de las actividades a desarrollar por las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social en materia de prevención de riesgos laborales en el ámbito de la Seguridad Social.
- Orden PRE/2743/2006, de 5 de septiembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (tolueno y triclorobenceno).
- Orden PRE/2744/2006, de 5 de septiembre, por la que se modifica el anexo I del Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos (hidrocarburos aromáticos policíclicos en aceites diluyentes y en neumáticos).
- Real Decreto 1114/2006, de 29 de septiembre, por el que se modifica el Real Decreto 1406/1989, de 10 de noviembre, por el que se imponen limitaciones a la comercialización y al uso de ciertas sustancias y preparados peligrosos.
- Ley 32/2006 reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.
- Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1299/2006, de 10 de noviembre, por el que se aprueba el cuadro de enfermedades profesionales en el sistema de la Seguridad Social y se establecen criterios para su notificación y registro.
- Resolución de 29 de diciembre de 2006, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se establecen los criterios a seguir para la incorporación de las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social al Sistema de Información Contable de la Seguridad Social.

## **2007**

- Orden TAS/1/2007, de 2 de enero, por la que se establece el modelo de parte de enfermedad profesional, se dictan normas para su elaboración y transmisión y se crea el correspondiente fichero de datos personales.
- Orden PRE/164/2007, de 29 de enero, por la que se modifican los anexos II, III y V del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero.
- Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres.
- Real Decreto 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia.
- Resolución de 26 de marzo de 2007, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se publica el acuerdo de encomienda de gestión con el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, para el desarrollo durante 2007, de determinadas actividades de prevención correspondientes al ámbito de la Seguridad Social y se fija el importe para su financiación.
- Resolución de 2 de abril de 2007, de la Secretaría de Estado de la Seguridad Social, por la que se determinan las actividades preventivas a realizar por las mutuas de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales de la Seguridad Social durante el año 2007, en desarrollo de la Orden

TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.

- Real Decreto 597/2007, de 4 de mayo, sobre publicación de las sanciones por infracciones muy graves en materia de prevención de riesgos laborales.
- Orden PRE/1648/2007, de 7 de junio, por la que se modifica el anexo VI del Reglamento sobre clasificación, envasado y etiquetado de preparados peligrosos, aprobado por el Real Decreto 255/2003, de 28 de febrero.
- Ley 20/2007, de 11 de julio, del Estatuto del trabajo autónomo.
- Real Decreto 902/2007, de 6 de julio, por el que se modifica el Real Decreto 1561/1995, de 21 de septiembre, sobre jornadas especiales de trabajo, en lo relativo al tiempo de trabajo de trabajadores que realizan actividades móviles de transporte por carretera.
- Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006, de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción.

Son de obligado cumplimiento, además las disposiciones contenidas en:

#### **Estatuto de los trabajadores**

- Ley 8/1980, de 10-03-80, Jefatura del Estado, por la que se aprueba el Estatuto de los Trabajadores (BOE n.º 64 de 14-03-80). Modificada por Ley 32/1984, de 02-08-84 (BOE n.º 186 de 04-08-84).
- Ley 4/1983, de 29-06-83, de fijación de la jornada máxima legal en 40 horas y de las vacaciones anuales mínimas en 30 días (BOE n.º 155 de 30-06-83). Corrección de errores (BOE n.º 175 de 23-07-83).
- Ley 32/1984, de 02-08-84, por la que se modifican ciertos art. De la Ley 8/80 del Estatuto de los Trabajadores (BOE n.º 186 de 04-08-84).
- Ley 11/1994, de 19-03-94, por la que se modifican determinados artículos del Estatuto de los Trabajadores y del texto articulado de la Ley de Procedimiento Laboral y de la Ley sobre infracciones y sanciones en el orden social (BOE n.º 122 de 23-05-94).
- Real Decreto Legislativo 1/1995 de 24 de marzo por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.

#### **Ley General de la Seguridad Social**

- Decreto 2.065/1974, de 30-05-74 (BOE n.º 173 y 174 de 20 y 22-07-74).
- Real Decreto 1/1994, de 03-06-94, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General de la Seguridad Social (BOE n.º 154 de 29-06-94).
- Real Decreto Ley 1/1986, de 14-03-86, por la que se aprueba la Ley General de la Seguridad Social (BOE n.º 73 de 26-03-86).

Asimismo, serán de obligado cumplimiento los Procedimientos de Seguridad y Salud de la Contrata Principal aplicables al proceso de Construcción.



## **18.1. APLICACIÓN DE LA LEY 32/2007 REGULADORA DE LA SUBCONTRATACIÓN EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN**

1. Requisitos de solvencia y calidad empresarial que se van a exigir a las empresas subcontratistas:

Para que una empresa pueda intervenir en el proceso de subcontratación en esta obra, como subcontratista, deberá acreditar el cumplimiento de los requisitos contenidos en los arts. 4.1 y 4.2 a):

2. Disponer de infraestructura y medios adecuados para llevar a cabo la actividad y ejercer directamente la dirección de los trabajos (Art. 4.1).
3. Garantizar que todo el personal que preste servicios en las obras dispone de formación en materia de prevención de riesgos laborales (incluido el personal directivo) (Art. 4.2 a).
4. Disponer de una organización preventiva adecuada (Art. 4.2 a).

La acreditación de los requisitos contenidos en el art. 4.2 a) se hará en la forma que se señala en el art. 4.3, para el momento en el que ya se cuente con registro de empresas acreditadas a que se refiere el art. 6 de la Ley y su cumplimiento.

No obstante, hasta tanto no exista registro de empresas acreditadas, está vigente el deber de la contrata principal de vigilar el cumplimiento de dichas obligaciones por la subcontratista.

5. Inscripción en el Registro de empresas acreditadas.

La exigencia de inscribirse en un registro oficial, que alcanza a cada contrata y subcontratistas (arts.

4.2 b), 4.3 y 6) solo cabe a partir de su creación, y teniendo en cuenta, además, las previsiones sobre transitoriedad, que no será exigible hasta tanto hayan transcurrido 12 meses desde entrada en vigor del Reglamento 1109/2007, plazo que se entiende necesario para que las Comunidades Autónomas puedan poner en marcha dichos registros.

6. Cumplimiento de los límites en el régimen de subcontratación.

La aplicación del régimen de subcontratación previsto en el art. 5, con respecto a los límites que en el mismo se establece, afectará en todo su vigor a esta obra.

7. Acceso al libro de subcontratación.

El acceso al libro de subcontratación será exigible en la obra. Dicho acceso debe permitirse al promotor de la obra, la dirección facultativa, el coordinador de seguridad y salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, el jefe de seguridad, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

8. Información a los representantes de los trabajadores sobre contrataciones y subcontrataciones.

La información a los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra, sobre las contrataciones y subcontrataciones llevadas a cabo en la misma también serán exigibles desde el inicio de la obra.

## **19. PLIEGO DE CONDICIONES**

## 19.1. PLIEGO DE CONDICIONES PARTICULARES

### 19.1.1. Obligaciones del contratista en materia de seguridad y salud

Además de las obligaciones atribuidas al contratista por la legislación vigente y lo establecido en los anteriores capítulos del presente Estudio, le corresponderán las que a continuación se indican.

Antes del día 15 de cada mes el representante del Contratista, o el Jefe de Obra, deberán remitir al Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución certificación en la que figure:

- Jornadas no trabajadas por los accidentes ocurridos en jornada de trabajo, durante el mes anterior.
- Índice de frecuencia, Índice de incidencia, Índice de gravedad e Índice de accidentes mortales, correspondiente al mes anterior. Se aportarán los índices calculados de acuerdo con lo indicado en el apartado ÍNDICES DE SINIESTRALIDAD, del presente Pliego de Prescripciones Técnicas.

Antes del día 15 de cada mes el representante del contratista, o el Jefe de obra, deberán remitir al Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución los siguientes documentos referidos al mes anterior:

- Partes de Accidente de Trabajo
- Relación de Accidentes de Trabajo Ocurridos sin Baja Médica

En ambos casos se entregarán al coordinador copia de los mismos documentos presentados ante la Entidad Gestora o Colaboradora con la que se tenga cubierta la protección de esta contingencia, tanto los cumplimentados por el empresario como por los trabajadores autónomos.

Facilitar, a las personas designadas por la Propiedad, el acceso a la documentación propia del contratista para verificar los datos entregados en función de lo exigido en los apartados anteriores.

En caso de accidente y con independencia de lo contemplado en el Plan de Seguridad y Salud:

- Notificarlo verbalmente, de forma inmediata, al Director de la Obra y al Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución, remitiéndoles a la mayor brevedad un sucinto informe sobre las circunstancias del accidente y datos de los accidentados.
- Remisión al director de la Obra y al Coordinador de Seguridad y Salud en Ejecución, en el plazo de siete días desde que ocurrió el accidente del informe sobre el mismo, según modelo adjunto.

## 19.2. ÍNDICE DE SINIESTRALIDAD

Se proporciona a continuación la definición y forma de cálculo de los índices indicados en el apartado anterior, iguales a los empleados por el Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales (MTYAS).

### 1. Índice de Frecuencia

Relaciona el número de accidentes registrados en un período de tiempo y el número de horas trabajadas en dicho período.

Se calculará por la expresión:

*No. Total de Accidentes*

*If* = ----- x 106

*No. Total de Horas Trabajadas*

Representa el número de accidentes con baja ocurridos en jornada de trabajo, por cada millón de horas trabajadas por el colectivo expuesto al riesgo.

En su cálculo se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Se tomarán como base los formularios que el contratista deberá elaborar en cumplimiento de lo establecido en el punto de Obligaciones del Contratista en Materia de Seguridad y Salud.

Sólo se contabilizarán las horas reales de trabajo, descartando por consiguiente, permisos, vacaciones, bajas por enfermedad o accidentes, etc.

Se tendrá en cuenta todo el personal que trabaje en la obra, incluido el de los subcontratistas y también a los trabajadores autónomos.

Estarán referidos a accidentes con baja.

Se contabilizarán únicamente los accidentes ocurridos durante las horas de trabajo, por lo tanto se excluirán los accidentes ocurridos en el trayecto de ida y vuelta al trabajo ("in itinere").

El número total de horas trabajadas se calculará como sumatorio de las horas efectuadas por trabajador y día trabajado, teniendo en cuenta las consideraciones anteriores, es decir, serán las horas realmente trabajadas por todo el personal de la obra.

Para el resto de casos especiales se estará tanto a lo dispuesto por el Director de la Obra como a los criterios fijados por el MTYAS.

## 2. Índice de Incidencia

Relaciona el número de accidentes registrados en un período de tiempo y el número medio de personas expuestas al riesgo considerado en dicho período.

Se calculará por la expresión:

*No. Total de Accidentes*

$I_i = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} \times 103 \text{ No.}$

*Medio de Personas Expuestas*

Representa el número de accidentes con baja ocurridos en jornada de trabajo por cada mil personas expuestas.

En su cálculo deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones.

Las anteriores enumeradas para la determinación del Índice de Frecuencia.

El denominador es la media de los trabajadores expuestos en el período considerado, que se calculará como media de las medias mensuales de trabajadores en el período. La media mensual de trabajadores se hallará en base al formulario de entrega de datos que el contratista cumplimentará, que será el cociente entre la suma de trabajadores diario durante todo el mes y el número de días trabajados en el mes.

## 3. Índice de Gravedad

Relaciona el número de jornadas perdidas por el accidente durante un período de tiempo y el total de horas trabajadas durante dicho período de tiempo.

Se calcula por la siguiente expresión:

$$I_g = \frac{\text{No. Total de Jornadas perdidas por accidentes}}{\text{No. Total de Horas Trabajadas}} \times 103$$

Representa el número de jornadas perdidas, por los accidentes con baja ocurridos en jornada de trabajo, por cada mil horas trabajadas.

En su cálculo se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

Las anteriormente enumeradas para la determinación del Índice de Frecuencia.

Para el cálculo de las jornadas perdidas se considerarán los días naturales de baja como diferencia de la fecha establecida en los partes de baja y alta médica.

Para los accidentes en los que, a la fecha de cierre de la estadística, no haya finalizado el proceso, es decir, no se haya “casado” el parte médico de baja con su correspondiente de alta se establecerá, a juicio del Director de la Obra un número de jornadas perdidas para cada caso en esta situación, utilizando como base para esta estimación criterios semejantes a los del MTYAS.

En este índice no se considerarán las jornadas perdidas en caso de accidente mortal, salvo en el caso de que entre el accidente y la muerte transcurra más de un día, contabilizándose entonces las jornadas desde el accidente hasta que falleció.

#### 4. Índice de frecuencia de accidentes mortales

Relaciona el número de accidentes mortales registrados en un período de tiempo y el número de horas trabajadas en dicho período.

Se calcula por la siguiente expresión:

$$I_{fm} = \frac{\text{No. Total de Accidentes Mortales}}{\text{No. Total de Horas Trabajadas}} \times 108$$

Representa el número de accidentes mortales ocurridos en jornada de trabajo por cada cien millones de horas trabajadas por el colectivo expuesto al riesgo.

El denominador es el mismo que el calculado en el Índice de Frecuencia.

#### 5. Índice de Incidencia de accidentes mortales

Relaciona el número de accidentes mortales registrado en un período de tiempo y el número medio de personas expuestas al riesgo considerado.

Se calcula por la siguiente expresión:

*No. Total de Accidentes Mortales*

*lim* = ----- x 105

*No. Medio de Personas Expuestas*

Representa el número de accidentes mortales en jornada de trabajo por cada cien mil personas expuestas.

El denominador es el mismo que el calculado en el Índice de Frecuencia.

## 6. Índices de Siniestralidad correspondientes a cada mes

Mensualmente se calcularán los índices del mes, de la forma siguiente:

*No. Total de Accidentes del Mes*

*IF* = ----- x 106

*No. Total de Horas Trabajadas en el mes*

*No. Total de Jornadas Perdidas por los Accidentes del mes*

*IG* = ----- x 103

*No. Total de Horas Trabajadas en el mes*

*No. Total de Accidentes del Mes*

*II* = ----- x 103

*No. Medio de Personas Expuestas en el Mes*

*No. Total de Accidentes Mortales del Mes*

*IFM* = ----- x 108

*No. Total de Horas Trabajadas en el Mes*

*No. Total de Accidentes Mortales del Mes*

*IIM* = ----- x 105

*No. Medio de Personas Expuestas en el Mes*

## 7. Índices de Siniestralidad a origen de obra

Mensualmente se calcularán los índices acumulados desde el comienzo de la obra:

*No. Total de Accidentes a Origen de Obra*

*IF* = ----- x 106



No. Total de Horas Trabajadas a Origen de Obra

No. Total de Jornadas Perdidas por los Accidentes a Origen de Obra

IG = -----x 103

No. Total de Horas Trabajadas a Origen de Obra

No. Total de Accidentes a Origen de Obra

II = ----- x 103

No. Medio de Personas Expuestas a Origen de Obra

No. Total de Accidentes Mortales a Origen de Obra

IFM = ----- x 108

No. Total de Horas Trabajadas a Origen de Obra

No. Total de Accidentes Mortales a Origen de Obra

IIM = ----- x 105

No. Medio de Personas Expuestas a Origen de Obra

### 19.3. PROTECCION MEDIAMBIENTAL

La influencia de las actividades de construcción sobre el medio ambiente es un factor de preocupación social, por lo que las Administraciones, Clientes Privados y opinión pública exigen cada vez más políticas respetuosas con el medio ambiente.

Por otra parte, el mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza, la delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los distintos materiales, en particular si se trata de sustancias o materiales peligrosos, la recogida de materiales peligrosos utilizados y el almacenamiento y la eliminación o evacuación de residuos y escombros son principios generales aplicables durante la ejecución de la obra y vienen recogidos en el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre (B.O.E. n.º 256, de 25 de Octubre).

Para ser consecuentes con esta legislación, se habilitará en obra un recinto impermeabilizado, debidamente señalizado y perimetralmente vallado, en el que se ubicarán, entre otros:

- Parque de maquinaria
- Depósitos de combustibles
- Productos químicos, inflamables, corrosivos...

La superficie estimada para el recinto es función del volumen de maquinaria y de los acopios que se instalen.

El cerramiento será definido en el Presupuesto del Estudio. Contará con iluminación suficiente y portón de acceso para personas y vehículos.

La superficie del terreno que se destine a tal fin será previamente explanada y los materiales resultantes de la explanación serán utilizados para formar un cordón perimetral que evite la entrada de las aguas de escorrentía dentro del recinto (excepto en la zona de accesos).

#### **19.4. SEGUROS**

Todo el personal, tanto directo, como subcontratado, así como los trabajadores autónomos estará dado de alta en la Seguridad Social, estando asimismo asegurados contra todo riesgo de accidentes laborales, teniendo actualizada toda su documentación.

#### **19.5. LIBRO DE INCIDENCIAS**

El artículo 13 del Real Decreto 1627/1997, así como el RD 1109/07, regulan las funciones de este documento.

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 la Oficina de Supervisión de Proyectos u órgano equivalente.

El libro de incidencias se mantendrá siempre en la obra, estará en poder del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra. 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 que intervienen 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 la normativa.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra o, cuando no sea necesaria la designación de coordinador, la dirección facultativa, deberán notificarla al contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste. En el caso de que la anotación se refiera a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones previamente anotadas en dicho libro por las personas facultadas para ello, así como en el supuesto casos de riesgo grave e inminente, deberá remitirse una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá

especificarse si la anotación efectuada supone una reiteración de una advertencia u observación anterior o si, por el contrario, se trata de una nueva observación.

#### **19.6. INSTALACIONES PROVISIONALES Y ÁREAS AUXILIARES DE OBRA**

Los trabajadores dispondrán de tantas instalaciones de higiene y bienestar como sea necesario. Para ello, se tendrán en cuenta el número de trabajadores máximos en obra en los momentos punta.

Cuando los trabajadores tengan que utilizar ropa especial de trabajo tendrán a su disposición vestuarios, los cuales serán de fácil acceso y con dimensiones suficientes para el número de trabajadores que los vayan a utilizar. Si fuese necesario también se dispondrá de duchas apropiadas y en número suficiente, provistos con asientos y taquillas individuales.

Siempre se utilizarán instalaciones adecuadas para el uso de cuartos de baño con agua corriente caliente y fría, y con retretes.

Igualmente si fuese necesario se dispondrá de casetas habilitadas para el descanso de los trabajadores y otras como comedores, dotadas de mesas y sillas en número suficiente, calienta-comidas, piletas con agua corriente y menaje suficiente para el número de operarios existentes en la obra. Habrá también un recipiente para recogida de basuras.

Se mantendrán siempre en perfecto estado de limpieza y conservación. Cerramiento de obra

Valla de paneles enrejados galvanizados sobre soportes de hormigón Condiciones preventivas de los cuadros eléctricos

Los cuadros utilizados en la obra serán metálicos, dotados de su correspondiente puerta y cerradura con llave, según lo dispuesto en la norma UNE-2034.

Todas las carcasas de los cuadros deberán disponer de su correspondiente toma de tierra.

En el caso de encontrarse dos cuadros muy próximos, ambos deberán tener conectadas sus carcasas a una misma toma de tierra, evitando de esta forma la aparición de diferencias de potencial.

Si bien los cuadros eléctricos han de ser resistentes a la intemperie, deberán estar dotados de viseras protectoras para el agua.

Para colocar los cuadros eléctricos en la obra, se dispondrán colgados sobre paramentos verticales o sobre pies derechos correctamente nivelados y estabilizados.

Los elementos de conexión a los cuadros estarán normalizados para poder trabajar a la intemperie.

Para realizar labores de montaje o mantenimiento en los cuadros eléctricos, se utilizarán alfombrillas aislantes, a la vez que los correspondientes equipos de protección individual.

Deberá existir en el cuadro una inscripción que recuerde el peligro ante la presencia de "ELECTRICIDAD".

#### 1. Cuadro general de obra $P_{max} = 180 \text{ kW}$

Cuadro general de mandos y protección de obra para una potencia máxima de 180 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 100x100 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4x250 A., relé diferencial reg. 0-1 A., 0-1 s., transformador toroidal sensibilidad 0.3 A., dos interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x160 A., y 10 interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x25 A., incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior a 80 Ohmios.

#### 2. Cuadro general de obra $p_{max} = 360 \text{ kW}$

Cuadro general de mandos y protección de obra para una potencia máxima de 360 kW. compuesto por armario metálico con revestimiento de poliéster, de 120x100 cm., índice de protección IP 559, con cerradura, interruptor automático magnetotérmico de 4x800 A., relé diferencial reg. 0-1 A., 0-1 s., transformador toroidal sensibilidad 0.3 A., tres interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x160 A., y 10 interruptores automáticos magnetotérmicos de 4x25 A., incluyendo cableado, rótulos de identificación de circuitos, bornas de salida y p.p. de conexión a tierra, para una resistencia no superior a 80 Ohmios.

#### 3. Condiciones preventivas de las tomas de energía

Las clavijas utilizadas en la obra para el suministro de energía serán siempre machos-hembras.

Como medida de seguridad ante posibles contactos eléctricos directos, la tensión estará siempre en la clavija "hembra" y nunca en la "macho".

Las clavijas utilizadas estarán normalizadas y protegidas contra contactos eléctricos directos, siendo sustituidas cuando se detecte el más mínimo desperfecto en ellas.

Durante las labores de enchufe y desenchufe de las clavijas, se tirará de la misma, y nunca del cable evitando así la rotura de éste.

Cada clavija servirá para dar corriente a un elemento receptor de energía, bien sea una máquina, máquina-herramienta o cualquier otro aparato.

Todos los elementos metálicos, que en un momento dado puedan entrar en tensión por efecto de una derivación, deberán tener su correspondiente toma de tierra.

La toma de tierra anteriormente mencionada deberá encontrarse protegida mediante una funda en colores amarillo y verde.

Cuando existan cuadros eléctricos generales distintos, las tomas de tierra serán independientes eléctricamente.

En el caso de encontrarse en la obra máquinas-herramientas sin doble aislamiento, su toma de tierra se realizará a través del neutro en combinación con el cuadro de distribución correspondiente y el cuadro general de obra.

El transformador general de la obra estará dotado de su correspondiente toma de tierra.

En el terreno donde se encuentra hincada la pica, se mejorará su conductividad vertiendo agua de forma periódica.

#### 4. Toma de tierra general de la obra Especificación técnica.

Red de toma de tierra general de la obra formada por: 40-0,2 y cable desnudo de cobre de 0,5 mm de diámetro, presillas de conexión; Arqueta de fábrica de ladrillo hueco doble de 1,5 cm, para conexión, dotada de tapa de hormigón y tubo pasacables. Incluso parte proporcional de construcción, montaje, mantenimiento y demolición.

#### 5. Toma de tierra para estructuras metálicas fijas Descripción del elemento.

Red de toma de tierra general de la obra formada por: pica y cable desnudo de cobre de 12 de diámetro, presillas de conexión; Arqueta de fábrica de ladrillo hueco doble de 30 x 30 cm, para conexión, dotada de tapa de hormigón y tubo pasacables, incluso parte proporcional de construcción, montaje, mantenimiento y demolición.

#### 6. Condiciones preventivas para la instalación de alumbrado

Se dispondrá la iluminación suficiente para trabajar con seguridad. Al mismo tiempo, la iluminación artificial se colocará a una altura que permita llegar a todos los puntos en los que se esté trabajando.

Aquellos elementos que se coloquen para suministrar iluminación artificial se dispondrán perfectamente estabilizados sobre "pies derechos".

Las masas de receptores fijos de alumbrados se conectarán a la red general de tierra mediante el correspondiente conductor de protección. Los aparatos de alumbrado portátiles, excepto los utilizados con pequeñas tensiones, serán de tipo protegido contra los chorros de agua (grado de protección recomendable I.P. 447), según lo establecido en el R.B.T.

La iluminación mediante portátiles se realizará con portalámparas estanco de seguridad, con mango aislante, rejilla protectora de la bombilla dotada de gancho de cuelgue a la pared, manguera antihumedad, clavija de conexión normalizada estanca de seguridad y alimentados a 24 V en locales húmedos o mojados.

#### 7. Condiciones preventivas durante el mantenimiento de la instalación eléctrica provisional

Nunca se permitirá realizar labores de mantenimiento en máquinas eléctricas sin comprobar previamente la desconexión de esta de la red eléctrica.

El personal encargado del mantenimiento de la instalación será electricista en posesión del carné profesional correspondiente.

La maquinaria eléctrica será revisada por personal especialista en cada máquina.

#### 8. Condiciones preventivas para la protección de los circuitos

Todos los elementos que se dispongan para la protección de los circuitos se dimensionarán minorándolos, es decir, no permitiendo que el elemento al que protegen llegue a la máxima carga admisible.

Toda la maquinaria eléctrica de la obra se protegerá usando diferenciales.

De igual forma, todas las líneas eléctricas se protegerán utilizando para ello disyuntores diferenciales. La sensibilidad de dichos diferenciales variará dependiendo del elemento que protejan:

- 300 mA: Se utilizará generalmente para proteger la alimentación que reciben las máquinas. Para mejorar el nivel de protección, puede instalarse diferenciales de 30 mA de sensibilidad.
- 30 mA: Se utilizará dicha sensibilidad en el caso de instalaciones portátiles de iluminación.

Todo el alumbrado portátil de la obra se alimentará mediante una tensión de seguridad que será de 24 V en caso de locales húmedos o mojados.

Todas las líneas que toman corriente de los cuadros de distribución, así como todas aquellas que alimentan máquinas, y todos aquellos elementos de funcionamiento eléctrico, deberán disponer de interruptores automáticos.

La instalación de alumbrado general que se utilizan en las casetas de obra estará dotada de interruptores automáticos magnetotérmicos.

#### 11. Interruptor diferencial calibrado selectivo de 30 mA.

#### 12. Especificación técnica.

Interruptor diferencial calibrado selectivo de 30 mA marca ##B08D#, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra, incluso parte proporcional de instalación y retirada.

Calidad: Nuevos, a estrenar.

#### 13. Tipo de mecanismo.

Interruptor diferencial de 30 miliamperios comercializado, para la red de alumbrado; marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra; especialmente calibrado selectivo, ajustado para entrar en funcionamiento antes que lo haga el del cuadro general eléctrico de la obra, con el que está en combinación junto con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

#### 14. Instalación.

En los cuadros secundarios de conexión para iluminación eléctrica de la obra.

#### 15. Mantenimiento.

Se revisará diariamente, procediéndose a su sustitución inmediata en caso de avería.



Diariamente se comprobará que no han sido puenteados, en caso afirmativo, se eliminará el puente y se investigará quién es su autor, con el fin de explicarle lo peligroso de su acción y conocer los motivos que le llevaron a ella con el fin de eliminarlos.

#### 16. Conexiones eléctricas de seguridad

Todas las conexiones eléctricas de seguridad se efectuarán mediante conectadores o empalmadores estancos de intemperie. También se aceptarán aquellos empalmes directos a hilos con tal que queden protegidos de forma totalmente estanca, mediante el uso de fundas termorretráctiles aislantes o con cinta aislante de auto fundido en una sola pieza, por auto contacto.

Interruptor diferencial de 30 mA

#### 17. Especificación técnica.

Interruptor diferencial de 30 mA comercializado, para la red de alumbrado; marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra o similar; instalado en el cuadro general eléctrico de la obra, en combinación con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

Calidad: Nuevos, a estrenar

#### 18. Tipo de mecanismo.

Interruptor diferencial de 30 miliamperios comercializado, para la red de alumbrado; marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra; instalado en el cuadro general eléctrico de la obra, en combinación con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

#### 19. Instalación.

En el cuadro general de obra, de conexión para iluminación eléctrica de la obra.

#### 20. Mantenimiento.

Se revisará diariamente, procediéndose a su sustitución inmediata en caso de avería.

Diariamente se comprobará por el Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, o sus ayudantes, que no han sido puenteados, en caso afirmativo: se eliminará el puente y se investigará quién es su autor, con el fin de explicarle lo peligroso de su acción y conocer los motivos que le llevaron a ella con el fin de eliminarlos.

#### 21. Conexiones eléctricas de seguridad.

Todas las conexiones eléctricas de seguridad se efectuarán mediante conectadores o empalmadores estancos de intemperie. También se aceptarán aquellos empalmes directos a hilos con tal que queden protegidos de forma totalmente estanca, mediante el uso de fundas termorretráctiles aislantes o con cinta aislante de auto fundido en una sola pieza, por auto contacto.

#### 22. Interruptor diferencial de 300 mA Especificación técnica.

Interruptor diferencial de 300 mA marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra. incluso parte proporcional de instalación y retirada.

Calidad: Nuevos, a estrenar.

#### 23. Descripción técnica.

Interruptor diferencial de 300 miliamperios comercializado, para la red de fuerza; marca General Electric, modelo según cálculo del proyecto de instalación eléctrica provisional de obra; especialmente calibrado

selectivo, ajustado para entrar en funcionamiento antes que lo haga el del cuadro general eléctrico de la obra, con el que está en combinación junto con la red eléctrica general de toma de tierra de la obra.

#### 24. Instalación.

En los cuadros secundarios de conexión para fuerza.

#### 25. Mantenimiento.

Se revisarán a diario antes del comienzo de los trabajos de la obra, procediéndose a su sustitución inmediata en caso de avería.

Diariamente se comprobará que no han sido puenteados. En caso afirmativo, se eliminará el puente y se investigará quién es su autor, con el fin de explicarle lo peligroso de su acción y conocer las causas que le llevaron a ello, con el fin de eliminarlas.

#### 26. Conexiones eléctricas de seguridad.

Todas las conexiones eléctricas de seguridad se efectuarán mediante conectadores o empalmadores estancos de intemperie. También se aceptarán aquellos empalmes directos a hilos con tal que queden protegidos de forma totalmente estanca, mediante el uso de fundas termorretráctiles aislantes o con cinta aislante de auto fundido en una sola pieza, por auto contacto.

#### 27. Condiciones preventivas de los interruptores

Las cajas de los interruptores deben tener la indicación que advierte de la presencia de electricidad mediante la frase "PELIGRO ELECTRICIDAD".

La colocación de las cajas de interruptores ha de garantizar una estabilidad en la misma, bien colocándola sobre "pies derechos" o bien colgándola sobre paramentos verticales.

Los interruptores se colocarán en el interior de cajas normalizadas provistas de puerta con cerradura de seguridad.

#### 28. Interruptores diferenciales

Cuando sea necesario suministrar fluido eléctrico a la obra mediante una instalación provisional eléctrica, se emplearán cuadros eléctricos con interruptor diferencial en la cabecera de cada línea de distribución. Dicho interruptor estará calibrado para la carga a soportar y tendrá sensibilidad igual a 30 mA para la distribución de alumbrado y 300 mA para fuerza.

#### 29. Portátiles de seguridad para iluminación eléctrica

En trabajos nocturnos y/o con poca visibilidad, para suministrar la intensidad de luz necesaria en obra, se emplearán focos de alumbrado portátiles que, o bien se alimentan a 24 V mediante transformadores de seguridad que garanticen la separación de circuitos, o bien tendrán doble aislamiento.

#### 30. Especificación técnica.

Portátiles de seguridad para iluminación eléctrica formados por: portalámparas estancos; rejilla contra los impactos; lámpara de 150 W gancho para cuelgue; mango de sujeción de material aislante; manguera antihumedad de 25 m de longitud. Toma corrientes por clavija estanca de intemperie.

#### 31. Características técnicas.

Estarán formados por los siguientes elementos:

Portalámparas estancos con rejilla contra los impactos, con gancho para cuelgue y mango de sujeción de material aislante de la electricidad.

Manguera antihumedad de la longitud que se requiera para cada caso, evitando depositarla sobre el pavimento, siempre que ello sea posible.

Toma corrientes por clavija estanca de intemperie. Condición expresa de seguridad de obligado cumplimiento.

Se conectarán en los toma corrientes instalados en los cuadros eléctricos de distribución de zona.

Si el lugar de utilización es húmedo, la conexión eléctrica se efectuará a través de transformadores de seguridad a 24 voltios.

### 32. Responsabilidad.

Cada empresario que interviene en esta obra será responsable directo de que todos los portátiles que use cumplan con estas normas, especialmente los utilizados por los trabajadores autónomos de la obra, fuere cual fuere su oficio o función y especialmente si el trabajo se realiza en zonas húmedas.

### 33. Transformadores

Cuando se requiera el empleo de transformadores para modificar la tensión de trabajo, serán de arrollamientos separados en los siguientes casos:

Transformación de baja tensión a pequeña tensión de seguridad. Transformadores con fines de protección para separación de circuitos.

Transformadores de una tensión usual a una tensión especial. Para transformaciones pasajeras, podrán realizarse por medio de auto-transformador.

Transformadores de baja a alta tensión.

Los transformadores estarán instalados de manera que sus elementos en tensión, si ésta es superior a 50 V, sean inaccesibles.

En general, los transformadores no se colocarán sobre elementos combustibles.

## 19.7. EQUIPOS DE LUCHA CONTRA INCENDIOS

Para la extinción de incendios se generaliza el uso de extintores, cumpliendo la norma UNE 23 VO, aplicándose por extensión el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación o el Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

El vigilante de prevención y/o Delegado de Prevención debe estar informado de las zonas con peligro de incendio en la obra y de las medidas de protección disponibles en la misma, así como de los teléfonos de urgencia de los servicios públicos de extinción de incendios.

Los equipos de lucha contra incendios deberán ser de fácil acceso y manipulación. Deberán estar señalizados conforme al Real Decreto sobre Señalización de Seguridad y Salud en el Trabajo. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.

### 1. Mantenimiento de los equipos de lucha contra incendios

Se realizará el mantenimiento de los equipos de lucha contra incendios siguiendo las recomendaciones del fabricante y concertando para ello la colaboración de una empresa especializada del Ministerio de Industria.

## 2. Ubicación de los extintores portátiles

Se situarán donde exista mayor probabilidad de originarse un incendio (en especial transformadores, calderas, motores eléctricos y cuadros de maniobra y control), próximos a las salidas de los locales y siempre en lugares de fácil visibilidad y acceso. Se colocarán sobre soportes fijados a paramentos verticales o pilares, de forma que la parte superior del extintor quede como máximo a 1,70 m del suelo, y siempre protegidos de daños físicos, químicos o atmosféricos.

## 3. Normas de seguridad para uso de los extintores de incendio

- Descolgar el extintor.
- Quitar el seguro que inmoviliza la maneta de disparo.
- Ponerse a sotavento.
- Accionar la maneta de disparo dirigiendo el chorro a la base de las llamas.
- O se extingue, dar el aviso correspondiente a los servicios públicos de extinción de incendios.

## 4. Extintor CO2 5 kg

Extintor de nieve carbónica CO2, de eficacia 89B, de 5 Kg. de agente extintor, modelo NC-5-P, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor.

## 5. Extintor polvo abc 12 kg

Extintor de polvo químico ABC POLIVALETE ANTIBRASA DE EFICACIA 43A/233B, de 12 Kg. de agente extintor, tipo Parsi modelo PI-6-U o similar, con soporte, manómetro comprobable y boquilla con difusor, según norma UNE 23110.

# 19.8. VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS

## 1. Reconocimiento médico

Vigilancia de la salud: el Servicio de Prevención Ajeno que asume la especialidad de Medicina en el Trabajo es la Mutua de cada contrata

Reconocimiento médico por trabajador según protocolo médico establecido a la actividad desarrollada por el trabajador.

## 2. Botiquín de primeros auxilios

En la oficina de obra, así como en los lugares donde se haga preciso (y que cambian a lo largo de las diferentes fases de obra, asegurando siempre la Contrata su puesta a disposición para las curas de urgencia), se instalará un maletín botiquín de primeros auxilios, conteniendo todos los artículos que se especifican a continuación:

Agua oxigenada; alcohol de 96 grados; povidona yodada; gasa estéril; algodón hidrófilo estéril; esparadrapo antialérgico; termómetro clínico; apósitos autoadhesivos; analgésicos.

Local de primeros auxilios

En caso de encontrarse en el centro de trabajo más de 250 trabajadores será necesario un local de 1º auxilios con un D.U.E. al frente. Según RD 1627/1997, Parte A, art 14)

3. Reposición botiquín de primeros auxilios

En la medida en que se vaya gastando, se repondrá el material utilizado en cada botiquín.

4. Camilla portátil

Camilla portátil para evacuaciones, compuesta por dos barras metálicas de sujeción y lona de apoyo.

### 19.9. FORMACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD

De conformidad con el artículo 18 de la ley de prevención de riesgos laborales, todo el personal debe recibir, al ingresar en la obra, formación e información de los métodos de trabajo y de los riesgos que éstos pudieran entrañar, junto con las medidas de seguridad que deben emplear.

Barcelona, Abril de 2025

Ingeniero Técnico Industrial













Ivan Garré Sierra











Colegiado 25691 - CETIB











19.10. INSTRUCCIONES GRÁFICAS









SEÑALES DE OBLIGACIÓN  
(REAL DECRETO 485/1997)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS VÍAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CAREZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS OÍDOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	











SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
VÍA OBLIGATORIA PARA PEATONES		BLANCO	AZUL	BLANCO	
ORIGEN GENERAL, ACOMPAÑADA, SI PROCEDE, DE UNA SEÑAL ADICIONAL		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DEL CUERPO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN INDIVIDUAL OBLIGATORIA CONTRA CAÍDAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCIÓN OBLIGATORIA DE LA CARA		BLANCO	AZUL	BLANCO	











SEÑALES DE PROHIBICIÓN  
(REAL DECRETO 485/1997)









SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO APAGAR CON AGUA		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO		NEGRO	ROJO	BLANCO	
AGUA NO POTABLE		NEGRO	ROJO	BLANCO	









SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO PASAR A LOS PEATONES		NEGRO	ROJO	BLANCO	
PROHIBIDO A LOS VEHÍCULOS DE MANUTENCIÓN		NEGRO	ROJO	BLANCO	
ENTRADA PROHIBIDA A PERSONAS NO AUTORIZADAS		NEGRO	ROJO	BLANCO	
NO TOCAR		NEGRO	ROJO	BLANCO	

## SEÑALES DE ADVERTENCIA (I) (REAL DECRETO 485/1997)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROHIBIDO FUMAR Y ENCENDER FUEGO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INCENDIO MATERIALES INFLAMABLES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE RADIACIÓN MATERIAL RADIACTIVO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CARGAS SUSPENDIDAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE INTOXICACIÓN SUSTANCIAS TÓXICAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	









SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
RIESGO ELÉCTRICO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
PELIGRO NO DETERMINADO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LÁSER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CARRETIILLAS DE MANUTENCIÓN		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE CORROSIÓN SUSTANCIAS CORROSIVAS		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	









SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
MATERIAS COMBURENTES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES NO IONIZANTES		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CAMPO MAGNÉTICO INTENSO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO DE TROPEZAR		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CAÍDA A DISTINTO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RIESGO BIOLÓGICO		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LÁSER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
MATERIAS NOCIVAS O IRRITANTES		NEGRO	NARANJA	NEGRO	

















## REAL DECRETO 485/1997

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
TELÉFONO PARA AVISO DE LUCHA CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	
MANGUERA DE LUCHA CONTRA INCENDIOS		BLANCO	ROJO	BLANCO	
ESCALERA DE MANO		BLANCO	ROJO	BLANCO	
EXTINTOR		BLANCO	ROJO	BLANCO	

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
SEÑAL ADICIONAL A LAS ANTERIORES QUE INDICA DIRECCIÓN A SEGUIR		BLANCO	ROJO	BLANCO	
		BLANCO	ROJO	BLANCO	
		BLANCO	ROJO	BLANCO	
		BLANCO	ROJO	BLANCO	

## SEÑALES DE SALVAMENTO (REAL DECRETO 485/1997)

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
UBICACIÓN DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCIÓN HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
UBICACIÓN SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCIÓN HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCIÓN DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
TELÉFONO DE SALVAMENTO		BLANCO	VERDE	BLANCO	







SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SÍMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SÍMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CAMILLA		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DUCHA DE SEGURIDAD		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LAVADO DE LOS OJOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	

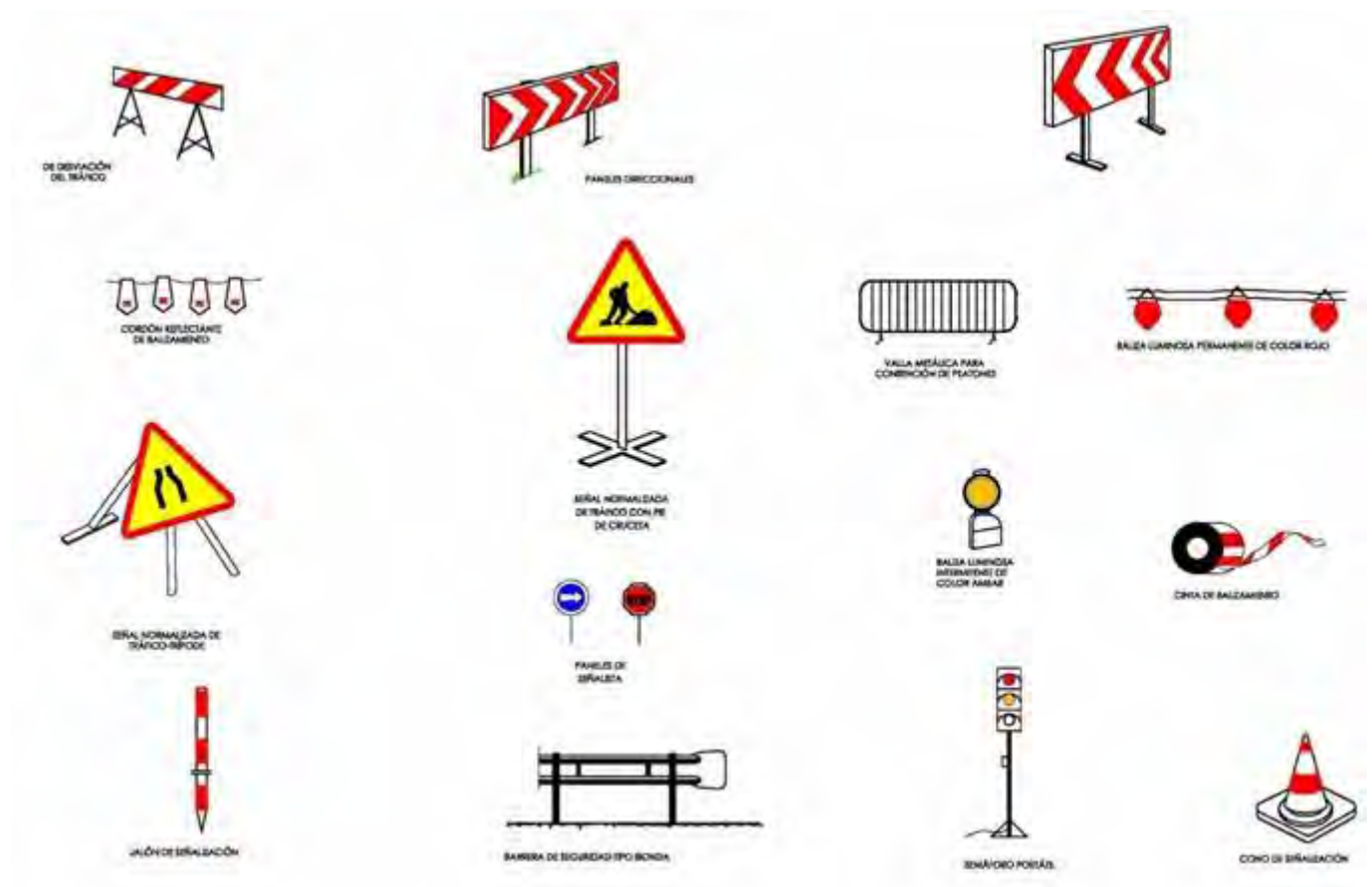
TABLA QUE RELACIONA DISTANCIAS DE OBSERVACIÓN Y TAMAÑO DE LAS PLACAS

DIMENSIÓN CARACTERÍSTICA EN MM.	DISTANCIA MÁXIMA DE OBSERVACIÓN SEGÚN LA FORMA DE LA SEÑAL (MM)		
			
1.189	34,98	49,73	53,17
841	24,74	35,18	37,61
594	17,48	24,85	26,56
420	12,36	17,57	18,78
297	8,74	12,42	13,28
210	6,18	8,78	9,39
148	4,36	6,19	6,62
105	3,09	4,39	4,70

EN LA SEÑALIZACIÓN COMPLEMENTARIA DE RIESGO PERMANENTE SE DENOMINARÁ DIMENSIÓN CARACTERÍSTICA AL LADO MAYOR, AL DIÁMETRO O LA DISTANCIA ENTRE BARRAS DE LAS PLACAS.

NOTA: NO ES VÁLIDA PARA SEÑALES DE SALVAMENTO, INDICACIÓN O ADICIONALES CON FORMATOS ALARGADOS.

## MEDIOS DE SEÑALIZACIÓN





GESTOS CODIFICADOS SEGÚN REAL DECRETO 485/1997

A) GESTOS GENERALES

SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
<b>COMIENZO</b> ATENCIÓN TOMA DE MANDO.	LOS DOS BRAZOS EXTENDIDOS DE FORMA HORIZONTAL, CON LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA ADELANTE.	
<b>ALTO</b> INTERUPCIÓN FIN DEL MOVIMIENTO	EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ARRIBA, CON LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ADELANTE.	
<b>FINAL</b> DE LAS OPERACIONES	LAS DOS MANOS JUNTAS A LA ALTURA DEL PECHO.	

B) MOVIMIENTOS VERTICALES

SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
<b>IZAR</b>	BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ARRIBA, CON LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ADELANTE, DESCRIBIENDO LENTAMENTE UN CÍRCULO.	
<b>BAJAR</b>	BRAZO DERECHO EXTENDIDO HACIA ABAJO, CON LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA EL INTERIOR, DESCRIBIENDO LENTAMENTE UN CÍRCULO.	
<b>DISTANCIA</b> VERTICAL.	LAS MANOS INDICAN LA DISTANCIA.	

C) MOVIMIENTOS HORIZONTALES

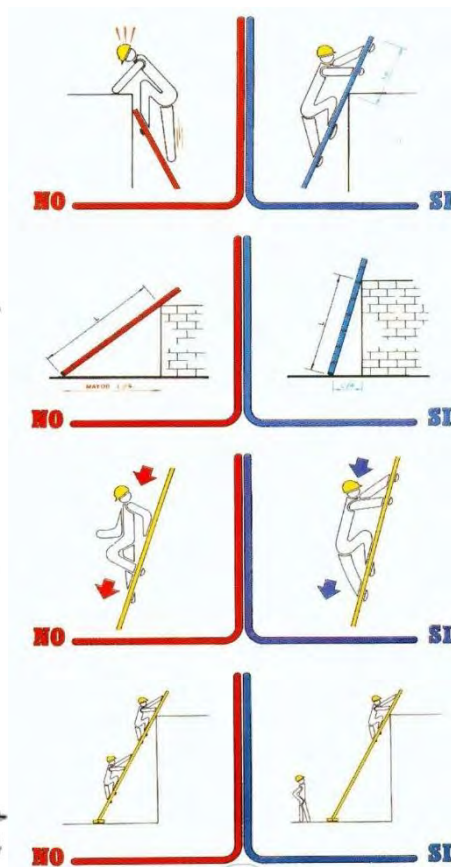
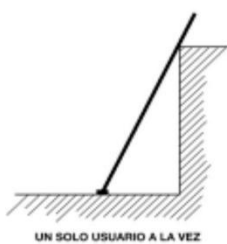
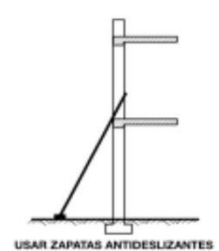
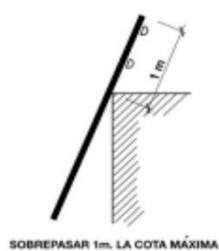
SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
<b>AVANZAR</b>	LOS DOS BRAZOS INDICAN LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA EL INTERIOR. LOS ANTERIORES SE MEVEN LENTAMENTE HACIA EL CIERPO.	
<b>RETROCEDER</b>	LOS DOS BRAZOS INDICAN CON LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA EL EXTERIOR. LOS ANTERIORES SE MEVEN LENTAMENTE ALEJÁNDOSE DEL CIERPO.	
<b>DERECHA</b> HACIA LA CON RESPECTO A LOS ANTERIORES DE SEÑALES	EL BRAZO DERECHO EXTENDIDO EN HORIZONTAL, CON LA PALMA DE LA MANO DERECHA HACIA ABAJO. HACE PEQUEÑOS MOVIMIENTOS LENTOS INDICANDO LA DIRECCIÓN.	
<b>IZQUIERDA</b> HACIA LA CON RESPECTO A LOS ANTERIORES DE SEÑALES	EL BRAZO IZQUIERDO EXTENDIDO EN HORIZONTAL, CON LA PALMA DE LA MANO IZQUIERDA HACIA ABAJO. HACE PEQUEÑOS MOVIMIENTOS LENTOS INDICANDO LA DIRECCIÓN.	
<b>DISTANCIA</b> HORIZONTAL.	LA SEPARACIÓN DE LAS MANOS INDICAN LA DISTANCIA	

D) PELIGRO

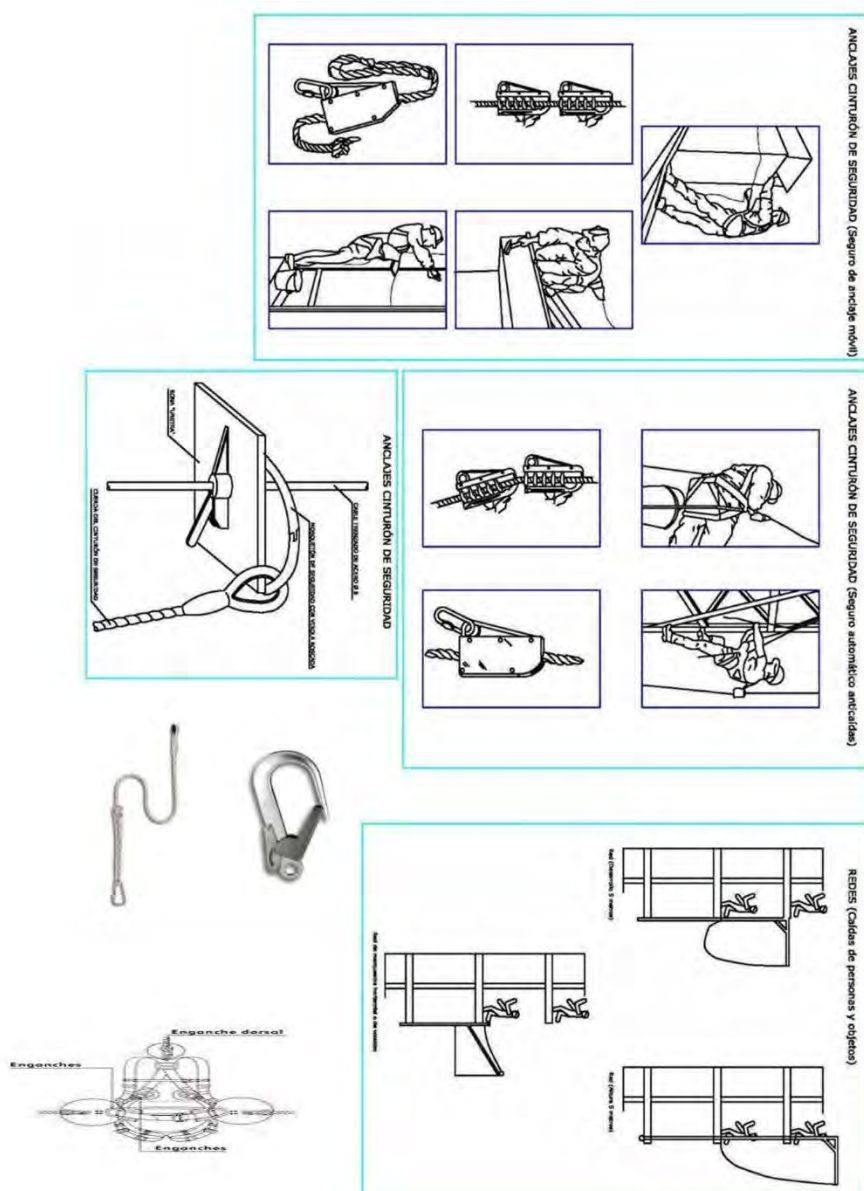
SIGNIFICADO	DESCRIPCIÓN	MUESTRA
<b>PELIGRO</b> <b>ALTO</b> PARADA DE EMERGENCIA	LOS DOS BRAZOS EXTENDIDOS HACIA ARRIBA, CON LAS PALMAS DE LAS MANOS HACIA ADELANTE.	
<b>RÁPIDO</b>	LOS GESTOS CODIFICADOS REITERADOS A LOS MOVIMIENTOS SE HICEN CON VELOCIDAD.	
<b>LENTO</b>	LOS GESTOS CODIFICADOS REITERADOS A LOS MOVIMIENTOS SE HICEN MUY LENTAMENTE.	

**CONSIDERACIÓN PREVIA**  
ESTE CONJUNTO DE GESTOS  
NO IMPIDE QUE PUEDAN EMPLEARSE  
OTROS CÓDIGOS, PARTICULARMENTE  
EN DETERMINADOS SECTORES  
DE ACTIVIDAD, APLICABLES A NIVEL  
COMUNITARIO E INDICADORES DE  
IDÉNTICAS MANIOBRAS.

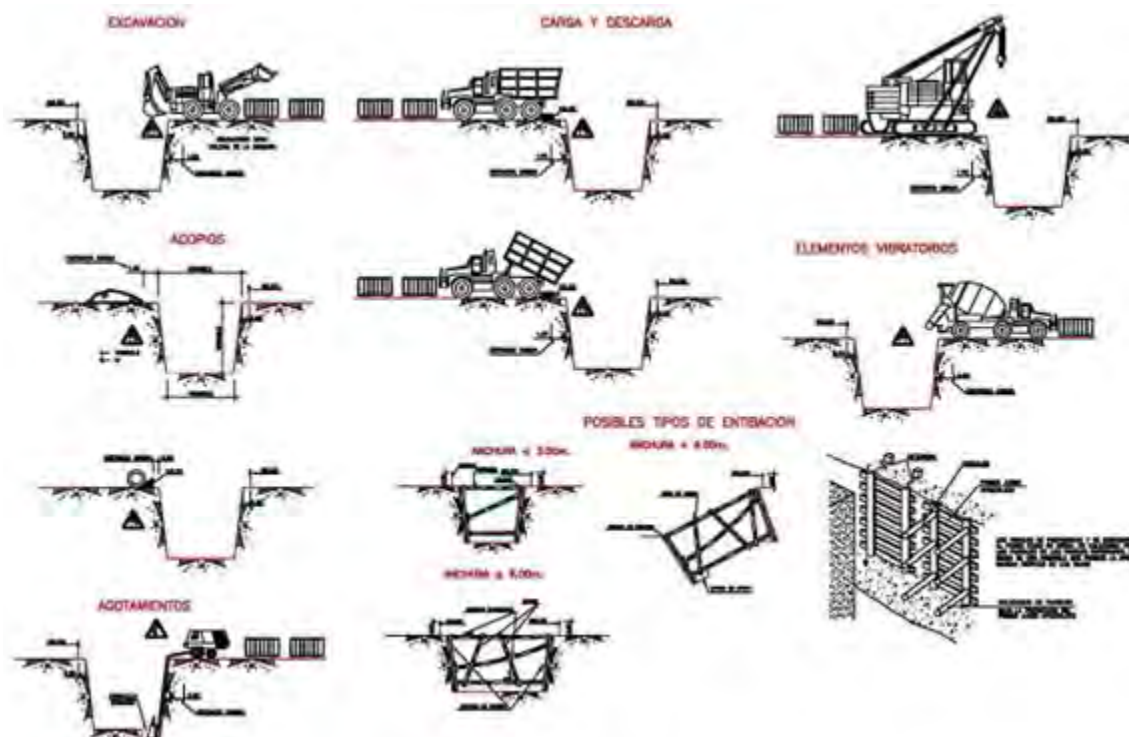
## ESCALERAS DE MANO (1)



## MEDIOS DE PROTECCIÓN PARA TRABAJOS EN ALTURA

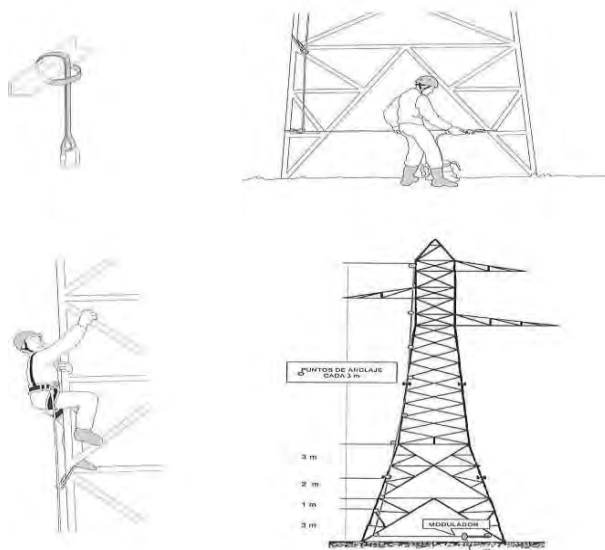


## PROTECCIÓN ZANJAS

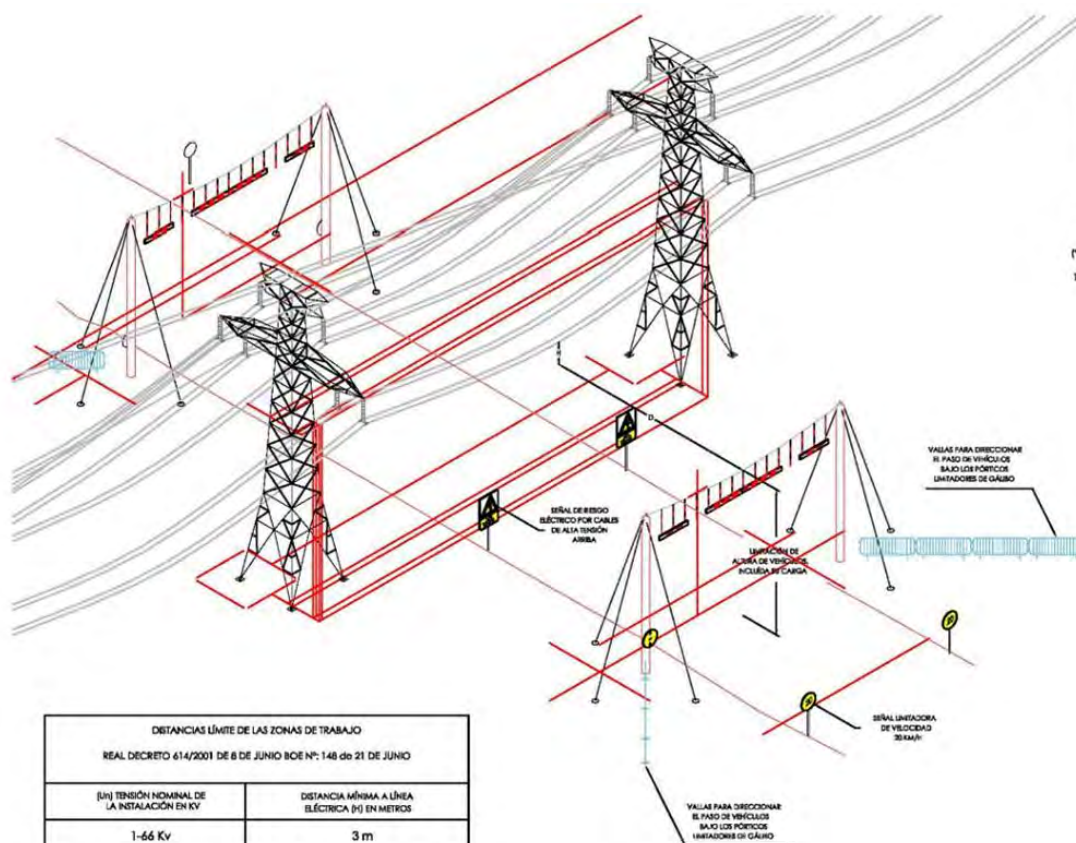




## TRABAJOS EN ALTURA



## PÓRTICO DE DELIMITACIÓN DE GÁLBO BAJO LÍNEAS ELÉCTRICAS



DISTANCIA (D) RECOMENDADA ENTRE GÁLBO Y LÍNEAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSIÓN, SEGÚN LA VELOCIDAD ESTIMADA DE APROXIMACIÓN (*)	
VELOCIDAD	DISTANCIA EN METROS
60 Km/h	50 - 100
40 Km/h	20 - 45
20 Km/h	10 - 20

(\*) Se considera un tiempo de reacción de 2 segundos y una deceleración entre 5 y 10 km / h / s. También se tendrá en cuenta el estado de la calzada, la pendiente, la visibilidad, la climatología, etc.

DISTANCIAS LÍMITE DE LAS ZONAS DE TRABAJO REAL DECRETO 614/2001 DE 8 DE JUNIO BOE N.º 148 de 21 DE JUNIO	
(U) TENSIÓN NOMINAL DE LA INSTALACIÓN EN KV	DISTANCIA MÍNIMA A LÍNEA ELÉCTRICA (H) EN METROS
1-66 Kv	3 m
67-220 Kv	5 m
221-380 Kv	7 m



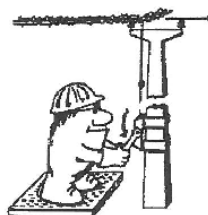
## CINCO REGLAS DE ORO

**¡CUMPLE SIEMPRE!**

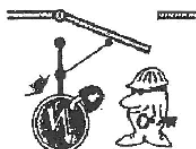


EQUIPO PRECISO

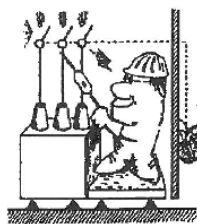
**CON LAS CINCO REGLAS  
DE ORO PARA  
TRABAJAR SIN TENSIÓN**



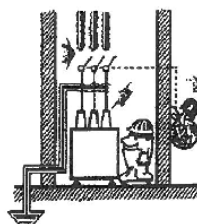
1. Corte efectivo de todas las fuentes de tensión.



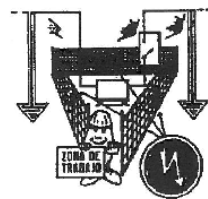
2. Enclavamiento o bloqueo de los aparatos de aire.



3. Detectar ausencia de tensión



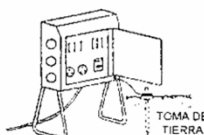
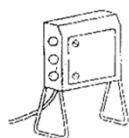
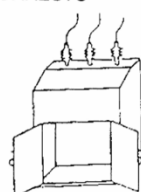
4. Poner a tierra y en cortocircuito.



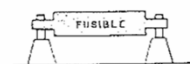
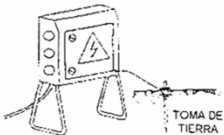
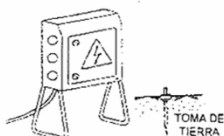
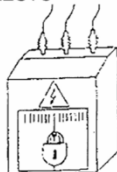
5. Señalizar la zona de trabajo

## RIESGOS ELÉCTRICOS (I)

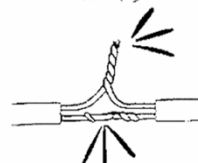
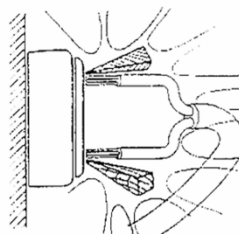
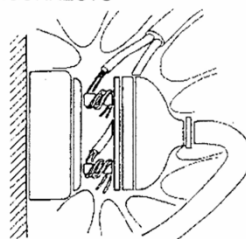
INCORRECTO



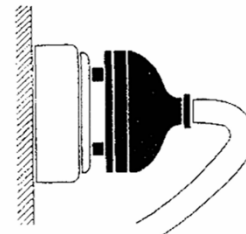
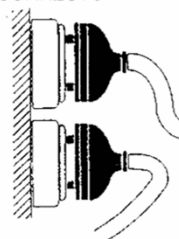
CORRECTO



INCORRECTO

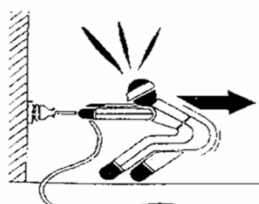
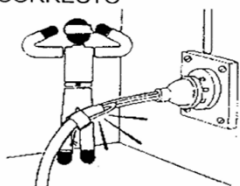


CORRECTO



## RIESGOS ELÉCTRICOS (II)

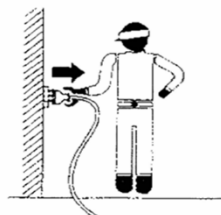
INCORRECTO



CORRECTO



PORTALAMPARAS CON MANGO DE MATERIAL AISLANTE



INCORRECTO

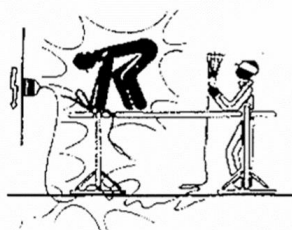


CORRECTO

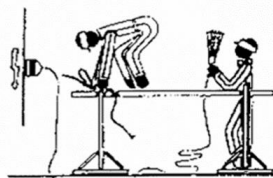


### RIESGOS ELÉCTRICOS (III)

INCORRECTO



CORRECTO



24v

## XIV – ESTUDIO CAMPO MAGNÉTICO

---

## **CAMPO MAGNÉTICO GENERADO POR LOS CTS**

El suministro de energía eléctrica será a 50 Hz (baja frecuencia).

Dada la intensidad de consumo, se hace necesario que las instalaciones de transformación desde la red de AT a las redes de distribución en MT se ubiquen en el interior de esta para asegurar el suministro y conseguir mayor calidad y mejor eficiencia energética, evitando posibles pérdidas eléctricas.

Las nuevas celdas con sistemas de hexafluoruro de azufre SF6 con carcasa metálica anulan el campo eléctrico y disminuye el campo magnético. El transformador se sitúa en interior de edificio y no supera una fuente significativa por sí mismo de campo eléctrico o magnético. Los cables de alta / media tensión poseen una pantalla metálica que anula el campo eléctrico y disminuye el magnético.

El máximo valor de la inducción magnética permitido por el RD 1066/2001 es de 100  $\mu$ T, siendo inferior el calculado en los apartados que siguen.

El valor más considerable del campo magnético a frecuencia industrial es el producido por la corriente en los bornes de baja tensión del transformador. El campo magnético del propio transformador producido por las corrientes de los arrollamientos es despreciable.

De la misma forma, es negligible la fuente del campo de radiofrecuencia en partes internas del transformador, debido a que este campo es determinado de manera dominante por factores externos.

Los transformadores de potencia también presentan inmunidad a las sobretensiones transitorias, demostrado en los ensayos de la norma EN 60076-3.

Con todo lo descrito, para una mejor optimización y reducción del campo magnético, se adoptarán las siguientes medidas:

- Las entradas y salidas al centro de transformación de la red de alta / media tensión se efectuarán por el suelo y adoptarán preferentemente la disposición en triángulo y formando ternas.
- La red de baja tensión se diseñará con el criterio anterior.
- Se procurará que las interconexiones sean lo más cortas posible y se diseñarán evitando paredes y techos colindantes con viviendas.
- 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 posible de estos locales.

Como guía, los campos magnéticos debidos a la disposición de embarrados simples pueden calcularse para obtener valores aproximados en el entorno del transformador, con lo cual, se seguirá el método indicado en la norma UNE-CLC/TR 50453 IN.

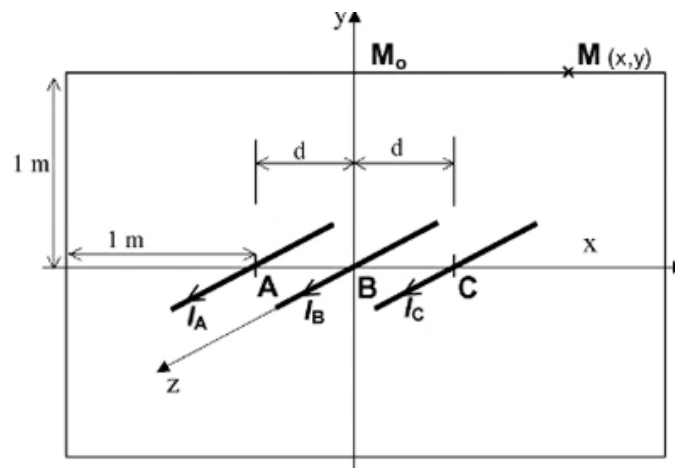
## **MÉTODO DE CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO A FRECUENCIA INDUSTRIAL**

Se consideran 3 barras (o pasatapas) paralelas al eje z y que cruzan el plano xy en los puntos A, B y C. Por esas barras circulan tres corrientes  $I_A$ ,  $I_B$ , e  $I_C$  (corrientes simétricas trifásicas) que crean un campo magnético.

$$I_A = I \times \sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right)$$

$$I_B = I \times \sin(\omega t)$$

$$I_C = I \times \sin\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right)$$



**Corrientes y campos magnéticos en las barras**

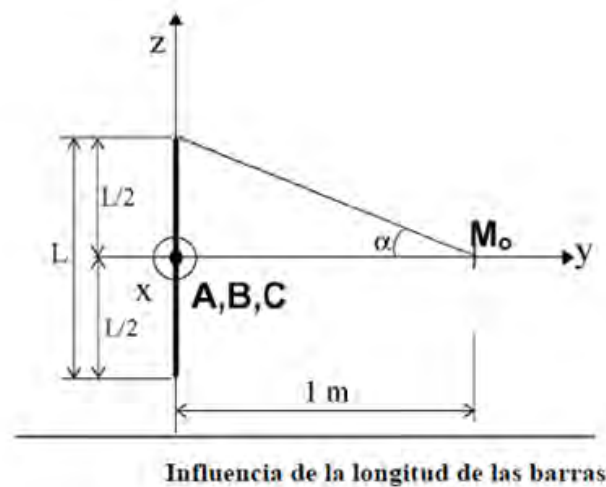
La contribución de las tres barras crea un campo magnético B resultante cuya magnitud viene dada por la fórmula siguiente:

$$\frac{B_{\text{tot}}}{2 \times 10^{-7} \times I} = \left[ \left( \frac{y \times \sin(\omega t - 2\pi/3)}{(x+d)^2 + y^2} + \frac{y \times \sin(\omega t)}{x^2 + y^2} + \frac{y \times \sin(\omega t + 2\pi/3)}{(x-d)^2 + y^2} \right)^2 + \left( \frac{(x+d) \times \sin(\omega t - 2\pi/3)}{(x+d)^2 + y^2} + \frac{x \times \sin(\omega t)}{x^2 + y^2} + \frac{(x-d) \times \sin(\omega t + 2\pi/3)}{(x-d)^2 + y^2} \right)^2 \right]^{1/2}$$

Si se consideran todos los puntos M situados sobre el rectángulo de la figura anterior y para una longitud infinita de las barras, el máximo valor de  $B_{\text{tot}}$  es obtenido en el punto  $M_0$  (0,1,0), con la fórmula siguiente:

$$B_{\text{tot-máx.}} = 2 \times 10^{-7} \times I \times \left( \frac{\sqrt{3} \times d}{1 + d^2} \right)$$





Para barras que tienen una longitud  $L$ , la inducción magnética en el punto  $M_o$  viene dada por la fórmula:

$$B_{\text{tot-máx.}} = 2 \times 10^{-7} \times I \times \left( \frac{\sqrt{3} \times d}{1 + d^2} \right) \times \sin \alpha$$

Siendo:

$B$  (T): valor eficaz de la inducción magnética calculado en el punto

$M_o$ ;  $I$  (A): valor eficaz de la corriente que circula en cada barra;

$d$  (m): distancia entre las barras;

$\alpha$  (radian): ángulo según la figura adjunta

#### **A continuación se realizará el estudio.**

Se realizará el cálculo para el CT más restrictivo de la planta, correspondiente al del BESS, con los siguientes datos:

Potencia = 2400 kVA

Distancia entre barras = 0,20m

Longitud de barras = 0,5 m / 2 = 0,25 m

$$\alpha = \arctg \frac{0,25}{1} = 14^\circ = 0,2443 \text{ rad}$$

à Distancia a la que se medirá el campo magnético = 1 metro

Para una potencia de 2400 kVA, Se obtiene una intensidad en BT de 3464,1 A.

Partiendo de los valores anteriores, a continuación se aplicará la fórmula indicada en la norma UNE referida, obteniéndose lo siguiente:

$$\mathbf{B = 55,82 \mu T \quad H = 44,42 A/m}$$

El valor máximo admisible según la reglamentación aplicable es de 100  $\mu T$ , siendo el valor obtenido inferior y por tanto válido.