

**PROYECTO DE:**

# **INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1608,00 kW<sub>P</sub> Y 1.140,00 kW “SON BORDILLS”**

**PROMOTOR:** ENERGIA SON BORDILLS S.L(B-16.655.938)  
**EMPLAZAMIENTO:** Polígono 4 - Parcelas 39 y 152; T.M. Inca; Illes Balears  
**RED DE EVACUACIÓN:** *Línea de Media Tensión de Sencelles*



**técnicos consultores**

**INGENIERÍA Y ASESORÍA DE ENERGÍAS RENOVABLES S. L.**

C/ Fray Junípero Serra nº 3 Bajos  
07570 Artà (Islas Baleares)

**TECNICOS REDACTORES:**

**JAUME SUREDA BONNÍN**  
**COL: 700 C.O.E.T.I.B.**

**FERNANDO PERAL GUTIÉRREZ**  
**COL: 584 C.O.E.I.B.**

**PERAL** Firmado  
**GUTIERREZ** digitalmente por  
**FERNANDO** PERAL GUTIERREZ  
- FERNANDO -  
- 43113489N  
**43113489N** Fecha: 2020.03.30  
08:54:24 -03'00'

<b>MEMORIA TÉCNICA .....</b>	<b>4</b>
<b>1. GENERALIDADES .....</b>	<b>5</b>
1.1. Antecedentes .....	5
1.2. Titularidad.....	5
1.3. Objeto .....	5
1.4. Alcance .....	6
1.5. Normativa Aplicable.....	6
1.5.1. <i>Electricidad</i> .....	6
1.5.2. <i>Medio ambiental</i> .....	7
1.5.3. <i>Otras normas</i> .....	8
1.6. Emplazamiento de la Instalación .....	8
1.7. Nombre y Tipo de la central .....	9
1.8. Técnicos Responsables .....	9
<b>2. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA .....</b>	<b>11</b>
2.1. Propuesta.....	11
2.1.1. <i>Superficies y ocupaciones previstas</i> .....	11
2.1.2. <i>Clasificación del suelo</i> .....	12
2.1.3. <i>Idoneidad del emplazamiento</i> .....	14
2.2. Descripción técnica de la Instalación .....	15
2.2.1. <i>Ubicación de equipos</i> .....	16
2.2.2. <i>Estructura de Sustentación de los Paneles</i> .....	16
2.2.3. <i>Generador Fotovoltaico</i> .....	17
2.2.4. <i>Inversores de Conexión a Red</i> .....	18
2.2.5. <i>Resumen de la configuración de la instalación</i> .....	19
<b>3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS.....</b>	<b>21</b>
3.1. Configuración del Parque Fotovoltaico .....	21
3.2. Red de corriente continua .....	21
3.2.1. <i>Protecciones de alta tensión en corriente continua</i> .....	22
3.3. Red de corriente alterna .....	22
3.3.1. <i>Protecciones de baja tensión en corriente alterna</i> .....	23
3.3.2. <i>Protecciones de alta tensión en corriente alterna</i> .....	23
3.4. Puesta a tierra.....	23
<b>4. EVACUACIÓN DE ENERGÍA .....</b>	<b>24</b>
4.1. Descripción general de las instalaciones .....	24
4.2. Aparamenta.....	25
4.2.1. <i>Nivel de aislamiento</i> .....	25
4.2.2. <i>Corrientes de cortocircuito</i> .....	25
4.3. CMM FV .....	25
4.3.1. <i>Obra civil</i> .....	25
4.3.2. <i>Instalación eléctrica</i> .....	27
4.3.3. <i>Instrumentación y protecciones del CMM</i> .....	31
4.3.4. <i>Teledisparo y teledisparada</i> .....	33
4.4. Centros de Transformación privados.....	35
4.4.1. <i>Características de la aparamenta de baja tensión</i> .....	35
4.4.2. <i>Características del transformador</i> .....	36
4.5. Líneas de Media Tensión.....	37
4.6. Conexión a la red de compañía.....	39
4.6.1. <i>Apoyo</i> .....	39

4.6.2.	<i>Cimentación</i> .....	41
4.6.3.	<i>Puesta a tierra</i> .....	42
4.6.4.	<i>Cálculo mecánico de los conductores</i> .....	44
4.6.5.	<i>Aislamiento</i> .....	46
<b>5.</b>	<b>IMPACTO AMBIENTAL</b> .....	<b>47</b>
5.1.	Previsión de energía entregada a la red.....	47
5.2.	Ahorro de energía primaria para el país. ....	47
5.3.	Barreras vegetales.....	48
5.4.	Cumplimiento norma 22 PTM de condiciones de integración paisajística.....	49
<b>6.</b>	<b>PLAN DIRECTOR SECTORIAL ENERGÉTICO</b> .....	<b>50</b>
6.1.	Localización y acceso.....	50
6.2.	Fase de obras.....	51
6.3.	Uso, mantenimiento y desmantelamiento.....	53
6.4.	Paisaje.....	53
6.5.	Impacto atmosférico. ....	55
6.6.	Áreas de protección de riesgo.....	55
6.7.	Protección de las clases de suelo rústico de los PTI con interés natural o paisajístico, y de los corredores ecológicos.....	56
6.8.	Hábitats de interés comunitario y especies protegidas.....	56
6.9.	Hidrología.....	57
6.10.	Bienes de interés cultural y bienes catalogados.....	57
<b>7.</b>	<b>OTRAS CONSIDERACIONES</b> .....	<b>59</b>
	<b>PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES</b> .....	<b>60</b>
	<b>ESTUDIO SEGURIDAD E HIGIENE</b> .....	<b>97</b>
	<b>CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS</b> .....	<b>116</b>
1.	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.</b> .....	117
2.	<b>INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN</b> .....	124
	<b>PLAN DE CONTROL Y CALIDAD</b> .....	<b>147</b>
	<b>ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS</b> .....	<b>161</b>
	<b>PRESUPUESTO</b> .....	<b>168</b>
	<b>DOCUMENTACIÓN GRÁFICA</b> .....	<b>169</b>
	<b>DOCUMENTOS ANEXOS</b> .....	<b>170</b>
A.1.-	Información urbanística y ambiental.....	171
1.	<i>Fichas catastrales</i> .....	171
2.	<i>Pla territorial de Mallorca</i> .....	171
3.	<i>Aptitud fotovoltaica</i> .....	171
A.2.-	Estudio de Producción de Energía (PVSYST).....	172
A.3.-	Documentación Técnica de los componentes.....	173
A.4.-	Justificación de no necesidad de certificado energético.....	174

MEMORIA TÉCNICA

**INSTALACIÓN DE PARQUE  
FOTOVOLTAICO DE 1608,00 kW<sub>P</sub> Y 1.140,00  
kW “SON BORDILLS”**

**Polígono 4 - Parcelas 39 y 152; T.M. Inca; Illes Balears**

## 1. GENERALIDADES

### 1.1. Antecedentes

El presente proyecto consiste en el diseño de una Planta Solar Fotovoltaica de 1.608kWp de potencia pico en corriente continua, los cuales pasarán a 1.140kW en corriente alterna después de los 19 inversores de 60kW que se instalarán. La conexión del parque se hará a la red de distribución de media tensión (15kV).

ENERGIA SON BORDILLS S.L. es la entidad promotora que pretende la ejecución de dicho parque fotovoltaico en el Polígono 4 – Parcelas 39 y 152 del T.M. de Inca, Illes Balears.

El presente proyecto se adapta perfectamente para ser aprobado por **Declaración de Utilidad Pública** sin necesidad de declaración de Interés General dado que:

- Se ubica en una zona de aptitud fotovoltaica Media-Alta en el PDSEIB
- Se trata de una instalación fotovoltaica en suelo rústico común (<4 ha)
- La ocupación de la planta FV es inferior a 100.000 m<sup>2</sup> (<10 ha) por lo tanto es una instalación fotovoltaica tipo C, según la *Modificación del Plan Director Sectorial Energético de las Illes Balears de la Ley 10/2019, de 2 de febrero*.

En este documento, se solicita la **autorización administrativa del proyecto para la instalación del parque Son Bordills, su conexionado a la red de MT, así como la declaración de utilidad pública**. Para ello, se detallarán claramente las características técnicas tanto del parque fotovoltaico, como los trabajos a realizar en el punto de conexión.

### 1.2. Titularidad

El titular de la instalación es:

**ENERGIA SON BORDILLS S.L**  
**(B-16.655.938)**  
**C/ Fray Junípero Serra 3, Artà**  
**Illes Balears**

### 1.3. Objeto

El presente proyecto básico tiene por objeto definir las características de la instalación fotovoltaica, ponderar su producción, y así mismo, obtener la autorización administrativa según lo previsto en el vigente Plan Director Sectorial Energético de las Illes Balears.

El proyecto se tramitará por la vía de Declaración de Utilidad Pública al tratarse de una instalación fotovoltaica de tipo C según el PDSEIB.

**Este proyecto servirá para su evaluación ambiental así como para solicitar los permisos para su autorización.**

## 1.4. Alcance

El alcance del presente proyecto básico es el de definir las características técnicas de la instalación, detallar la actividad a realizar y describir las ventajas que reportará a su entorno.

El proyecto básico describirá:

- El emplazamiento
- Los criterios para su selección
- Los elementos que forman parte de la instalación
- Los criterios utilizados para el dimensionamiento de la instalación
- La conexión a la red de MT
- La previsión de energía eléctrica que se va a generar
- El área afectada
- Las ventajas ambientales de reducción de gases de efecto invernadero para la isla de Mallorca y su entorno

Y justificará:

- El cumplimiento del Plan Territorial de Mallorca (en adelante PTM)
- El cumplimiento de los criterios del anejo F del Plan Director Sectorial Energético
- La adaptación al medio físico rural

## 1.5. Normativa Aplicable

### 1.5.1. Electricidad

- *Ley 24/2013, de 26 de diciembre*, del Sector Eléctrico.
- *Ley 15/2012, de 27 de diciembre*, de medidas fiscales para la sostenibilidad 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.
- *Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre*, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- *Real Decreto 413/2014, de 6 de junio*, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- *Real Decreto 1955/2000*, por el que se regulan las actividades de transporte distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- *Real Decreto 1110/2007* por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.

- *Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo*, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- *Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo*, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23
- *El Real Decreto 244/2019* por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica establece las condiciones administrativas, técnicas y económicas para las modalidades de autoconsumo de energía eléctrica definidas en el artículo 9 de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*, aprobado por el RD 842/2002 del 2 de agosto, e instrucciones técnicas complementarias.
- *Normas UNE* admitidas para el cumplimiento de las exigencias de las ITC.
- Normas particulares de la Compañía suministradora Gesa/Endesa.
- *Decreto 96/2005, de 23 de septiembre*, de aprobación definitiva de la revisión del Plan director sectorial energético de las Islas Baleares
- Reglamento de L.A.A.T. Aprobado por Decreto Real Decreto 223/2008 que deroga el anterior reglamento aprobado en el Real Decreto 3.151/1968, de 28 de noviembre,

#### **1.5.2. Medio ambiental**

- *Ley 9/2018, de 5 de diciembre*, por la que se modifica la Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, la Ley 21/2015, de 20 de julio, por la que se modifica la Ley 43/2003, de 21 de noviembre, de Montes y 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.
- *Ley 21/2013 de 9 de diciembre* de Evaluación Ambiental.
- *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 ambiental 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).

- *Decreto 33/2015*, por la que se modifica la Ley 42/2007, de 13 de diciembre, del Patrimonio Natural y de la Biodiversidad.

### **1.5.3. Otras normas**

- *Ley 10/2019, de 22 de febrero*, de Cambio Climático y Transición Energética
- *Decreto 96/2005*, de 23 de septiembre, de aprobación definitiva de la revisión del Pla director sectorial energético de las Illes Balears.
- *Ley 6/2019, de 8 de febrero*, de régimen jurídico de instalación, acceso y ejercicio de actividades en las Illes Balears.
- *Ley 6/1997, de 8 de julio*, del suelo rústico de las Islas Baleares.
- *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.
- *Decreto 33/2015, de 15 de mayo*, de aprobación definitiva de la modificación del Plan Director Sectorial Energético de las Illes Balears
- *Plan Territorial de Insular de Mallorca (diciembre 2004)* y sus modificaciones aprobadas (junio 2010, enero 2011).
- *Real Decreto 416/2011 de 18 de marzo*, por el que se actualizan las servidumbres aeronáuticas del aeropuerto de Palma de Mallorca – Base Aérea de Son San Juan
- *Código Técnico de la Edificación (CTE)*
- *Ordenanzas municipales de aplicación.*
- *Normativa de seguridad e Higiene en el trabajo.*

El proyecto cumple con la normativa urbanística vigente:

- *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.

## **1.6. Emplazamiento de la Instalación**

El **emplazamiento del Parque Solar Fotovoltaico** es:

1. Polígono 4 – Parcela 39, Bor Dalt. T.M. Inca. Illes Balears

Referencia catastral: 07027A004000390000XI.

2. Polígono 4 - Parcelas 39 y 152; T.M. Inca; Illes Balears.

Referencia catastral: 07027A004001520000XY.

Suelo: Rústico privado

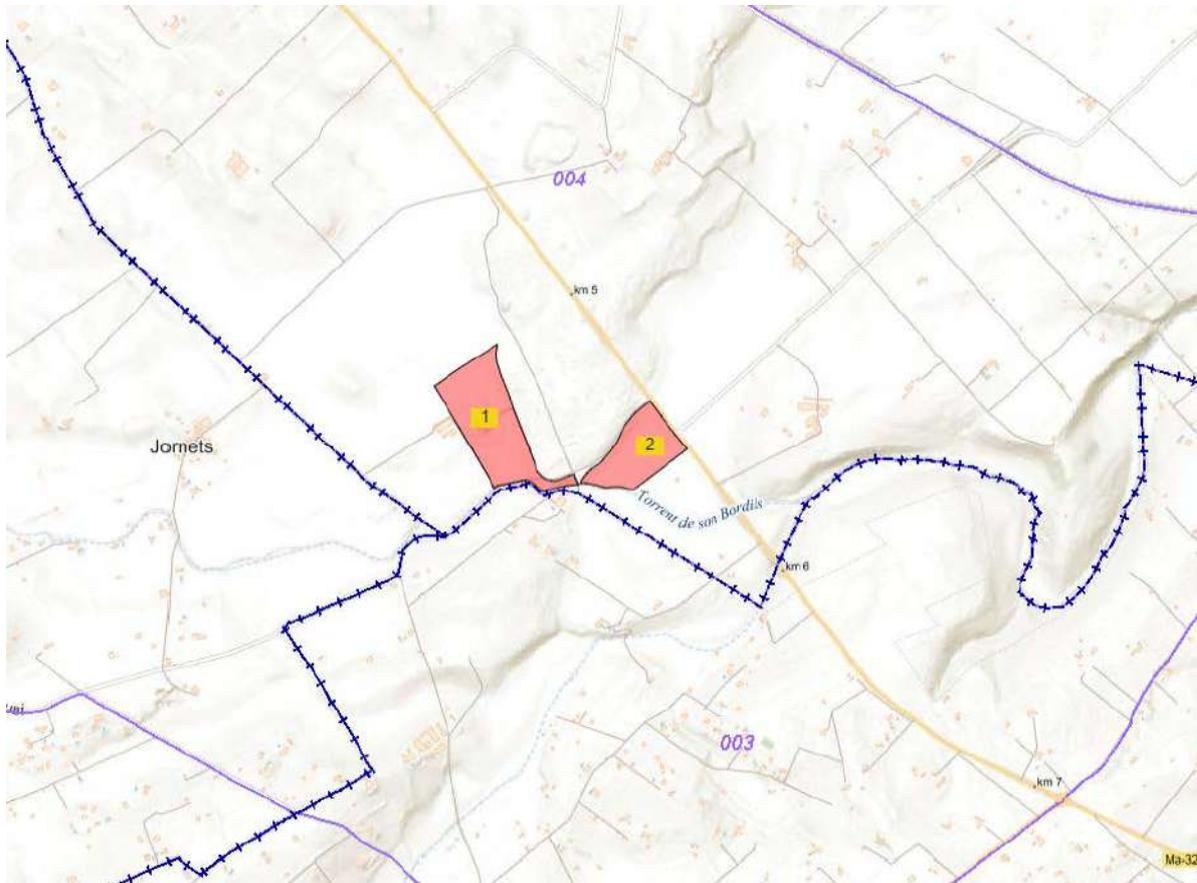


Imagen 1. Ubicación de las parcelas (1) Parcela 39 (2) Parcela 152 [Fuente Catastro]

### 1.7. Nombre y Tipo de la central

- Nombre: *Parc Solar Fotovoltaic Son Bordills*
- De acuerdo con el RD 413/2014 se trata de: “Instalación que únicamente utiliza la radiación solar como energía primaria mediante la tecnología fotovoltaica”. **Grupo b.1.1.**
- Instalación generadora de electricidad en media tensión conectada a la red eléctrica.

Se cumplirán los citados requisitos técnicos.

Al tratarse de una instalación con potencia superior a 100 kW, la conexión de la instalación de producción de energía eléctrica se realizará en media tensión (15 kV).

### 1.8. Técnicos Responsables

Los técnicos facultativos responsables del diseño, dimensionado y legalización de las instalaciones en el mencionado proyecto son:

- Jaume Sureda Bonnin, colegiado nº 700 en el COETIB.
- Fernando Peral Gutiérrez, colegiado nº584 en COEIB.

**Comunicación electrónica:**

- Mail: [tecnicosconsultores@yahoo.es](mailto:tecnicosconsultores@yahoo.es)
- Telf.: 971.835.498

## 2. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

### 2.1. Propuesta

#### 2.1.1. Superficies y ocupaciones previstas

A continuación se resume la superficie ocupada por la totalidad de la planta solar y su relación con la superficie total de la parcela. Cabe definir los siguientes conceptos que aparecerán a continuación:

- **Superficie total disponible:** Corresponde a la superficie catastral de la parcela.
- **Superficie instalable:** Corresponde a la superficie que resulta una vez que se han tenido en cuenta los retranqueos a parcelas colindantes, las servidumbres a servicios y construcciones, etc.
- **Superficie poligonal:** Es la superficie poligonal de los paneles y construcciones que se pretenden instalar, teniendo en cuenta la separación entre paneles
- **Superficie ocupada:** Es la superficie ocupada sobre el plano normal.

En el plano adjunto nº 3 se puede ver una relación entre estas superficies.

Tabla 1. Superficies de la instalación fotovoltaica

Fincas	Superficie total disponible (m <sup>2</sup> )	Superficie instalable (m <sup>2</sup> )	Superficie poligonal (m <sup>2</sup> )	Ocupación (%)
Polígono 4 Parcelas 39 y 152	104.060	26.296	18.126	17,42%

Tabla 2. Superficies ocupadas sobre el plano normal

	Número (ud)	Sup. Proyección horizontal unitaria (m <sup>2</sup> )	Inclinación (°)	Sup. Ocupada (m <sup>2</sup> )
Placas	4.020	1,8385	30	7.390,80
Centros de Transformación (PFU-4)	1	11,1280		11,128
Centro de medida (CMM)*	1	14,4704		14,4704
<b>Total</b>				<b>7.416,3685</b>

\*El CMM se encuentra en el Polígono 4 – Parcela 39 del T.M. de Inca mientras que el resto de la instalación se encuentra en la parcela 152.

### 2.1.2. Clasificación del suelo

Se trata de un terreno llano de topografía adecuada que evita movimientos de tierras, tal y como se puede observar en la Imagen 3.



Imagen 2. Fotografía del terreno a implantar el parque fotovoltaico

Según el PDSEIB la planta solar fotovoltaica propuesta se ubica en una parcela clasificada como **Zona de Aptitud Fotovoltaica Media-Alta.**



Imagen 3. Aptitud Fotovoltaica de la parcela

Según el **PTM** la parcela tiene la siguiente clasificación:

- **Suelo rústico general (SRG)**

La parcela no se encuentra afectada por áreas de inundación.

En el ámbito de actuación del proyecto no existen Áreas de Prevención de Riesgos (APR), y está lejos de Zonas de Alto Riesgo de Incendio Forestal (ZAR). De todos modos, al pasar un cauce del *Torrent de Vinagrella* cerca de la zona sur de la parcela, se han dejado 20 metros de retranqueo a esta zona sur de la parcela.

Se encuentra al lado de una zona de SRG - Forestal, incluso en la imagen 4 parece que una parte de la parcela se encuentra dentro esta zona, pero se trata de un error. Se han dejado 20 metros de retranqueo a esta zona forestal.

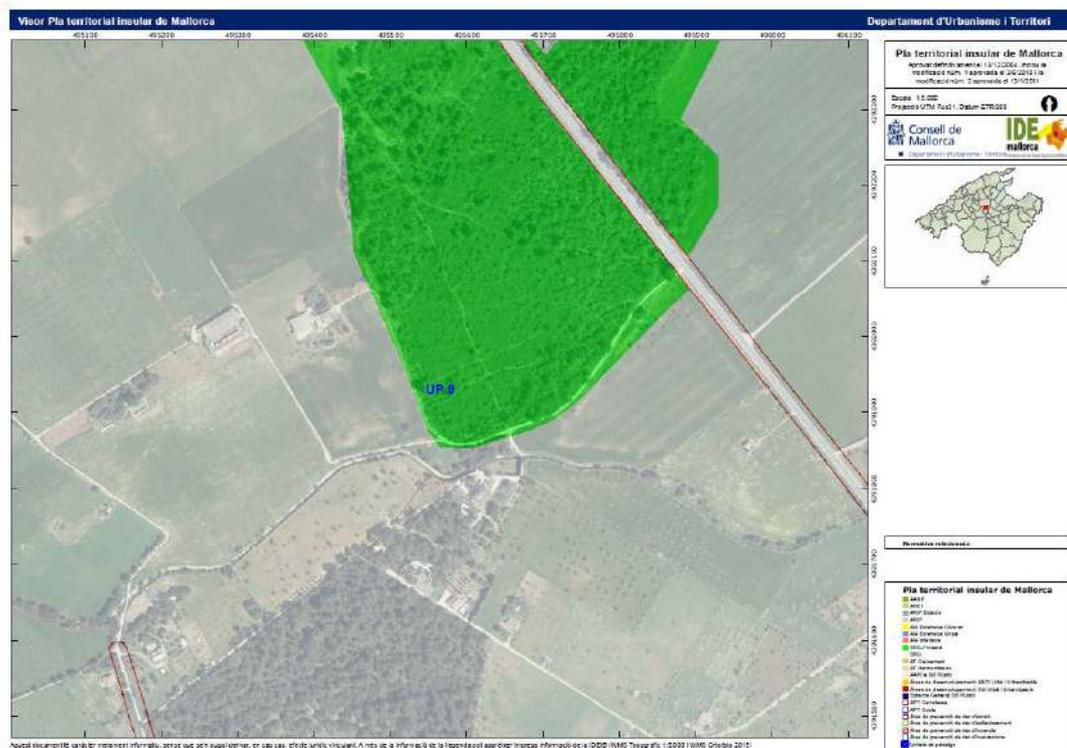


Imagen 4. Plan territorial insular de Mallorca

Según el *Real Decreto 416/2011 de 18 de marzo*, por el que se actualizan las servidumbres aeronáuticas del aeropuerto de Palma de Mallorca – Base Aérea de Son San Juan, se puede observar que la parcela se encuentra dentro de la **Envolvente de Servidumbres de la Operación de las Aeronaves** (tal y como se puede observar en el anexo 1). Por lo tanto se pedirá la autorización correspondiente a AESA.

El trazado de la red privada subterránea de Media Tensión (interconexión entre planta FV y punto de conexión) discurrirá por:

- Polígono 4 – Parcela 152 (Donde se ubica la planta fotovoltaica y los centros de transformación)
- Polígono 4 – Parcela 39 (Parcela colindante donde se encontrará el CMM FV)
- Polígono 4 – Parcela 9006 (Vía de comunicación de dominio público)

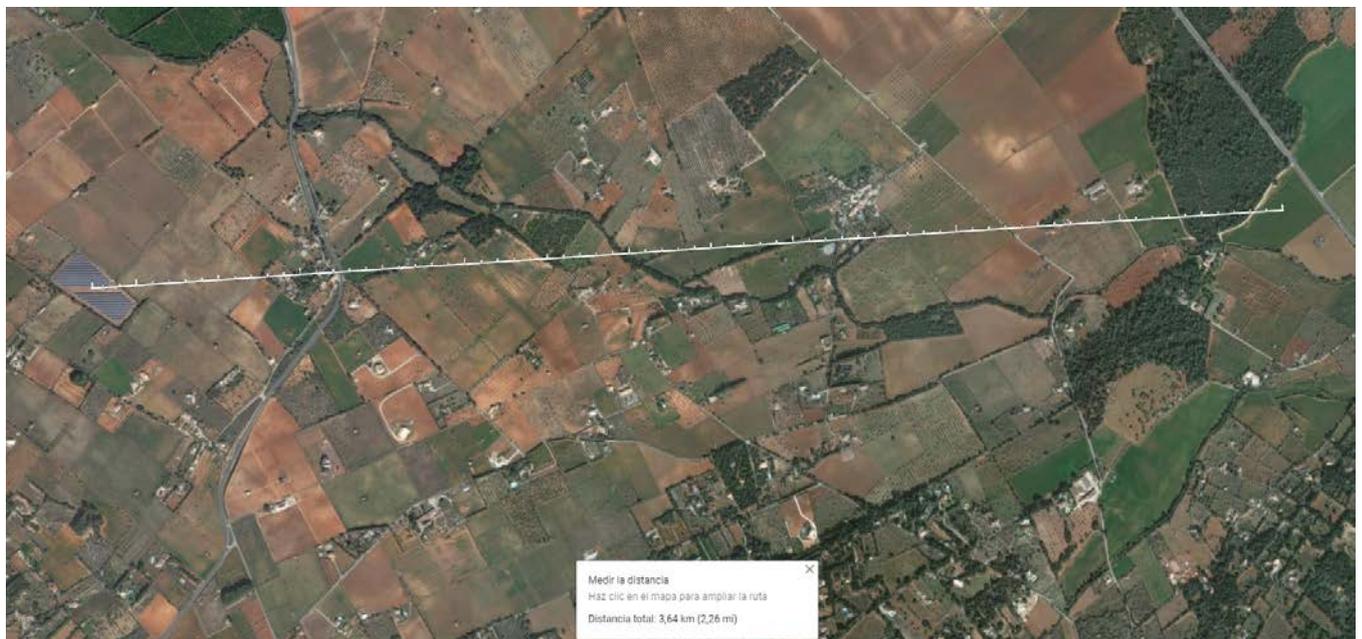


Imagen 5. Recorrido de la línea de evacuación

### 2.1.3. Idoneidad del emplazamiento

- El parque se encuentra en una zona de aptitud fotovoltaica Media-Alta lo cual significa que es una zona bastante prioritaria a la hora de instalar plantas fotovoltaicas.
- La geometría y ubicación lo hacen ideal para facilitar la ejecución de la planta fotovoltaica.
- El terreno es llano sin obstáculos, encontrándose en estado inactivo agrícola y además permitiendo la implantación de las placas sin realizar movimientos de tierras.
- Se completará una barrera vegetal con especies autóctonas de bajo requerimiento hídrico que no afectarán al entorno paisajístico e impedirán su visualización desde la carretera y los terrenos aledaños.
- Se podrán utilizar ovejas como sistema de control de la vegetación en la superficie afectada por el parque, evitando así el uso de herbicidas.

- Se realizará la implantación de los módulos fotovoltaicos **respetando los retranqueos previstos en el PGOU de Inca y por el departamento de Carreteras del Consell de Mallorca.**
  - o Una distancia mínima de 18 metros a las carreteras de 2 carriles, desde la arista de explanación.
  - o Una distancia de 20 metros al torrente
  - o 20 metros a la zona forestal que se encuentra al noroeste de la parcela
  - o 10 metros a las parcelas colindantes
- La distancia a otros parques fotovoltaicos es mayor a 500 metros, más concretamente la distancia en línea recta al parque fotovoltaico más cercano es de 3,64km, tal y como se puede observar en la imagen 7.



**Imagen 6. Distancia al parque fotovoltaico más cercano**

## 2.2. Descripción técnica de la Instalación

El sistema se basa en la transformación de la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna de la misma calidad (tensión, frecuencia...) de la que circula por la red de distribución (15kV). Esta transformación se realiza a través de los inversores y transformadores de elevación, elementos que además tienen las siguientes funciones:

- Realizar el acoplamiento automático con la red.
- Incorporar parte de las protecciones requeridas por la legislación vigente

Los datos técnicos de la instalación serán los siguientes:

- 4.020 paneles Jinko de 400 Wp/ud o similar =1.608.000 Wp= 1.608 kWp

- Potencia en corriente alterna de la instalación (Inversores):  $19 \times 60 = 1.140 \text{ kW}$
- Ubicación de los inversores: en estructura fija.
- Tipo de conexión: Trifásica 15 kV.

El parque fotovoltaico contará con inversores encargados de transformar la corriente continua generada por los paneles fotovoltaicos en corriente alterna de la frecuencia requerida por la red de distribución. Los inversores se conectarán a 1 transformador de potencia. El transformador tendrá una potencia de 1.500 kVA y es el encargado de elevar la tensión a 15kV.

A través de 1 línea subterránea, tal y como puede verse en el esquema del plano adjunto, se evacúa toda la energía generada en 15 kV hasta el punto de conexión.

### **2.2.1. Ubicación de equipos**

- Paneles fotovoltaicos: Sobre estructuras fijas hincadas sin hormigón según plano de la instalación adjunto.
- Inversores: En el exterior, bajo la estructura portante de paneles sujetas a la propia estructura.
- Transformador: En el interior de edificio prefabricado PFU-4 de Ormazabal o similar.
- CMM: En el interior de edificio prefabricado PFU-5 de Ormazabal o similar.

### **2.2.2. Estructura de Sustentación de los Paneles.**

La estructura soporte de los paneles está diseñada para orientar la superficie de los módulos fotovoltaicos al sur con una inclinación de 30°.

Su diseño 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.

El suministro, construcción y montaje de las estructuras de la central y su fijación al terreno mediante hincado directo quedará definido en la fase de construcción por el propio fabricante.

En los casos particulares en que terreno de rechazo al hincado, se emplearan alternativas como el pretaladro. La estructura soporte será diseñado de acuerdo a los coeficientes de seguridad y de combinación de hipótesis indicada en las normativas local e internacional (predominando la primera) y deberán cumplir las especificaciones técnicas que a continuación se exponen:

- Los módulos se instalarán en estructuras que soportarán 3 filas de paneles en posición horizontal. La configuración prevista es de 3 módulos en horizontal (3H)
- Acero galvanizado en caliente con un espesor de galvanizado ajustado a las normas ISO correspondientes que asegure una vida útil mínima de 35 años.

- La tornillería o materiales de fijación (pernos, tornillos, tuercas, arandelas, anclajes etc.) deberán estar galvanizados, asegurando una protección adecuada contra la corrosión durante la vida útil de la central fotovoltaica.
- El material de la estructura de soporte debe resistir la exposición a temperaturas ambiente comprendidas entre  $-20^{\circ}\text{C}$  y  $55^{\circ}\text{C}$ .
- Cumplirán todas las especificaciones de las normas locales, incluido el CTE. La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en el Código Técnico de la Edificación y demás normativa de aplicación.
- Se considerará una fijación mediante hincado directo del pilar, la profundidad de estas soluciones y su posibilidad dependerá de los resultados obtenidos en las pruebas a realizar por fabricante del seguidor seleccionado.
- En general el terreno en que se ubicará el proyecto fotovoltaico apenas tiene pendiente aun así se garantizará la horizontalidad de cada bastidor.
- Se realizará un análisis químico del terreno, pero debido a que el pH es habitualmente básico se utilizarán estructuras de acero galvanizado, el cual por degradación no contaminará el suelo.

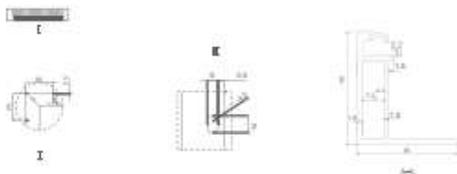
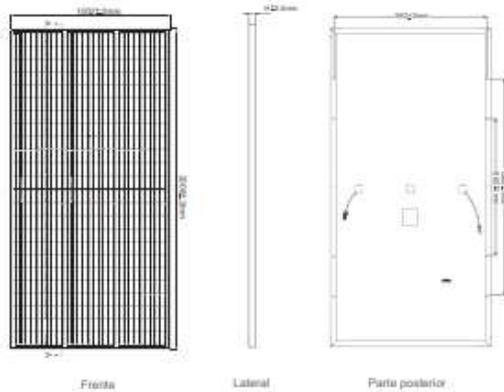
### **2.2.3. Generador Fotovoltaico.**

Se proyecta la instalación de 4.020 módulos de 400Wp de la casa Jinko u otra marca de similares características a las siguientes:

Los módulos cuentan con tecnología bifacial que permite conseguir una mayor cantidad de energía, en condiciones favorables se puede lograr una producción de energía extra del 20% más que su potencia nominal. La tecnología bifacial permite la generación de energía a través de su lado trasero activo lo que le permite captar la radiación reflejada en el suelo.

Estos módulos están constituidos por 144 células de silicio monocristalino conectadas en serie. El circuito solar está intercalado entre el frente de vidrio de 2 mm, enmarcado en aluminio anodizado y sellado con cinta de unión de alta resistencia.

La caja de conexiones específica para intemperie (IP-67) con terminales positivo y negativo es de policarbonato.

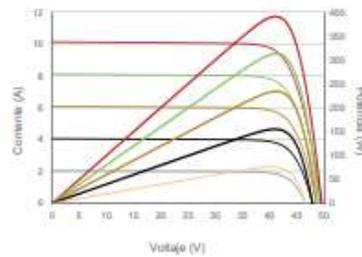


### Configuración del embalaje

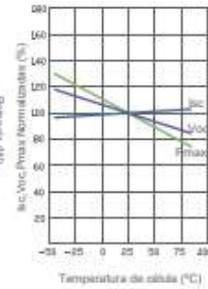
( Dos pallets = Una pila )

26 piezas/pallet , 52 piezas/pila, 572 piezas/contenedor de HQ de 40'

Curvas de corriente-voltaje y alimentación/voltaje (390W)



Dependencia de temperatura de Isc, Voc, Pmaxce



### Características mecánicas

Tipo de celda	PERC Monocristalina	158.75 x 158.75 mm
Cant. de celdas	144 (6x24)	
Dimensiones	2008 x 1002 x 40 mm	(79.06 x 39.45 x 1.57 inch)
Peso	22.5 kg	(49.6 lbs)
Vidrio frontal	3,2 mm, capa antirreflectante, transmisión alta, bajo contenido en hierro, vidrio templado	
Estructura	Aleación de aluminio anodizado	
Caja de conexiones	Clasificación IP67	
Cables de salida	TUV 1x4.0mm <sup>2</sup> , (+): 290 mm, (-): 145 mm o Longitud personalizada	

## ESPECIFICACIONES

Tipo de módulo	JKM380M-72H-V		JKM385M-72H-V		JKM390M-72H-V		JKM395M-72H-V		JKM400M-72H-V	
	STC	NOCT								
Alimentación máxima (Pmax)	380Wp	286Wp	385Wp	290Wp	390Wp	294Wp	395Wp	298Wp	400Wp	302Wp
Voltaje de alimentación máximo (Vmp)	40.5V	38.6V	40.8V	38.8V	41.1V	39.1V	41.4V	39.3V	41.7V	39.6V
Voltaje de alimentación máximo (Imp)	9.39A	7.42A	9.44A	7.48A	9.49A	7.54A	9.55A	7.60A	9.60A	7.66A
Voltaje con circuito abierto (Voc)	48.9V	47.5V	49.1V	47.7V	49.3V	48.0V	49.5V	48.2V	49.8V	48.5V
Corriente de cortocircuito (Isc)	9.75A	7.88A	9.92A	7.95A	10.12A	8.02A	10.23A	8.09A	10.36A	8.16A
STC de eficiencia del módulo (%)	18.89%		19.14%		19.38%		19.63%		19.88%	
Temperatura de funcionamiento (°C)	-40°C ~ +85°C									
Voltaje máximo del sistema	1500VDC (IEC)									
Clasificación de fusibles serie máxima	20A									
Tolerancia de alimentación	0 ~ +3%									
Coefficientes de temperatura de Pmax	-0.36%/°C									
Coefficientes de temperatura de Voc	-0.28%/°C									
Coefficientes de temperatura de Isc	0.048%/°C									
Temperatura nominal de funcionamiento de la celda (NOCT)	45±2°C									

### 2.2.4. Inversores de Conexión a Red.

Se instalarán un total de 19 inversores de la casa Huawei, modelo SUN2000-60KTL-M0 con una potencia nominal de salida de 60kW o inversores de características similares.

Los inversores se instalarán bajo la estructura de suportación de los paneles solares. El inversor se encuentra eléctricamente aislado respecto la red mediante el transformador de potencia para así proteger la línea de la compañía suministradora.

El inversor cuenta con un certificado de compatibilidad electromagnética que se puede encontrar adjunto en el anexo 3.

El inversor tiene las siguientes características:

Technical Specifications	SUN2000-60KTL-M0
	<b>Efficiency</b>
Max. Efficiency	98.9% @480 V; 98.7% @380 V / 400 V
European Efficiency	98.7% @480 V; 98.5% @380 V / 400 V
	<b>Input</b>
Max. Input Voltage	1,100 V
Max. Current per MPPT	22 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	30 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	600 V @380 Vac / 400 Vac; 720 V @480 Vac
Number of Inputs	12
Number of MPP Trackers	6
	<b>Output</b>
Rated AC Active Power	60,000 W
Max. AC Apparent Power	66,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	66,000 W
Rated Output Voltage	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, default 3W + N + PE; 3W + PE optional in settings; 277 V / 480 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	91.2 A @380 V, 86.7 A @400 V, 72.2 A @480 V
Max. Output Current	100 A @380 V, 95.3 A @400 V, 79.4 A @480 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
	<b>Protection</b>
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-Islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-Polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
	<b>Communication</b>
Display	LED Indicators, Bluetooth + APP
RS485	Yes
USB	Yes
Power Line Communication (PLC)	Yes
	<b>General</b>
Dimensions (W x H x D)	1,075 x 555 x 300 mm (42.3 x 21.9 x 11.8 inch)
Weight (with mounting plate)	74 kg (163.1 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol Helios H4
AC Connector	Waterproof PG Terminal + Terminal Clamp
Protection Degree	IP65
Topology	Transformerless
	<b>Standard Compliance (more available upon request)</b>
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Code	IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, VDE 4120, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3, RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11

### 2.2.5. Resumen de la configuración de la instalación

En la siguiente tabla se puede encontrar la configuración de la instalación del parque Fotovoltaico:

Configuración final	SON BORDILLS
<b>Potencia DC total (kWp)</b>	1.608
<b>Módulos FV</b>	
<b>Tipo de módulos</b>	Swan Bifacial 72H 400Watt
<b>Potencia unitaria (W)</b>	400
<b>Número de módulos</b>	4.020

<b>Módulos por string</b>	20
<b>Estructura de soporte de los módulos</b>	
<b>Tipo</b>	Fijo
<b>Orientación (azimuth)</b>	0°
<b>Inclinación</b>	30°
<b>Estructuras</b>	3Hx10
<b>Número de estructuras</b>	201
<b>Espacio entre filas (m)</b>	4,00
<b>Espacio entre mesas (m)</b>	0,4
<b>Cabinas de transformación</b>	
<b>Inversor</b>	SUN2000-60KTL-M0
<b>Número de inversores</b>	19
<b>Número de cabinas de transformación</b>	2 de 1.500kVA cada una
<b>Potencia del inversor (kW)</b>	60
<b>Entradas al inversor</b>	10-11
<b>Potencia AC</b>	
<b>Potencia AC del parque (kVA)</b>	1.140kVA

### 3. INSTALACIONES ELÉCTRICAS

#### 3.1. Configuración del Parque Fotovoltaico

Tal y como se ha indicado con anterioridad, la instalación de 1.608 kWp vierte la energía generada en la red de 15kV descrita en capítulos posteriores.

De modo que los 4.020 módulos de 400 W<sub>P</sub> a instalar tienen las siguientes características:

- 4.020 paneles de 400W<sub>p</sub>/ud = 1.608 kWp
- Número de inversores Huawei de 60kW: 19

De cada uno de los inversores parte una línea de CA directamente hasta el transformador de 1.500 kVA.

Dicho transformador se encuentra alojado en el interior de un edificio prefabricado tipo PFU-4 de Ormazabal o similar. El transformador eleva la tensión de salida del inversor (400V) hasta los 15 kV de la red de media tensión privada interna de la instalación, a través de la cual se transporta la energía generada hasta el CMM y después al punto de conexión.

En este capítulo se detallarán las características técnicas de las instalaciones eléctricas que son:

- Red de corriente continua y alterna con sus protecciones
- Puesta a tierra de la instalación

La central contará con todas las protecciones de líneas e interconexión preceptivas según los Reglamentos Electrotécnicos para Baja y Alta Tensión, el RD 1663/2000 y la OM 5/9/1985.

**Todos los resultados se pueden observar detallados en el punto de Cálculos Justificativos.**

#### 3.2. Red de corriente continua

Los conductores que unen los módulos fotovoltaicos con las cajas de conexión en paralelo a emplear serán de cobre, unipolares, tensión asignada de 0.6/1kV, doble aislamiento de polietileno reticulado "XLPE", de 6 mm<sup>2</sup>.

Deben cumplir las normas y leyes Nacionales y deben resistir esfuerzos mecánicos, la radiación UV y otras inclemencias medioambientales.

Será cable solar, especialmente diseñado para aplicaciones fotovoltaicas; es cable no propagador de la llama, libre de halógenos y de reducida opacidad de los humos emitidos.

Los módulos vendrán unidos por sus propios cables, salvo el primer y último módulo de la rama, cuyo positivo y negativo llegan hasta el inversor, para dicha conexión se utilizará cable solar unipolar de Cobre electrolítico estañado. Por tanto se utilizará cable de tipo solar ZZ-F/H1ZZ22-K. Los cables de string podrán ir fijados a la estructura o a un cable fiador.

El cable solar tendrá las siguientes características:

- No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
- Tensión 1,0/1,0 (1,8/1,8 kV DC) según norma EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

- Clase 5 (flexible) según UNE-EN 60228 e IEC 60228
- Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
- Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
- Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
- Reacción al fuego CPR, Eca según la norma EN 50575
- Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2
- Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.

Los conductores que unen las cajas de conexión en paralelo con los bloques de los inversores a emplear serán de aluminio, Desde las cajas de agrupación de strings hasta los inversores, en corriente continua, se dispondrá del tipo de cable RV Al 0,6/1 kV de 240-300 mm<sup>2</sup> de aluminio.

Las características de estos cables serán:

- Aislamiento 1,5 kV como mínimo
- Aislamiento XLPE
- Cubierta PVC 120°C
- Resistencia a la abrasión
- Libre de halógenos
- Rango de trabajo: -40°C a +120°C
- Temperatura de cortocircuito 200 ° C

El cálculo de la sección de los conductores de corriente continua se realiza teniendo en cuenta que el valor máximo de caída de tensión no superará el 1,5% de la tensión en el punto de máxima potencia de la agrupación de conductores del string.

### **3.2.1. Protecciones de alta tensión en corriente continua.**

Las protecciones de alta tensión en corriente continua se encuentran concentradas en los cuadros de nivel 1 que tendrán hasta 11 entradas de string.

- Se incorporarán fusibles de 16A para cada entrada de string.
- Se incorporarán un interruptor seccionador de 4 polos de 125A a 2000V.
- También se plantea la incorporación de monitorización de strings

### **3.3. Red de corriente alterna**

Toda la red de corriente alterna irá enterrada en zanja adecuada para cada cable.

La red de corriente alterna (CA) en Baja Tensión conectará:

- Los inversores con el Cuadro de Baja Tensión del transformador, alojado en la misma caseta que el transformador con cables unipolares de sección  $4 \times 50/70/120 \text{mm}^2$  Al 0.6/1kV con aislamiento XLPE.

La red de corriente alterna (CA) en Alta Tensión conectará a 15kV:

- El transformador con el CMM mediante cable  $3 \times 150 \text{mm}^2$  aislamiento XLPE de 20kV.
- El CMM con el punto de conexión mediante cable  $3 \times 150 \text{mm}^2$  aislamiento XLPE de 20kV.

### **3.3.1. Protecciones de baja tensión en corriente alterna.**

La protección de baja tensión en corriente alterna de la instalación se encuentra incorporada en el inversor. El inversor funciona en esquema IT, y tal y como indica el REBT en vigor incorpora las siguientes protecciones:

- Controlador permanente de aislamiento.
- Fusibles de protección contra sobrecorrientes.
- Descargador de sobretensiones categoría III según IEC 60664-1

El cuadro de baja tensión del transformador incorporará las protecciones necesarias previas al transformador.

### **3.3.2. Protecciones de alta tensión en corriente alterna.**

Las protecciones de alta tensión, así como las características de los elementos de Alta Tensión del parque, se detallarán en el punto 4 (Evacuación de Energía).

## **3.4. Puesta a tierra**

Se unirán al sistema de tierras las partes metálicas de las estructuras, así como las carcasas de los inversores y todos los elementos metálicos con posibilidad de entrar en contacto con partes activas de la instalación. Esta red de tierras será independiente de la tierra del neutro del transformador.

## 4. EVACUACIÓN DE ENERGÍA

### 4.1. Descripción general de las instalaciones

En el Polígono 4 Parcela 152, saldrá la línea subterránea enterrada en zanja, que alimentará el CMM ubicado en la parcela colindante (Polígono 4 – Parcela 39) situado junto a camino concediendo la servidumbre necesaria a Endesa.

El punto de conexión será a 15.000 V, será único para el total de las instalaciones del parque, en la red de Media Tensión de Endesa Distribución, sobre la línea de media tensión, ubicado en las coordenadas aproximadas UTM, Datum ED50 X:495.498,73 Y:4.391.986,41 (HUSO 31) en la parcela 39; para ello se realizará:

- Tramo de 395m de línea de MT enterrada en zanja (SA 150 A1), desde el CT1 del Parque Fotovoltaico hasta el Centro de Maniobra y Medida (CMM FV) – *Línea privada*
- CMM FV situado en el interior de la finca Polígono 4 – Parcela 39. Donde se ubica el seccionamiento de la línea, interruptor frontera, equipo de protecciones, contaje, etc. El CMM FV se sitúa al lado de camino para permitir el acceso para posibles mantenimientos y realizar la correspondiente servidumbre.
- Tramo de 30m de línea MT enterrada en zanja (SA 150 A1), desde el CMM FV hasta el punto de conexión – *Línea pública a ceder a e-Distribución.*
- **Punto de conexión:** Nuevo poste con derivación, doble seccionador y conversión línea aéreo-subterránea, en la línea de 15kV SENCELLES, propiedad de Endesa Distribución. Situado en las coordenadas X: 495.498,73 Y: 4.391.986,41).



Imagen 7. Propuesta de Punto de Conexión

## 4.2. Aparamenta

### 4.2.1. Nivel de aislamiento

Los niveles de aislamiento en función del nivel de tensión de red son los indicados en la siguiente tabla:

**Tabla 3. Niveles de aislamiento MT**

TENSIÓN NOMINAL $U_n$ (kV)	NIVELES DE AISLAMIENTO		
	Tensión más elevada para el material $U_m$ (kV)	Tensión soportada a frecuencia industrial $U_f$ (kV ef)	Tensión soportada con onda de choque tipo rayo $U_I$ (kV cresta)
6	24	50	125
10	24	50	125
11	24	50	125
13.2	24	50	125
15	24	50	125
20	24	50	125
25	36	70	170
30	36	70	170

En el caso que nos ocupa, la conexión se hará para una tensión nominal de 15kV.

### 4.2.2. Corrientes de cortocircuito

Se establecen los siguientes valores de corrientes de cortocircuito trifásico según los niveles de tensión:

**Tabla 4. Corrientes de cortocircuito trifásico MT**

TENSIÓN NOMINAL $U_n$ (kV)	$I_{ter}$ 1 seg (kA)	$I_{cc}$ valor cresta (kA)
6	16/20	40/50
10	16/20	40/50
11	16/20	40/50
13.2	16/20	40/50
15	16/20	40/50
20	16/20	40/50
25	16/20	40/50
30	16/20	40/50

La instalación se diseñará para soportar la máxima corriente de cortocircuito esperado para una tensión nominal de 15kV, en las condiciones más desfavorables de explotación y teniendo en cuenta la red existente y el desarrollo previsto.

## 4.3. CMM FV

La instalación contará con un Centro de Maniobra y Medida conectado a la red de M.T. existente.

El CMM FV será de tipo prefabricado, marca Ormazábal, modelo PFU-5, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica según norma UN-EN 60.298.

Toda la aparamenta de MT estará agrupada en el interior de cubas metálicas estancas rellenas de hexafluoruro de azufre con una presión relativa de 0.1 bar (sobre la presión atmosférica), selladas de por vida y acorde a la norma CEI 56-4-47, clase III.

### 4.3.1. Obra civil

Se trata de un edificio prefabricado de la casa Ormazábal modelos PFU-5. Los centros de Transformación PFU, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envoltente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes

eléctricos, desde la aparatada de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

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

### **Cimentación**

En los planos adjuntos e edificios Prefabricados figuran las dimensiones de las excavaciones a realizar según las recomendaciones de Ormazabal. Teniendo en cuenta la solera de hormigón a que obliga la norma Endesa FGH00200.

### **Envolvente**

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

Para cumplir con la norma 22 del PTM el acabado exterior de la caseta de control se llevará a cabo con piedra tipo marès y todas las puertas y ventanas serán de tipo persiana mallorquina color verde carruaje.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente. Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

### **Solera y pavimento**

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

Se construirá una solera de hormigón armado con las dimensiones adecuadas. Para evitar la aparición de tensiones de contacto en el interior del CMM FOTOVOLTAICO. Se colocará en el pavimento del mismo un mallazo de construcción de 150x150 mm de cuadrícula y 5 mm de diámetro mínimo, soldado a los marcos metálicos de separación de celdas. Este mallazo estará recubierto por una capa de hormigón de 10 cm como mínimo y los herrajes necesarios para la colocación del centro, según instrucciones del fabricante

### **Ventilación**

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

### **Calidad**

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad UNESA de acuerdo a la RU 1303<sup>a</sup>.

### **Características detalladas**

- N° reserva de celdas: 1
- Puertas de acceso peatón : 1 puerta
- Dimensiones exteriores (PFU-5):
  - Longitud 6080mm
  - Fondo 2380mm
  - Altura 3240mm
  - Altura vista 2780mm
  - Peso 18000kg
- Dimensiones interiores (PFU-5):
  - Longitud 5900mm
  - Fondo 2200mm
  - Altura 2550mm
- Dimensiones de la excavación (PFU-5):
  - Longitud 6880mm
  - Fondo 3180mm
  - Profundidad 560mm

#### **4.3.2. Instalación eléctrica**

### **Características de la aparamenta de Alta Tensión**

El CMM está formado por:

- 2 Ud. celda de línea de corte y aislamiento en SF6 tipo CGMCOSMOS-L, de dimensiones: 370 mm De ancho, 850 mm de fondo y 1.800 mm de alto. Interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento puesta a tierra. Vn=24 kV, In= 400 A / Icc=16 kA. Con mando motor (clase M2, 5000 maniobras). Incluye: indicador de presencia tensión, relé de control integrado comunicable ekorRCI.
- 1 Ud. de celda de enlace de barras de corte y aislamiento en SF6 tipo CGMCOSMOS-SPat. Interruptor- seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento puesta a tierra. Vn=24 kV, In=400 A / Icc=16 kA. Con mando motor (Clase M2, 5000 maniobras). Incluye relé de control comunicable ekorRCI. Dimensiones: 600 mm de ancho, 850 mm de fondo y 1.800 mm de alto.
- 1 Ud. celda de medida de Tensión mediante celda CGMCOSMOS-P de corte y aislamiento integral en SF6, interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC

62271-103), conexión seccionamiento- doble puesta a tierra.  $V_n=24$  kV,  $I_n=400$  A /  $I_{cc}=16$  kA. Con mando manual (Clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia Tensión. Incluye fusibles de protección MT. De dimensiones: 800 mm de ancho, 1025 mm de fondo y 1.800 mm de alto, alojando en su interior 3 transformadores de tensión protegidos por fusibles, 16.500:V3/110:V3-110:3, 30VA Cl 0,5, 30VA CL 3P, potencias no simultáneas, antiexplosivos, debidamente montados y cableados hasta cajón de control. Incluso kit enclavamiento mecánico.

- 1 Ud. celda de protección general, INTERRUPTOR FRONTERA, formado por interruptor automático CGMCOSMOS-V, de aislamiento integral en SF6 tipo CGMCOSMOS-V, de dimensiones 480 mm de ancho, 850 mm de fondo y 1.800 mm de alto. Interruptor automático de corte en vacío (cat. E2-C2 s/IEC 62271-100). Incluye mando motorizado a 48 Vcc para teledisparo de Gesa:
  - o Intensidad máxima nominal 400 A
  - o Poder de corte simétrico, 20 kA
  - o Poder de cierre nominal, 50 kA cresta
  - o Factor de polo 1,5
  - o Tiempo de corte 60 ms
  - o Tiempo de cierre 100 ms
  - o Bobina de mínima tensión
- Incluye transformadores de intensidad toroidales para este. Incluye automatismo de reenganche en un controlador de celdas programable ekorRCI.RTU instalado convenientemente e incluyendo servicios de programación en fábrica.
- Compartimiento de control adosado en parte superior frontal de celda CMM, incluyendo (entre otras) protecciones 3x50-51/50N-51N, 3x27, 3x59, 59N y 81M/m. Conteniendo en su interior debidamente montados y conexiónados las protecciones:
  - o Relé de protección de sobreintensidad de 3 fases y neutro (3x50-51/50N-51N).
  - o Relé de protección de mínima tensión trifásica (3x27), máxima tensión (3x59).
  - o Relé de protección contra sobretensión homopolar (59N).
  - o Relé de protección de máxima y mínima frecuencia (81 M/m).
  - o Relé auxiliar para temporización al cierre de 3 minutos.
  - o Voltímetro electromagnético, escala ficticia x/110 V, clase 1,5 dimensiones 96x96 mm con conmutador incorporado.
  - o Conmutador de maniobra “APERTURA – CIERRE” del interruptor automático.
  - o Bloque de pruebas de 4 elementos para el circuito secundario de protección de los transformadores de intensidad.
  - o Interruptor automático magnetotérmicos III con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC), para protección de los secundarios en estrella de los transformadores de tensión.

- Interruptores automáticos magnetotérmicos II con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC), para protección de los secundarios en triángulo de los transformadores de tensión.
- Interruptor automático magnetotérmico II con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC), para protección de los equipos de mando.
- Resistencias antiferroresonancia, 50 ohmios, 2 Amperios.
- Bornes de conexión, accesorios y pequeño material.
- 1 Ud. celda de medida para Facturación CGMCOSMOS-M, de dimensiones: 1100 mm de ancho, 1025 mm de fondo y 1.800 mm de alto, conteniendo en su interior 3 transformadores de tensión y 3 transformadores de intensidad.
- 1 Ud. celda de salida de C.M.M. de corte y aislamiento en SF6 tipo CGCOSMOS-L, de dimensiones: 370 mm de ancho, 850 mm de fondo y 1.800 mm de alto. Interruptor-seccionador de tres posiciones (cat. E3 s/IEC 62271-103), conexión-seccionamiento-puesta a tierra.  $V_n = 24$  kV,  $I_n = 400$  A /  $I_{cc} = 16$  kA. Con mando manual (clase M1, 1000 maniobras). Incluye indicador presencia de tensión y enclavamiento mecánico por llave con celda aguas abajo.
- 3 Ud. conector enchufable de 400 A, roscado, en "T", tipo K-400-TB para cable seco de Al de sección a definir.
- 1 Ud. Armario de telecontrol integrado, conteniendo controlador de celdas, software de ajuste y motorización, equipo cargador-batería, maneta local-telemando. Armario mural, remota Maesa.
- 1 Ud Armario cargador de baterías compuesto por un módulo metálico de dimensiones 724 x 395 x 294 mm, para montaje mural o sobrecelda, que aloja en su interior un cargador de baterías ekorbat- 200, fabricación Ormazábal, baterías de 48 Vcc – 18 Ah.
- 1 Ud. Armario exterior para equipo de medida. Incluye envolvente, zócalo, placa de montaje, tornillería y módulo vertical para medida AT normalizado por Endesa. Incluye materiales y montaje con cableado hasta un máximo de 10 m de la cabina de medida.
- 1 Ud. Conjunto de medida que incluye transformadores de intensidad y tensión 100-200/5A 16500: $\sqrt{3}$  / 110: $\sqrt{3}$ , incluso montaje y cableado de los circuitos entre los transformadores de medida y el regletero del armario de medida incluso montaje y conexionado de los trafos de tensión e intensidad en cabina de medida.

Las protecciones y circuitos de control de la interconexión se alimentarán en C.C. mediante un sistema de rectificador y baterías de capacidad y autonomía necesarias. Se montará un relé para el control de la tensión de la batería de alimentación de las protecciones y circuitos de disparo para asegurar su actuación o un sistema de control de la reserva de energía para la actuación de las protecciones.

### **Puesta a tierra**

Las instalaciones de puesta a tierra estarán constituidas por:

### Electrodo de puesta a tierra

Bajo la caseta se instalará un rectángulo enterrado de cable de acero de 100 mm<sup>2</sup> o cobre de 50 mm<sup>2</sup> instalado siguiendo su perímetro siempre en el fondo de la zanja de cimentación, a una profundidad mínima de 50 cm. discurriendo por el centro de la misma.

En función de la resistividad del terreno circundante se incorporarán al mismo 4 picas en los vértices del rectángulo u 8 picas, 4 en los vértices y 4 en el punto medio de los lados del rectángulo, que podrán ser de 2, 4 u 8 m de longitud. Estos se hincarán de forma que su cabeza quede aproximadamente a la misma profundidad que el rectángulo, según se indica en plano y detalle adjunto.

Las picas serán de acero si se utiliza cable de este material, o de acero-cobre si se utiliza cable de cobre.

En la tabla siguiente se indica, para distintas configuraciones del electrodo, el valor máximo en resistencia del terreno en que podrán utilizarse. Este valor máximo se ha fijado para un terreno homogéneo, en base a que en las inmediaciones de la instalación no puedan aparecer tensiones de paso superiores a las máximas admisibles por la RAT-13 y que la resistencia a tierra no supere los 27Ω.

TABLA A - ELECTRODO A UTILIZAR EN FUNCIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL TERRENO	
Tipo de electrodo	Resistividad máxima (Ω m)
Rectángulo (sin picas)	200
Rectángulo + 4 picas de 2 m	300
Rectángulo + 4 picas de 4 m	350
Rectángulo + 4 picas de 8 m	500
Rectángulo + 8 picas de 2 m	350
Rectángulo + 8 picas de 4 m	400
Rectángulo + 8 picas de 8 m	600

En terrenos de resistividad superior a 600 Ω se complementará el último electrodo de esta tabla con picas exteriores, hasta obtener una resistencia de puesta a tierra no superior a 27 Ω.

Si debido a cualquier causa no prevista (heterogeneidades en el terreno, errores en la determinación de la resistividad, etc.) la resistencia de puesta a tierra, medida al concluir la instalación diera un valor superior a 27Ω, se recurrirá a la colocación de picas adicionales (eventualmente profundas).

### Líneas de tierras

Para la puesta a tierra de todos los herrajes, aparatos y paneles metálicos del centro, se utilizará varilla de cobre de 6 mm  $\varnothing$  como mínimo, con elementos de conexión del tipo de conexión por tornillería, normalizados por GESA. La unión con el electrodo de puesta a tierra se hará mediante cable entubado hasta la llegada a la arqueta, que será igual al utilizado en la realización del electrodo.

### Alumbrado

El interruptor se situará en el cuadro de Baja Tensión, de forma que sea accesible sin necesidad de introducirse en el Centro de Transformación.

### Protección contra incendios

Se incluirá un extintor de eficacia 89B a una distancia no superior a 15 metros del edificio.

### Medidas de seguridad

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si estas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en SF<sub>6</sub>, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma de pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Los mandos de la apartamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la apartamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de Media y Baja Tensión. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

### **4.3.3. Instrumentación y protecciones del CMM**

Las protecciones serán los descrito en documento “criterios de protección para la conexión de productores en régimen especial en líneas MT en Baleares” de Endesa Distribución eléctrica SLU, revisión Abril 2012, compuestas por

- Relé de protección de sobreintensidad de 3 fases y neutro (3×50-51/50N-51N).
- Relé de protección de mínima tensión trifásica (3×27), máxima tensión (3×59).
- Relé de protección contra sobretensión homopolar (59N).
- Relé de protección de máxima y mínima frecuencia (81 M/m).
- Relé auxiliar para temporización al cierre de 3 minutos.

- Voltímetro electromagnético, escala ficticia x/110 V, clase 1,5 dimensiones 96×96 mm con conmutador incorporado.
- Conmutador de maniobra “APERTURA – CIERRE” del interruptor automático.
- Bloque de pruebas de 4 elementos para el circuito secundario de protección de los transformadores de intensidad.
- Interruptor automáticos magnetotérmicos III con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC), para protección de los secundarios en estrella de los transformadores de tensión.
- Interruptores automáticos magnetotérmicos II con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC), para protección de los secundarios en triángulo de los transformadores de tensión.
- Interruptor automático magnetotérmico II con contactos auxiliares (1 NA + 1 NC), para protección de los equipos de mando.
- Resistencias antiferroresonancia, 50 ohmios, 2 Amperios.
- Bornas de conexión, accesorios y pequeño material.

### **Conexiones y desconexiones del PRE**

Para cada PRE existirá un único interruptor de interconexión con la red de Endesa Distribución Eléctrica, independientemente del número de generadores de la central. Todas las protecciones indicadas en el apartado 3 provocarán la apertura del interruptor de interconexión. Los circuitos de disparo de las protecciones actuarán directamente sobre el interruptor de interconexión sin pasar a través de relé o elementos auxiliares.

### **Ajuste de las protecciones**

Los valores de ajuste de protecciones serán los descrito en documento “criterios de protección para la conexión de productores en régimen especial en líneas MT en Baleares” de Endesa Distribución eléctrica SLU, revisión Abril 2012

### **PROPUESTA DE AJUSTE DE LAS PROTECCIONES**

A continuación, se proponen los ajustes de las protecciones (Todos los valores indicados son en primario de transformadores de medida)

Protección de sobreintensidad de fases (50-51).

- Umbral de arranque..... 130%  $I_c$  máx.
- Tipo de curva..... Normal inversa (s CEI-255-4)
- Índice de la curva (k) 0,05
- Umbral disparo instantáneo..... 3 x umbral arranque
- Tiempo máximo operación D.I..... 60 ms

Nota:  $I_c$  máx. = máxima intensidad de paso por la interconexión, prevista considerando las diferentes situaciones posibles de la generación y consumo.

Protección de sobreintensidad homopolar (50N-51N).

- Umbral de arranque..... 2 A
- Tipo de curva..... Normal inversa (s CEI-255-4)
- Índice de la curva (k) 0,05
- Umbral disparo instantáneo..... 10 A
- Tiempo máximo operación D.I..... 60 ms

Protección subtensión de fases (27).

- Umbral de arranque..... 80% tensión de servicio en el punto de conexión.
- Temporización..... 1,0 s
- Deben soportar sin desconectarse la curva descrita en los P.O. 12.3.

Protección sobretensión de fases (59).

- Umbral de arranque..... 110% tensión de servicio en el punto de conexión
- Temporización..... 0,5 s

Protección sobretensión homopolar (64 , equivale 59N).

- Umbral de arranque..... 3% tensión de servicio en el punto de conexión
- Temporización..... 0,5 s

Protección de subfrecuencia (81m).

- Umbral de arranque..... 47,5 Hz.
- Temporización..... 3 s

Protección de sobrefrecuencia (81M).

- Umbral de arranque..... 51,0 Hz
- Temporización..... 0,1 s

#### **4.3.4. Teledisparo y telemedida**

Se instalará un sistema de teledisparo que actuará sobre el interruptor general – INTERRUPTOR FRONTERA; que producirá la apertura del interruptor de interconexión como consecuencia de la apertura del interruptor de cabecera de línea en la subestación.

El tiempo total de actuación del teledisparo, medido entre el instante en que se aplica la orden de disparo en la entrada del equipo de la subestación y el instante en que se aplica la tensión a la bobina de disparo del interruptor de interconexión, no será superior a 200 ms.

Dispondrá de eco de confirmación de llegada del teledisparo al PRE. El tiempo entre el instante en que se aplica la orden de disparo en la entrada del equipo de la subestación y el instante en que se cierra el contacto de señalización de confirmación en ese mismo equipo, no será superior a 300 ms.

El enlace de comunicaciones entre equipos de subestación y PRE será de disponibilidad permanente.

El equipo de teledisparo situado en la subestación estará alimentado a 48 Vcc. y generará las siguientes alarmas e indicaciones mediante contactos normalmente abiertos:

- a) Alarma de fallo de comunicaciones.
- b) Alarma de fallo equipo.
- c) Confirmación de llegada orden teledisparo a PRE.
- d) Indicación de estado abierto / cerrado del interruptor de interconexión.

Además, el sistema de teledisparo también efectuará la captación en la interconexión y transmisión a la subestación de las señales analógicas siguientes:

- a) Medida de potencia activa (MW).
- b) Medida de potencia reactiva (MVA<sub>r</sub>),
- c) Medida de tensión (kV).

Las salidas de estas medidas en el equipo de la subestación serán en 0...1 mA.

**Envío de información al centro de control de generación. Telemida en tiempo real**

De acuerdo con la legislación vigente, todas las instalaciones de producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos con una potencia superior a 0,5 MW, y aquellas con una potencia inferior o igual a 0,5 MW pero que formen parte de una agrupación del mismo subgrupo del artículo 2 la suma de potencias de la cual sea mayor que 0,5 MW, tendrán que estar adscritas en un centro de control de generación, que actuará como interlocutor con el operador del sistema, remitiendo la información en tiempo real de las instalaciones y haciendo que sus instrucciones sean ejecutadas con el objetivo de garantizar la fiabilidad del sistema eléctrico.

Para la Telemida en Tiempo Real se instalará un Gateway que concentrará la información existente en el equipo de teledisparo y la remitirá al Centro de Control de Generación a partir de un módem GPRS. Contendrá los siguientes registros:

ED-1	15000	Interruptor de conexión a la red Cerrado	10 (2)
ED-2		Interruptor de conexión a la red Abierto	01 (1)
ED-3	10011	Telebloqueo Activado	
ED-4	10012	Fallo de comunicaciones con TD Master	
ED-5	10013	Teledisparo fuera de servicio	
ED-6	10014		
ED-7	10015		
ED-8	10016	Anomalia de Protección	

EA-1	20000	Potencia Activa
EA-2	20001	Potencia Reactiva
EA-3	20002	Intensidad
EA-4	20003	Tensión

El esquema genérico del equipo es el siguiente:



#### 4.4. Centros de Transformación privados

El centros de Transformación serán de tipo prefabricado Ormazábal tipo PFU-4. Dichos edificios prefabricados son una solución compacta especialmente diseñada para instalaciones fotovoltaicas, estando diseñados de modo que en un mismo edificio se instalarán el cuadro de baja tensión en el cual se conectarán las salidas de cada inversor en CA y el transformador de potencia (este último pese a encontrarse en el mismo edificio se encuentra en un habitáculo totalmente diferenciado del resto de la instalación. Todo ello cumpliendo con las normativas vigentes.

Se dispondrá de 1 transformador de 1.500kVA situados en 1 edificio prefabricado Ormazábal, y contendrá los siguientes elementos:

- 1 Ud. edificio prefabricado por paneles de hormigón tipo PFU-4, con una defensa de trafos y ventilaciones para trafa de hasta 1600 kVA c/u; Incluye puerta de trafa y una puerta de peatón. Edificio de dimensiones exteriores: 3.280 mm. de longitud, 2.380 mm. de fondo, y 2.585 de altura vista.
- 1 Instalación de alumbrado y tierras interiores en edificio tipo PFU-4.
- 1 Ud. celda de línea de corte y aislamiento en SF6 tipo CML de dimensiones: 370 mm. de ancho, 850 mm. de fondo y 1.800 mm. de alto
- 1 Ud. celda de protección de transformador por interruptor automático, de corte y aislamiento en SF6 tipo CMP-V de dimensiones: 480 mm. de ancho, 850 mm. de fondo y 1.800 mm. de alto.
- 1 Ud. puente de cables de A.T. 12/20 kV de 3x1x95 mm<sup>2</sup> en Al con conectores enchufables K158- LR de Ormazábal en extremo celda y conectores enchufables K158-LR de Ormazábal, en extremo trafa.
- 1 Transformador trifásico de 1.500 kVA de potencia, 50 Hz, aislamiento 24 kV, de relación de transformación 15,4 / 0,4 kV seco.
- 1 Ud. puente de cables B.T. para interconexión entre transformador y CBT.
- Ud. conectores enchufables de 400 A, roscados, en “T”, tipo K-400-TB de Ormazábal, para cable seco de Al de 150 mm<sup>2</sup>.

##### 4.4.1. Características de la aparamenta de baja tensión

Los cuadros de BT, tienen como misión la separación en distintas ramas de salida, por medio de fusibles, de la intensidad secundaria de los transformadores.

El Cuadro de Baja Tensión (CBT), será tipo UNESA AC-4+4, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro AC-4 de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor de chapa blanca, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- La zona de acometida, medida y de equipos auxiliares está situada en la parte superior del módulo AC-4, existe un compartimiento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. Dentro de este compartimiento, existen cuatro pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador. El acceso a este compartimiento es por medio de una puerta

abisagrada en dos puntos. Sobre ella se montan los elementos normalizados por la compañía suministradora

- La zona de salidas está formada por un compartimiento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas pero maniobrada fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.
- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 800 V
  - Intensidad asignada en los embarrados: 800 A
  - Nivel de aislamiento
    - Frecuencia industrial (1 min):
      - a tierra y entre fases 10 kV
      - a la distancia de seccionamiento 2'5 kV
    - Impulso tipo rayo
      - a tierra y entre fases 125 kV
  - Características físicas:
    - Ancho: 580 mm
    - Fondo: 290 mm
    - Alto: 1690 mm
  - Otras características:
    - Intensidad asignada en las salidas: 400 A

#### **4.4.2. Características del transformador**

Un transformador trifásico elevador de tensión, construido según las normas GESA, con neutro accesible en el secundario, de potencia 1.500kVA y refrigeración natural por ventilación, tipo seco. De tensión primaria 15kV y secundaria 800V.

El transformador irá provisto de termómetro, alojado en la correspondiente vaina para sonda térmica del transformador. Dicho termómetro cumplirá con la especificación Técnica de ENDESA Referencia 6700496, y debe quedar de manera que sea visible desde el exterior de la chapa de protección, con reflejo del último valor alcanzado, o bien con dispositivo de actuación para provocar el disparo del interruptor de protección.

- Otras características constructivas:
  - Potencia asignada [kVA]: 1.500kVA
  - Tensión asignada
    - Primario 15kV
    - Secundario 0,8kV
  - Grupo de conexión: Dyn11
  - Pérdidas en vacío [W]: 2.200W
  - Pérdidas en carga [W]: 17.000W
  - Impedancia de cortocircuito (%): 6%
  - Nivel de potencia acústica [dB]: 71dB

#### 4.5. Líneas de Media Tensión

Se proyecta una red subterránea privada de Media Tensión desde el CMM Fotovoltaico hasta el uno Centro de Transformación ubicado en el parque fotovoltaico y una línea a ceder a e-Distribución que va desde el CMM Fotovoltaico hasta el punto de conexión.

Dicha línea discurrirá íntegramente por finca privada, tiene los siguientes tramos:

- Desde el punto de conexión hasta el CMM FV (a ceder a Endesa):
  - 30 metros
- Desde el CMM hasta CT1 (privada)
  - 395 metros

La potencia nominal máxima de ambas líneas y la caída de tensión será de:

- Desde el Punto de Conexión al CMM Fotovoltaico: 1.140kVA; cdt: 0,095%
- Desde el CMM Fotovoltaico hasta el CT1: 1.140 kVA

Considerando estos parámetros, las caídas de tensión son muy inferiores a las máximas admitidas entre el principio y el final de la línea.

La intensidad máxima que recorrerá el conductor subterráneo será:

$$I = \frac{P(VA)}{\sqrt{3} * V * \cos\varphi} = \frac{1.500.000}{\sqrt{3} * 15.000 * 1} = 57,74A$$

En referencia a la densidad de corriente:

$$d = \frac{I(A)}{S(mm^2)} = \frac{57,74}{150} = 0,38 \ll 2,9A/mm^2$$

Características generales de la línea.

- |      |                        |          |
|------|------------------------|----------|
| i.   | Tensión nominal        | 15.000 V |
| ii.  | Tensión nominal mínima | 13.950 V |
| iii. | Tensión nominal máxima | 16.050 V |

Los criterios de diseño y características de los materiales se basan en el documento de ENDESA DISTRIBUCIÓN “Condiciones técnicas para redes subterráneas de media tensión”.

#### **Puesta a tierra**

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en cada uno de sus extremos.

#### **Zanjas**

La zanja de la línea enterrada será de MT con protección de arena, con la geometría indicada en el plano adjunto. La longitud total de la zanja a ejecutar es de 425 metros.

Los conductores de media tensión irán protegidos en el interior de protecciones tubulares del tipo PE y la zanja irá cubierta por diferentes capas de tierra compactadas de 15 cm de grosor

(95% proctor modificado) con placas protectoras de polietileno (PE) y cintas indicativas PE en la capa más superficial. Se colocará una capa protectora de hormigón de 10 cm.

Los conductores se entubarán mediante 1 tubos de polietileno de alta densidad (norma Endesa GE CNL002) diámetro 160 mm; instalados sobre un lecho de arena. Se dejará un tubo de reserva para futuras intervenciones de la Compañía Distribuidora.

Se señalará la zanja con hitos homologados cada 15 m, anclados en una base de hormigón. Los radios de curvatura de las zanjas serán de un metro como mínimo.

### **Conductores**

El tramo de línea subterránea será efectuado mediante cable de aluminio XLPE-RHZ1 12/20 kV de 150 mm<sup>2</sup> de sección. Las características del cable son las siguientes:

- Aluminio homogéneo.
- Aislamiento etileno-propileno XLPE.
- Cubierta exterior de poliolefina.
- Polvos obturadores (según fabricante).
- Pantalla de cobre de 16 mm<sup>2</sup> con contra espira de fleje de cobre recocido de 1 mm<sup>2</sup> como mínimo.

<b>Sección ( mm<sup>2</sup>)</b>	<b>1 x 150</b>
<b>Tensión de servicio kV.</b>	<b>12/20</b>
<b>Resistencia en ohmios/Km.</b>	<b>0,313</b>
<b>Carga máxima A.</b>	<b>240</b>
<b>Intensid, máx en c/c. KA 0,1 seg.</b>	<b>27,9</b>
<b>Espesor cubierta exterior mm.</b>	<b>2,7</b>
<b>Diámetro exterior mm.</b>	<b>32</b>
<b>Diámetro en mm. (a efectos de botellas terminales).</b>	<b>24</b>

Las conexiones de los conductores con celdas se realizarán con terminaciones unipolares de interior.

### **Seccionamiento de líneas y protecciones contra cortocircuitos**

La línea eléctrica será seccionable desde el poste celosía en el punto de conexión por un lado y en las celdas del CMM FOTOVOLTAICO por otro. En el tramo hacia los transformadores la línea será seccionable en las celdas de entrada y salida de cada centro de transformación 1.500 kVA.

El conductor escogido y su sección son un factor muy importante en la protección contra sobreintensidades, en caso de falta eléctrica las líneas tendrían la capacidad de soportar una

corriente máxima de cortocircuito de 30 kA, corriente muy superior a la intensidad de cortocircuito que se podría presentar en la línea en caso de falta eléctrica.

### **Protecciones contra contactos directos**

Para evitar los contactos directos se realizará una línea enterrada, por medio de una zanja con protección de arena, donde los conductores van dentro de protecciones tubulares y, además, éstos están protegidos por un aislante y con una cobertura.

## 4.6. Conexión a la red de compañía

### 4.6.1. Apoyo

Como se ha comentado anteriormente, el apoyo actual que se haya en las coordenadas X:495.498,73 Y:4.391.986,41 se reconvertirá a uno C/2000-14 con seccionamiento y bajada aéreo-subterránea que se conectará al CMM-FV.

El punto de conexión se haría en la línea MT SENCELLES de 15KV, más concretamente en el apoyo de madera que está después del seccionador C067 (ver plano adjunto nº 5). Esta línea se explota desde la SUBESTACIÓN DE INCA (ver plano adjunto nº2). La línea transcurre por el interior del polígono 4 – parcela 39.

En referencia al nuevo apoyo (PC), este será de tipo metálico de conversión Aéreo-Subterránea, con seccionador e interruptor de hexafluoruro, pararrayos y terminaciones de conversión a subterráneo. Modelo C/2000-14.

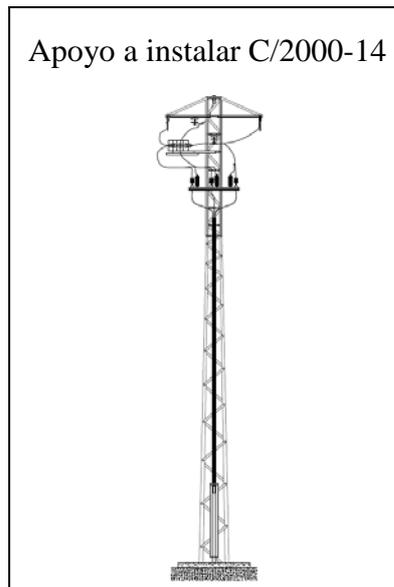




Imagen 8 Poste de madera 1 a cambiar por apoyo metálico C2000-14

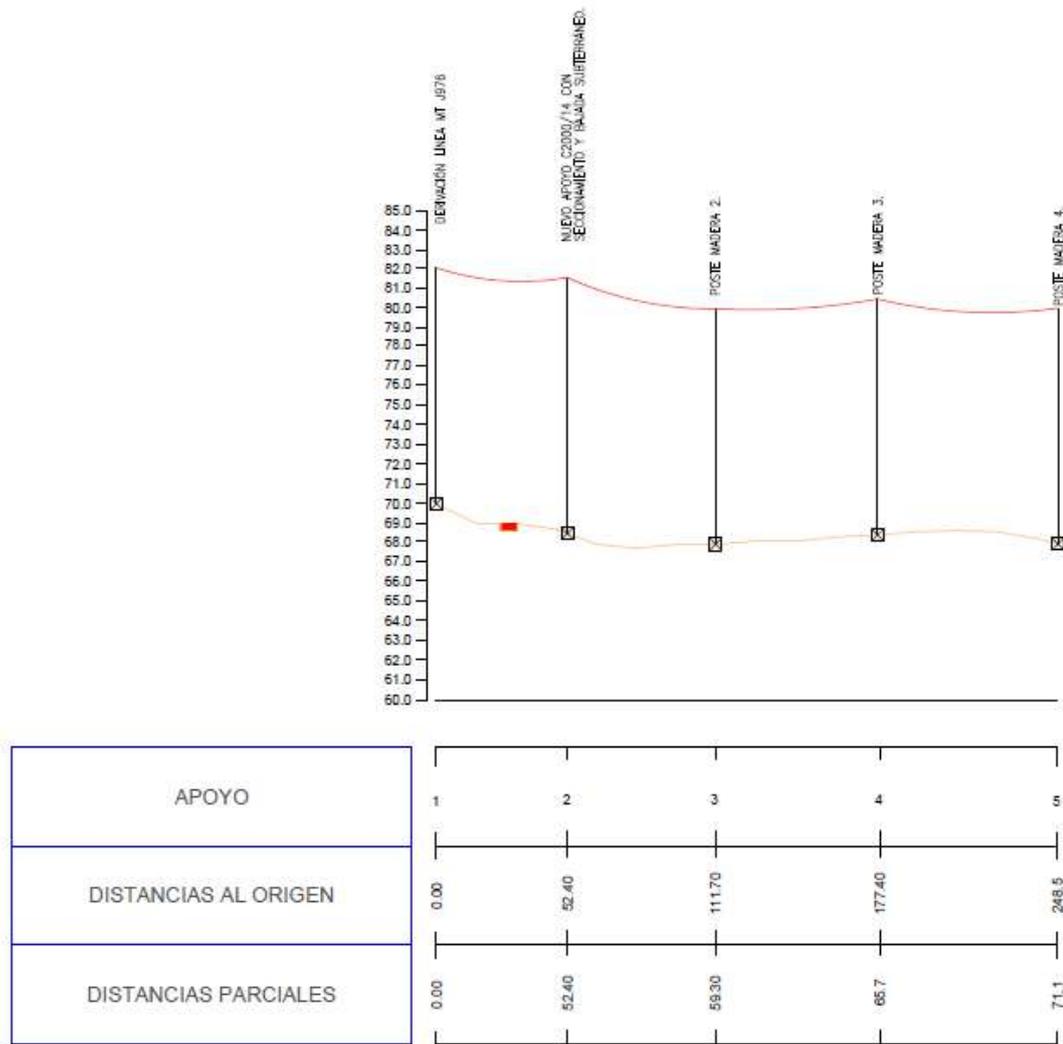


Imagen 9. Perfil de la línea de Sencelles una vez cambiado el apoyo

Las características del apoyo de celosía, cumplirán con la RU 67 04, y tendrá las siguientes características:

TIPO APOYO	Esfuerzo (daN)	Altura Total (m)	Peso (Kg)	Cimentaciones	
				Cuadrado ( m)	Altura (m)
C-500-12	500	12	285	1,10	1,40
C-500-14	500	14	332	1,15	1,45
C-500-16	500	16	390	1,25	1,50
C-1000-12	1000	12	343	1,10	1,65
C-1000-14	1000	14	404	1,15	1,70
C-1000-16	1000	16	477	1,25	1,75
C-2000-12	2000	12	507	1,10	2,00
C-2000-14	2000	14	605	1,15	2,05
C-2000-16	2000	16	712	1,25	2,10
C-3000-12	3000	12	626	1,15	2,20
C-3000-14	3000	14	750	1,20	2,30
C-3000-16	3000	16	879	1,25	2,35
C-4500-14	4500	14	873	1,30	2,60
C-4500-16	4500	16	1077	1,40	2,65
C-4500-18	4500	18	1238	1,50	2,70

El apoyo que se instalará, tendrá elemento de maniobra, por lo que la puesta a tierra de acuerdo con los especificado en el punto 7 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de alta tensión.

El valor de resistencia a tierra de difusión será igual o inferior a 20 ohmios.

No se realizará ningún entronque en un apoyo donde exista un elemento de maniobra o una derivación.

#### **4.6.2. Cimentación**

Para el cálculo de la cimentación del apoyo a instalar se ha tenido en cuenta el punto 3.6 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de alta tensión.

Considerando un tipo de terreno normal ( $K=12\text{kg/cm}^3$ ) las cimentaciones tendrán unas dimensiones de **2,15m de profundidad y 1,10m de amplitud**.

Las cimentaciones de las torres constituidas por monobloques de hormigón, se calculan al vuelco según método de Sulzberger.

$$M_v = F \left( h + \frac{2}{3} t \right) + F_v \left( \frac{h_t}{2} + \frac{2}{3} t \right)$$

Y el momento resistente al vuelco:

$$M_r = M_1 + M_2$$

Dónde:

$M_1 = 139 \cdot K \cdot a \cdot t^4$  Momento debido al empotramiento lateral del terreno.

$M_2 = 880 \cdot a^3 \cdot t + 0.4 \cdot p \cdot a$  Momento debido a las cargas verticales

Siendo:

- K Coeficiente de compresibilidad del terreno a 2 m de profundidad ( $\text{Kg/cm}^2 \times \text{cm}$ )
- F Esfuerzo nominal del apoyo en kg.
- H Altura de aplicación del esfuerzo nominal en m.
- FV Esfuerzo de viento sobre la estructura en kg.

- ht Altura total del apoyo en m.
- a Anchura de la cimentación en m.
- t Profundidad de la cimentación en m.
- p Peso del apoyo y herrajes en kg.

Estas cimentaciones deben su estabilidad fundamentalmente a las reacciones horizontales del terreno, por lo que teniendo en cuenta el punto 3.6.1. de la ITC-LAT 07, debe cumplirse que:

$$M1 + M2 \geq MV$$

El coeficiente de seguridad resultante entre el momento estabilizador y el momento de vuelco no será inferior a 1,5 en las hipótesis normales (1H y 2H) ni inferior a 1,2 en las demás hipótesis (3H y 4H), excepto en aquellos casos en que se ha prescindido de la 4H por lo que el coeficiente de seguridad para los apoyos en alineación y ángulo en la hipótesis 3H no será inferior a 1,5.

#### **4.6.3. Puesta a tierra**

Los apoyos de MT deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica con objeto de limitar las tensiones de defecto a tierra que puedan producirse. La instalación de puesta a tierra, complementada con los dispositivos de interrupción de corriente, deberá asegurar la descarga a tierra de la intensidad homopolar de defecto, contribuyendo a la eliminación del riesgo eléctrico debido a la aparición de tensiones peligrosas en el caso de contacto con las masas que puedan ponerse en tensión.

La puesta a tierra de los apoyos se realizará teniendo en cuenta lo especificado en el apartado 7 de la ITC-LAT 07.

Deberán conectarse a tierra mediante una conexión específica todos los apoyos metálicos según lo indicado en el punto 7.2.4 de la ITC-LAT 07.

El sistema de puesta a tierra deberá cumplir los siguientes condicionantes:

- Resistir los esfuerzos mecánicos y la corrosión.
- Resistir a la temperatura provocada por la intensidad de falta más elevada.
- Garantizar la seguridad de las personas respecto a las tensiones que aparezcan durante una falta a tierra.
- Proteger las propiedades y equipos y garantizar la fiabilidad de la línea.

Los elementos constituyentes de la instalación de puesta a tierra son los electrodos de puesta a tierra y la línea de tierra.

#### **Clasificación de los apoyos según su ubicación**

Cada uno de los apoyos incluidos en el Proyecto se clasificará conforme a lo expuesto en el apartado 7.3.4.2 de la ITC-LAT-07.

#### **Apoyos frecuentados**

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

#### **Apoyos no frecuentados**

Son los situados en lugares que no son de acceso público o donde el acceso de personas es poco frecuente.

### **Dimensionamiento de la puesta a tierra**

Los parámetros pertinentes para el dimensionamiento de los sistemas de puesta a tierra son:

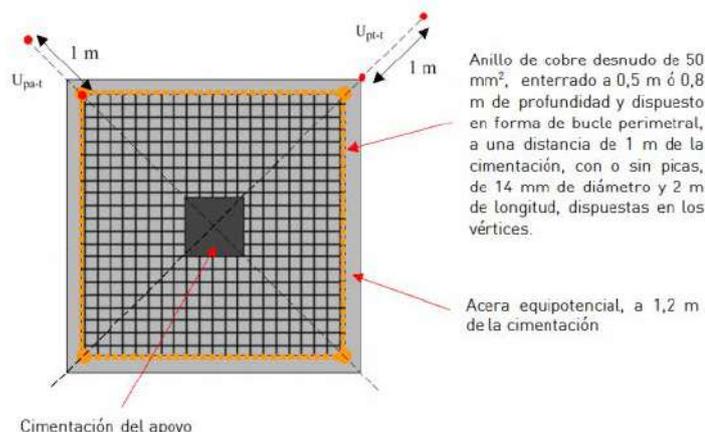
- Valor de la corriente de falta:  $I_{dmax}=250A$
- Duración de la falta:  $T_f = 0,7s$
- Características del suelo: el valor medio de la resistividad superficial del terreno es de  $300\Omega/km$

### **Apoyos frecuentados**

Se instalará un electrodo en anillo cerrado a una profundidad de al menos 0,50 m alrededor del apoyo, de forma que cada punto del mismo quede distanciado, como mínimo 1 metro de las aristas del macizo de cimentación, unido a los montantes del apoyo mediante dos conexiones. En terrenos donde se prevean heladas se aconseja una profundidad mínima de 0,80 m.

A este anillo, formado por conductor desnudo de cobre, de  $50\text{ mm}^2$ , se conectarán como mínimo cuatro picas de cobre, de 2 m de longitud y 14 mm de diámetro, de manera que se garantice un valor de tensión de contacto aplicada inferior a los reglamentarios. La unión del anillo con el montaje del apoyo se realizará con cable de cobre desnudo de  $50\text{ mm}^2$  o aluminio aislado de  $95\text{ mm}^2$ .

La toma de tierra en el puto de apoyo tendrá un valor inferior a  $20\Omega$ hmios.



Si con la configuración de puesta a tierra proyectada no se obtienen valores de tensión de contacto aplicada reglamentarios, se adoptarán medidas adicionales de seguridad con el objeto de considerar la instalación exenta de dicho cumplimiento. En estos casos, no será necesario que el electrodo de puesta a tierra sea en forma de anillo siempre que se verifique el cumplimiento de la tensión de paso aplicada y que el valor de la resistencia de puesta a tierra sea suficiente para asegurar la correcta actuación de las protecciones.

En aquellos casos en los que debido a la elevada resistividad del terreno, o a cualquier otra causa debidamente justificada, se podrán utilizar electrodos alojados en perforaciones profundas.

### **Apoyos frecuentados**

Electrodos de difusión vertical, mediante pica de acero-cobre de 2 m de longitud y 14mm de diámetro.

En este caso, la única condición que debe comprobarse es la desconexión inmediata de la línea en caso de falta.

### Numeración y señalización

Según recoge la ITC-LAT-07 2.4.7, todos los apoyos llevarán una placa de señalización de riesgo eléctrico, situado a una altura visible y legible desde el suelo a una distancia mínima de 2m.



#### 4.6.4. Cálculo mecánico de los conductores

Los conductores serán los Normalizados por la Empresa Suministradora engrasados interior y exteriormente, con grasa de alto punto de goteo.

Las características de los conductores serán las siguientes:

Conductor en zonas con contaminación salina fuerte o muy fuerte	Sección (mm <sup>2</sup> )	Alambres Aluminio	Alambres Acero	Imáx (A)
47-AL 1/8-A20SA (antes LARL-56)	54,6	6	1	202
67-AL 1/11-A20SA (antes LARL-78)	78,6	6	1	256
107-AL 1/18-A20SA (antes LARL-125 E)	125,1	6	1	345
119-AL 1/28-A20SA (antes LARL-145 E)	147,1	15	4	380
147-AL 1/34-A20SA (antes LARL-180 E)	181,3	30	7	440

La disposición de los conductores se detalla en los planos adjuntos, según condiciones normalizadas de las Compañía Suministradora.

La instalación se realizará de acuerdo a las siguientes hipótesis:

- La flecha máxima de los conductores entre vanos se calculará de acuerdo con los criterios indicados en el punto 3.2.3 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de alta tensión.
- La Tensión Mecánica de los conductores se determinará bajo las hipótesis de tracción máxima fijadas en el punto 3.2.1 de la ITC-LAT 07 del Reglamento de Líneas Eléctricas de alta tensión.
- Se determinará el comportamiento de los conductores frente a posibles apariciones de vibraciones, con el objeto de evitar que se produzca una fatiga excesiva del conductor.

Para el cálculo del tense se utilizará la siguiente expresión:

$$T_{exp2} [T + \alpha E S_t + p_{oexp2} (E_s \alpha_{exp2} / 24 T_{oexp2}) + \alpha E S_t - T_o] = p_{exp2} (E_s \alpha_{exp2} / 24)$$

En la que:

- T: Tracción máxima fijada
- $t = -5^{\circ}\text{C}$ , fijada por RLTA en el Art. 27 apdo. 1
- $p$  = Peso + Acción del viento indicado sobre el conductor
- $a$  = Vano más probable de tendido
- T = Tense final del conductor
- $p$  = peso del conductor con o sin carga
- $\alpha$  = coeficiente dilatación lineal del conductor, por  $^{\circ}\text{C}$
- $t$  = Temperatura final del conductor
- E = módulo de elasticidad del conductor, en  $\text{Kg/mm}^2$
- S = Sección del conductor en  $\text{mm}^2$

La flecha se determinará mediante la siguiente ecuación:

$$f = \frac{P \cdot a^2}{8T} \cdot m$$

siendo:

- $a$  = vano en metros
- $p$  = peso del conductor con o sin carga, en  $\text{Kg/m}$
- T = tense total del conductor, en Kg

### **Cálculo Eléctrico de los Conductores**

Para el cálculo de la resistencia de los conductores, se tomará la siguiente fórmula:

$$R_t = R_{20} [1 + \alpha (t - 20)] [\Omega/\text{km}]$$

Donde:

- $R_{20}$  = Resistencia del conductor a  $20^{\circ}\text{C}$  [ $\Omega/\text{km}$ ]
- $\alpha = 0,0040$  para el Aluminio

El valor de la reactancia vendrá obtenido mediante la siguiente expresión:

$$X = 2\pi fL = 2\pi f [0,50 + 4,605 \cdot \log(D/r) 10 \exp^{-4}] [\Omega/\text{km}]$$

Donde:

- D = separación media geométrica entre conductores (mm)
- r = radio de los conductores (m)

La Caída de Tensión se calculará en función de la siguiente expresión:

$$U(\%) = \frac{P \cdot l}{10U} \exp^{2 \cdot (R_{50} + X \tan \Psi)}$$

Siendo:

- P = Potencia a transportar (KW)
- l = Longitud de la Línea ( km)
- R = Resistencia del conductor a  $50^{\circ}\text{C}$  [ $\Omega/\text{km}$ ]
- X = Reactancia de la línea [ $\Omega/\text{km}$ ]
- U = Tensión nominal en KV = 15 KV

### **Capacidad Máxima de Transporte**

La capacidad máxima de transporte de la línea vendrá determinada por la intensidad máxima para el conductor y por la caída de tensión para la red.

De este forma la intensidad máxima se determinará mediante la siguiente expresión:

$$P_{max.} = \sqrt{3} U I_{max} \cos\phi \text{ [KW]}$$

La caída de tensión máxima de la línea será inferior a un 7%, y vendrá determinado por la siguiente expresión:

$$P = (10 U_{exp}^2) / (R + X \tan\phi) * (u/l) \text{ [kW]}$$

#### **4.6.5. Aislamiento**

Los aislamientos serán de vidrio o porcelana.

El nivel de Aislamiento cumplirá con el Art. 24 del Reglamento de Líneas Aéreas de alta Tensión. Tendrán un valor que oscilará entre 3,50 a 4,0 cm/kV.

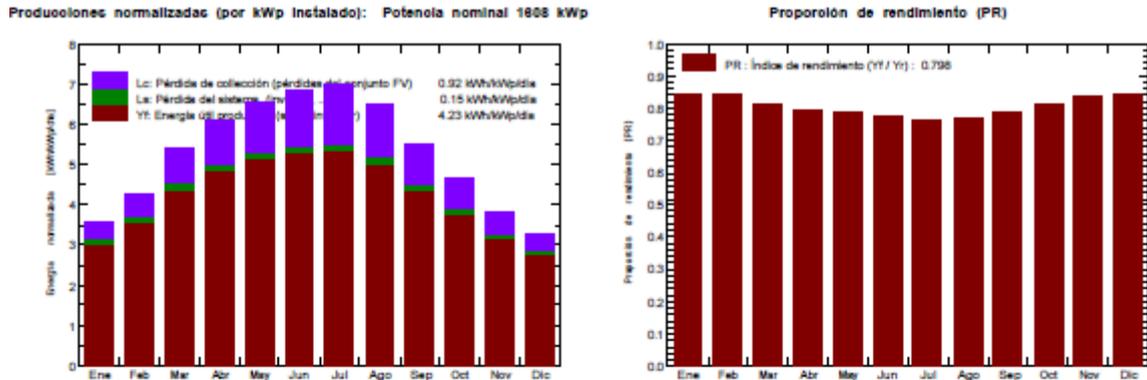
El tipo de aislamiento cumplirá con el Artículo 29 del Reglamento de Líneas Aéreas de Alta Tensión. Las partes metálicas de los aisladores estarán galvanizadas en caliente.

## 5. IMPACTO AMBIENTAL

### 5.1. Previsión de energía entregada a la red

Teniendo en cuenta la configuración del parque fotovoltaico (descrita en apartados posteriores) y a través de la aplicación PVSystem, podemos estimar la energía generada en la planta que corresponde a unos **2.484MWh/año** (se adjunta informe completo de producción en el anexo 2):

Tabla 5. Producción eléctrica del parque fotovoltaico



#### Nueva variante de simulación Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	68.0	25.35	8.41	111.3	104.1	157.3	151.8	0.848
Febrero	83.4	35.27	9.36	119.6	111.2	167.6	161.8	0.842
Marzo	133.7	51.17	12.37	167.3	154.9	227.0	219.2	0.815
Abril	167.1	65.53	15.12	183.1	168.1	243.1	234.8	0.798
Mayo	204.3	79.71	19.33	203.1	185.9	265.7	256.7	0.786
Junio	216.8	80.08	23.37	205.7	187.3	264.5	255.6	0.773
Julio	225.8	70.40	25.74	217.0	198.3	275.4	266.0	0.762
Agosto	190.8	71.67	25.70	201.9	184.9	258.1	249.4	0.768
Septiembre	142.0	55.64	21.46	165.9	152.9	216.8	209.4	0.785
Octubre	107.5	46.19	18.65	144.2	133.6	194.1	187.5	0.809
Noviembre	72.7	29.67	13.16	114.4	106.6	158.9	153.4	0.834
Diciembre	60.4	26.20	9.82	101.9	95.0	143.8	138.8	0.847
Año	1672.3	636.88	16.92	1935.3	1782.9	2572.3	2484.5	0.798

Leyendas: GlobHor Irradiación horizontal global      GlobEff Global efectivo, corr. para IAM y sombreados  
 DiffHor Irradiación difusa horizontal      EArray Energía efectiva a la salida del conjunto  
 T\_Amb T amb.      E\_Grid Energía inyectada en la red  
 GlobInc Global incidente plano receptor      PR Proporción de rendimiento

### 5.2. Ahorro de energía primaria para el país.

Mediante el uso de energías renovables se consigue un importante ahorro de consumo de energía primaria para el país.

A continuación se proporcionan los factores de emisión en las Islas Baleares para el dióxido de azufre (SO<sub>2</sub>), partículas totales y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). Estos factores se van revisando periódicamente a medida que se dispone de nueva información.

ANYS	FACTORS D'EMISSIÓ			
	kg CO2/kWh	g SO2/kWh	g NOx/kWh	g partíc./kWh
2005	0,9655	3,3120	2,4539	0,2468
2006	0,9054	3,0710	4,5216	0,3753
2007	0,8974	2,5540	3,9966	0,1563
2008	0,9139	2,1881	4,7070	0,1160
2009	0,9746	2,1678	4,4027	0,0857
2010	0,9695	2,0903	4,3829	0,1014
2011	0,9435	1,7665	3,9629	0,1015
2012	0,8753	1,6083	3,5839	0,0816
2013	0,8174	1,3883	2,6242	0,0663
2014	0,7696	1,4454	2,2652	0,0574
2015	0,7714	1,0518	1,7486	0,0409
2016	0,7477	1,4213	2,4186	0,0419
2017	0,7775	1,2513	2,0407	0,0350
2018	0,7754	1,0627	1,7305	0,0380

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) aunque no es directamente contaminante, produce efecto invernadero, por lo que también es interesante apreciar la cantidad de este gas que se dejará de emanar. El factor de conversión de energía no-renovable a emisiones de CO<sub>2</sub> que se utiliza es 0,754 kg CO<sub>2</sub> /kWh de energía final. Para la conversión de la energía generada en el punto frontera a energía final se utilizará el coeficiente de pérdidas del 4%:

$$\text{Producción eléctrica en el punto frontera} \cdot (1 - 0,04) \cdot 0,7754 \frac{\text{kg CO}_2}{\text{kWh}} = \frac{\text{t CO}_2 \text{ eq}}{\text{año}}$$

Lo que en la instalación proyectada se traduce en una reducción de emisiones de:

- 1.849,05 toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> al año.

### 5.3. Barreras vegetales

Se planea la implantación de una barrera vegetal alrededor del parque fotovoltaico que sirva como apantallamiento vegetal para así, reducir el impacto visual.

Las especies serán autóctonas que no supongan un impacto en la morfología del terreno y que sean de bajo requerimiento hídrico.

Se detalla el tipo de especie a emplear en el Estudio de Impacto Ambiental.

#### 5.4. Cumplimiento norma 22 PTM de condiciones de integración paisajística

##### a) **Condiciones de las edificaciones e instalaciones:**

- 1) La superficie total ocupada por edificaciones e instalaciones (Inversores, Centro de transformación y CMM) es de 25,6m<sup>2</sup> un 0,025% de la superficie total.
- 2) Igual al punto 1)
- 3) La altura máxima de las construcciones es de 2,59metros. Menor a los 8 metros máximos.
- 4) No tiene porches
- 5) Carpintería exterior de aluminio tipo madera con tipología idéntica a la tradicional
- 6) Acabado exterior de piedra tipo "marès"
- 7) Cubierta inclinada de tipo árabe con un 25% de desnivel. También contará con recogida de pluviales para el riego por goteo de las barreras vegetales.
- 8) No habrá aguas residuales.

##### b) **Condiciones de posición e implantación**

- 1) No se realizarán grandes movimientos de tierra para nivelar las edificaciones. Se aprovechan en espacios sin pendiente
- 2) La pendiente siempre será mucho menor a 20%

El acabado exterior de la caseta de control se llevará a cabo con el tradicional arenado de cemento natural ("embetumat mallorquí").

Todas las puertas y ventanas, son de tipo persiana mallorquina color verde carruaje.

Las aceras de 1,2 m de ancho se finalizarán con uno de los siguientes acabados:

- Piedra caliza.
- Marés plano.
- Baldosas terrazo.

## 6. PLAN DIRECTOR SECTORIAL ENERGÉTICO

Al ser una planta fotovoltaica de tipo C, ésta se tramita mediante Declaración de Utilidad Pública, por lo que se aplicarán las medidas previstas en el **anexo F del Plan Director Sectorial Energético de las Islas Baleares** “Medidas y condicionantes para la implantación de instalaciones fotovoltaicas”.

### 6.1. Localización y acceso

#### **SOL-A01. Localización**

Dentro del ámbito del proyecto se priorizará la localización de las instalaciones en espacios de poco valor ambiental y campos de cultivo con baja productividad.

Se considera que el emplazamiento propuesto como espacio de poco valor ambiental dado que se trata de una zona de cultivo de muy baja rentabilidad.

#### **SOL-A02. Terrenos llanos**

Dentro del ámbito del proyecto se priorizará la localización en zonas llanas y, en cualquier caso, se minimizará la localización en terrenos con pendientes  $>20\%$  siempre que eso no suponga un inconveniente técnico en términos de aprovechamiento del recurso.

El terreno donde se prevé la instalación es prácticamente llano sin pendientes pronunciadas, como se puede observar en la siguiente imagen, por lo cual no necesita de movimiento de tierras para la instalación de las placas fotovoltaicas.



Imagen 10. Foto del terreno donde se planea la instalación

#### **SOL-A03. Impermeabilización del terreno**

Se minimizará la impermeabilización del suelo y, en general, esta tendrá que ser, tal como se recomienda en la bibliografía sobre el tema,  $<5\%$  de la superficie total de explotación.

El terreno solo será impermeable en la ubicación de los edificios prefabricados.  
La impermeabilización total de la instalación no superará en ningún caso el 5% de la superficie total de explotación.

**SOL-A04. Distancia al suelo de los módulos**

Se tendrá que respetar una distancia mínima de 0,80 metros de los módulos con respecto al suelo para posibilitar una cubierta vegetal homogénea.

La distancia de las placas al suelo será de 80 centímetros tal y como se ve en la documentación gráfica adjunta, por lo que se permite la ganadería de ovejas, que a su vez servirá para controlar el crecimiento de las hierbas.

**SOL-A05. Mapa de sensibilidad ambiental**

Una vez delimitada la zona donde se localizará la instalación, se efectuará un mapa de sensibilidad ambiental del espacio que integre el análisis de los elementos identificados en este plan con el fin de garantizar una adecuada integración ambiental del proyecto.

Se adjuntará un mapa de sensibilidad en la documentación ambiental.

**SOL-A06. Caminos**

En la medida en que se pueda, se utilizarán caminos existentes. En los nuevos caminos se priorizará el máximo aprovechamiento de los límites del parcelario y se minimizará la afectación en la vegetación existente. Presentarán una configuración lo más naturalizada posible (teniendo en cuenta las necesidades de circulación) y minimizarán los elementos artificiales de drenaje.

Se aprovecharán los caminos existentes. La zona perimetral de circulación estará formada por la misma tierra natural, compactada.

No se introducirán nuevos caminos.

No se prevén elementos artificiales de drenaje.

**SOL-A07. Compatibilidad**

En caso de que las características del terreno lo hagan posible, las estructuras permitirán compatibilizar la producción solar con cultivos y con pastos de animales.

La estructura soporte permite compatibilizar la producción solar con el pasto de ovejas. No prevén nuevos cultivos dada la baja productividad agrícola de las parcelas.

**SOL-A08. Participación**

Se realizarán procesos de participación ciudadana en el proyecto de implantación de instalaciones fotovoltaicas de tipo D.

No aplica.

## 6.2. Fase de obras

**SOL-B01. Fase de obras**

Se llevará a cabo la restauración ambiental de las zonas que puedan haber quedado afectadas a lo largo de la fase de obras, mediante preexistentes especies y autóctonas de la zona.

Se restaurarán las zonas afectadas con especies autóctonas de bajo requerimiento hídrico.

### **SOL-B02. Fase de obras**

Se minimizarán los movimientos de tierras durante la fase de obras, con el fin de alterar tan poco como se pueda el relieve preexistente. Se priorizará la reutilización de las tierras dentro del ámbito de actuación. No se podrán aplicar áridos de ningún tipo sobre el terreno, estilo grava, para acondicionarlo.

Los únicos movimientos de tierra que se prevén son:

- las zanjas para canalizaciones eléctricas soterradas.
- la excavación para la cimentación del centro de transformación y el CMM

No se prevén movimientos de tierras para modificar rasantes del terreno en la zona donde se instalarán las estructuras fijas de placas solares.

No se prevé aplicar áridos de ningún tipo sobre el terreno, estilo grava, para acondicionarlo.

### **SOL-B03. Fase de obras**

Los procedimientos de obras tendrán en cuenta el establecimiento de acciones para evitar derrames accidentales en las diversas fases de su desarrollo.

Se aplicará esta condición durante las obras.

### **SOL-B04. Fase de obras**

Con el fin de evitar la emisión de gases contaminantes, la maquinaria estará sujeta a las revisiones periódicas correspondientes y a las medidas pertinentes para minimizar la producción de polvo.

Se aplicará esta condición durante las obras.

### **SOL-B05. Fase de obras**

Se preverán procedimientos regulares de riego de los caminos y espacios de trabajo para minimizar la generación de polvo y partículas.

Se aplicará esta condición durante las obras.

### **SOL-B06. Fase de obras**

Se priorizará la realización de los trabajos más ruidosos en épocas de menos afectación para la fauna. En este sentido se evitarán o minimizarán las actuaciones durante épocas de reproducción y en horarios nocturnos.

Se aplicará esta condición durante las obras.

### **SOL-B07. Fase de obras**

Habrá que realizar una prospección arqueológica de los terrenos sujetos a las obras.

Se aplicará esta condición durante las obras.

### **SOL-B08. Fase de obras**

En caso de que por necesidades de construcción haya que ensanchar algunos caminos, se llevarán a cabo las actuaciones de revegetación y restauración de las áreas que puedan haber quedado afectadas.

No se prevé ensanchamiento de caminos.

**SOL-B09. Fase de obras**

El sistema de anclaje se hará mediante pernos perforadores o sistema equivalente.

Se prevé un sistema de anclaje mediante hincado sin uso de cemento.

### 6.3. Uso, mantenimiento y desmantelamiento

**SOL-C01. Uso**

Se gestionarán adecuadamente los residuos generados con motivo de las diversas actuaciones asociadas a las infraestructuras fotovoltaicas, de modo que se minimicen los efectos negativos sobre el medio.

Se aplicará esta condición durante las obras.

**SOL-C02. Uso y mantenimiento**

Se recomienda la utilización de medios mecánicos o animales para la eliminación de la vegetación, y evitar el uso de herbicidas.

Se prevé que habrá un pasto de ovejas para la eliminación de la vegetación, no se usarán herbicidas.

**SOL-C03. Uso y mantenimiento**

En los proyectos se especificará qué sistemas se usarán para combatir la acumulación de sal o de polvo sobre las placas con el fin de poder evaluar su impacto y evitar la afectación sobre el rendimiento de las placas.

Se prevé la limpieza esporádica de forma manual con agua y un paño, cuando los paneles estén muy sucios.

**SOL-C04. Desmantelamiento**

El explotador de la instalación será el responsable del desmantelamiento de las instalaciones y de la restauración del estado natural del emplazamiento previo a la ejecución de la instalación fotovoltaica. Este desmantelamiento incluye todas las instalaciones auxiliares y las redes de evacuación de la energía. Las condiciones de la ejecución de este desmantelamiento seguirán las mismas directrices que la fase de obras.

El promotor cumplirá esta condición.

### 6.4. Paisaje

**SOL-D01. Paisaje**

Se estudiará la viabilidad económica, técnica y ambiental de soterrar el trazado de las líneas eléctricas que sean necesarias para la ejecución de las instalaciones fotovoltaicas, de modo que se limite su impacto visual. Se priorizará la localización de las zanjas en paralelo en los caminos y se minimizará su longitud. Se recubrirán las zanjas con tierra vegetal para permitir su revegetación. No se realizarán zanjas para el paso del cableado de conexión entre paneles, y se pasará el cableado bien sujetado por debajo de los paneles.

Las nuevas líneas eléctricas previstas serán soterradas, de mínima longitud. Se prevé recubrirán las zanjas con tierra vegetal para permitir su revegetación.

#### **SOL-D2. Paisaje**

Se tomarán en consideración las características orográficas del ámbito para emplazar la instalación allí donde se provoque menos impacto visual y paisajístico. Se valorará el impacto acumulativo derivado de la instalación de una nueva instalación fotovoltaica próxima o adyacente a una instalación preexistente o en trámite. Se realizará un análisis de alternativas de localización y de ventajas e inconvenientes de la posible implantación en terrenos más alejados de la instalación preexistente o en trámite.

En la documentación ambiental se valorará la impacto acumulativo.

#### **SOL-D3. Paisaje**

Se fija una altura máxima de 4 metros para las instalaciones fotovoltaicas sobre el terreno. Teniendo en cuenta que esta altura máxima lo hace posible, siempre que sea posible se utilizarán elementos arbóreos para el apantallamiento de estas instalaciones.

Todas las nuevas construcciones tendrán una altura menor a 3 metros. Se plantea una barrera vegetal de 3 metros de altura aproximadamente, que sirva como apantallamiento desde la carretera y parcelas colindantes.

#### **SOL-D4. Paisaje**

Habrà que diseñar los caminos, las plataformas y las construcciones asociadas a la instalación de forma que se minimice su impacto sobre el entorno próximo. Los materiales, colores y composición de estas construcciones se adaptarán al entorno donde se localicen.

Las construcciones Centro de Transformación y CMM se adaptarán a la fisonomía de las construcciones aledañas con teja árabe y forro de piedra cumpliendo con la norma 22 del PTM.

#### **SOL-D5. Paisaje**

Otros elementos auxiliares, como pueden ser las vallas o luminarias, priorizarán la simplicidad y la menor incidencia visual. Con referencia a las vallas, habrá que garantizar su permeabilidad, en caso de localizarse en emplazamientos situados en corredores de fauna terrestre conocidos. Si se prevén vallas con base con pared, se abrirán pasos para la fauna en la base de estas paredes.

No se pondrá alambre de púas.

En caso de que se prevea una barrera vegetal, esta será de plantas autóctonas de bajo requerimiento hídrico, con una densidad suficiente que asegure la menor visibilidad de las placas desde los núcleos de población y las carreteras más próximos.

Se mantendrá una distancia mínima de 3 metros entre el límite de parcela y la instalación o vallado perimetral (si se prevé) con el objetivo de que en estos tres metros se ubique la vegetación que tiene la función de apantallamiento.

Si se prevén paredes secas que hagan medianera con los caminos públicos, se levantarán hasta la altura máxima fijada en los instrumentos en el planeamiento vigente si no hay posibilidad de otras opciones de apantallamiento que se consideren más integradas en el entorno.

Se prevé una barrera vegetal, formada por plantas autóctonas de bajo requerimiento hídrico, con una densidad suficiente que asegure la menor visibilidad de las placas desde las parcelas adyacentes.

Esta barrera se colocará antes del vallado para disimular a éste.

#### **SOL-D6. Paisaje**

El proyecto tendrá que ir acompañado de un anexo de incidencia paisajística que valore la incidencia sobre el entorno y que incluya:

Valores y fragilidad del paisaje donde se localiza el proyecto.

Descripción detallada del emplazamiento, análisis completo de las visibilidades, evaluación de diferentes alternativas de ubicación y delimitación concreta de la cuenca visual. Habrá que realizar análisis de cuencas visuales desde varios puntos de referencia (núcleos de población o zonas habitadas, puntos elevados, vías de comunicación). En caso de que se hagan fotomontajes hará falta que estos se hagan de forma esmerada a partir de la combinación de fotografías panorámicas e imágenes tridimensionales del terreno y la instalación, a partir de la utilización de sistemas de información geográfica. Aparte de los elementos asociados a la instalación será preciso tener en cuenta la afectación derivada de las redes de evacuación y analizar el proyecto desde un punto de vista integral.

Se deberá tener en cuenta el posible efecto acumulativo que implique la covisibilidad con otras instalaciones o actividades próximas o localizadas en la misma cuenca visual y no evaluar el proyecto de forma aislada.

Establecimiento de medidas de integración paisajística.

Se adjuntará anexo de incidencia paisajística en la documentación ambiental.

### 6.5. Impacto atmosférico.

#### **SOL-E01. Impacto atmosférico**

Con el fin de evitar la dispersión lumínica se utilizarán modelos de luminarias que garanticen una máxima eficiencia en la iluminación del espacio que tenga que ser iluminado, y que prevean, asimismo, un correcto direccionamiento del haz luminoso.

No se prevé alumbrado.

#### **SOL-E02. Impacto atmosférico**

Se tendrá que prever la no afectación a otras actividades derivadas de posibles reflejos producidos por los paneles fotovoltaicos.

Los paneles fotovoltaicos no producen reflejos.

### 6.6. Áreas de protección de riesgo

#### **SOL-F01. Protección de riesgos**

Se evitará la afectación en zonas delimitadas como de protección de riesgo (por inundación, erosión, desprendimiento o incendio) en los instrumentos territoriales disponibles y confirmados en el ámbito local.

No existen APRs.

#### **SOL-F02. Inundaciones**

En caso de que se detecte un posible riesgo de inundación, se hará un estudio específico de inundabilidad que evalúe la no afectación de la instalación al régimen hídrico.

No se ha detectado riesgo de inundación, de todas maneras se plantea un retranqueo de 20 metros respecto a la zona sur de la parcela por donde pasa un cauce que desemboca al *Torrent de Vinagrella*.

#### **SOL-F03. Incendios forestales**

Se redactarán e implantarán los correspondientes planes de autoprotección de incendios forestales para las instalaciones ubicadas en zonas de riesgo de incendio forestal, se definirán los accesos y se garantizará la llegada y maniobra de vehículos pesados en los casos que lo requiera la normativa sectorial vigente.

No se ha detectado riesgo de incendio forestal. De todas maneras, las placas se situarán a 20 metros de distancia de la zona forestal que se encuentra al noroeste de la parcela.

### 6.7. Protección de las clases de suelo rústico de los PTI con interés natural o paisajístico, y de los corredores ecológicos

#### **SOL-G01. Espacios naturales protegidos**

Habrá que respetar los espacios naturales protegidos, y preservar los valores por los que el PTI ha designado como suelos de protección estos espacios, y minimizar también la afectación de las instalaciones en zonas que limiten con estos espacios.

Se respeta el espacio natural protegido que se encuentra en la zona norte de la parcela.

#### **SOL-G02. Corredores biológicos**

Se respetarán los corredores biológicos identificados y se minimizará la afectación negativa sobre estos.

No existe corredor biológico.

### 6.8. Hábitats de interés comunitario y especies protegidas

#### **SOL-H01. Habitats**

Se hará un análisis detallado de los hábitats presentes y su distribución, con el fin de adecuar la implantación de los módulos fotovoltaicos a la tipología y distribución de estos, y especialmente a la preservación de aquellos que sean de interés comunitario de carácter prioritario.

No existe hábitat de interés comunitario.

#### **SOL-H02. Flora**

Con respecto a las especies de flora protegidas, hará falta efectuar una inspección para determinar la presencia y efectuar un tratamiento esmerado para mantenerlas, o para garantizar el traslado a un vivero y su posterior restauración.

No se ha detectado flora protegida

#### **SOL-H03. Árboles singulares**

Habrá que garantizar la pervivencia de árboles singulares que se puedan localizar en el ámbito de actuación.

No hay árboles singulares.

#### **SOL-H04. Avifauna**

Se deberán tener en cuenta las características de las especies de avifauna presentes en la zona (o de rutas migratorias) puesto que hay especies que se ven atraídas por los reflejos de las instalaciones fotovoltaicas. En este sentido, habrá que tener en cuenta la función como hábitat de alimentación y reproducción para muchas especies que tienen ciertos espacios agrícolas.

- Se utilizarán placas con tecnología anti-deslumbramiento.
- No se utilizará en ningún caso vallas con alambre de espino, para evitar accidentes, se utilizará un tipo de vallado cinegético que permita el paso de fauna.
- El anclaje de las placas permitirá mantener la cubierta vegetal, manteniendo las características para la presencia de especies propias de espacios agrícolas.
- Se han previsto plantaciones perimetrales, que acatarán a modo de barrera visual y que favorecerán la presencia de fauna.

#### **SOL-H04. Nidificación**

Se tendrá en cuenta que estas instalaciones pueden ser elementos favorables a la nidificación de ciertas especies, hecho que puede suponer una mejora ambiental del entorno, especialmente si se localizan en espacios degradados.

Se han previsto plantaciones perimetrales, que acatarán a modo de barrera visual y que favorecerán la presencia de fauna.

### 6.9. Hidrología

#### **SOL-I01. Hidrología**

En la implantación de las instalaciones se respetarán los sistemas hídricos, las zonas húmedas y los acuíferos superficiales presentes en el ámbito.

Habrà que considerar los estudios hidrológicos con el fin de evitar, de forma general, la afectación a cursos de agua.

Habrà que estudiar con atención los pasos de ríos o pequeños torrentes con el objetivo de que se mantengan las características de los cauces naturales.

Se tiene que prever, si procede, una posible solución para la escorrentía de las aguas pluviales que no sea la realización de pozos de infiltración.

Se minimizarán las necesidades de impermeabilización del terreno, de acuerdo con la medida SOL-A03.

No se ha detectado riesgo de inundación, de todas maneras se plantea un retranqueo de 20 metros respecto a la zona sur de la parcela por donde pasa el Torrent de Vinagrella.

El terreno solo será impermeable en la ubicación de los edificios.

### 6.10. Bienes de interés cultural y bienes catalogados

#### **SOL-J01. Bienes de interés cultural y bienes catalogados**

Se preservarán los elementos catalogados en los inventarios del patrimonio, y se analizará la presencia de otros elementos que, a pesar de que no estén catalogados, presenten un interés

cultural (muros de piedra en seco, construcciones agrícolas, etc.) para garantizar la compatibilidad del proyecto con la preservación de estos elementos. Con respecto a las paredes secas, al margen de preservar las existentes, en caso de construir nuevas se tendrán que hacer con los materiales utilizados en la zona, integrados en el entorno y de acuerdo con el lugar. 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.

No existen bienes de interés cultural ni catalogados en la parcela.

## **7. OTRAS CONSIDERACIONES**

Las instalaciones a efectuar serán realizadas por personal competente, bajo la dirección de un instalador autorizado por la Dirección General de Industria y Energía de las Islas Baleares.

Los materiales serán de marca, homologados y de las características indicadas.

Aparte de las indicadas, se efectuarán las medidas correctoras que los servicios técnicos competentes consideren imprescindibles.

En todo lo referente a cuestiones de tipo técnico que se hubieran omitido en la Memoria ó Planos, se entenderá que se adaptan por completo a la vigente Reglamentación.

Previamente a las obras se redactará un plan de vigilancia ambiental.

Artà, julio 2020

Ingeniero técnico industrial: Jaume Sureda Bonnin  
COL: 700 C.O.E.T.I.B.

Ingeniero industrial: Fernando Peral Gutiérrez  
COL: 584 C.O.E.I.B.

PLIEGO DE CONDICIONES GENERALES

**INSTALACIÓN DE PARQUE  
FOTOVOLTAICO DE 1608,00 kW<sub>P</sub> Y 1.140,00  
kW “SON BORDILLS”**

**Polígono 4 - Parcelas 39 y 152; T.M. Inca; Illes Balears**

## 1. PLIEGO DE CONDICIONES.

### 1.1. CONDICIONES GENERALES

#### 1.1.1. NATURALEZA Y OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES

**Artículo 1º.-** El presente Pliego de Condiciones, como parte del proyecto tiene por finalidad regular la ejecución de las obras fijando los niveles técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación aplicable, al Promotor o dueño de la obra, al Contratista o constructor de la misma, sus técnicos o encargados, a la Dirección Técnica de las obras, así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

#### 1.1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA

**Artículo 2º.-** Integran el contrato los siguientes documentos relacionados por orden de prelación en cuanto al valor de sus especificaciones en caso de omisión o aparente contradicción:

- Las condiciones fijadas en el propio documento de contrato o empresa o arrendamiento de obra, si existiere.
- El presente Pliego de Condiciones particulares.
- El resto de la documentación de proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto).

Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al Proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

En cada documento, las especificaciones literales prevalecen sobre las gráficas y en los planos, la cota prevalece sobre la medida a escala.

### 1.2. CONDICIONES FACULTATIVAS

#### 1. DELIMITACIÓN DE FUNCIONES TÉCNICAS

##### DIRECCIÓN TÉCNICA

**Artículo 3º.-** La Dirección Técnica de las obras e instalaciones que comprende el presente proyecto, será llevada a cabo por cualquier técnico cualificado designado por la propiedad, que disponga como mínimo del título de grado medio.

Es atribución exclusiva del Técnico Director, la dirección facultativa de la obra, así como la coordinación de todo el equipo técnico que en ella pudiera intervenir. En tal sentido le corresponde realizar la interpretación técnica y económica del Proyecto, así como señalar las medidas necesarias para llevar a cabo el desarrollo de los trabajos, estableciendo las adaptaciones, detalles complementarios y modificaciones precisas para la ejecución de los trabajos. La autoridad del Técnico Director es plena; el incumplimiento del Proyecto, en los aspectos técnicos o legales podrá dar lugar a la renuncia del Técnico Director, si recabado su cumplimiento no se subsanase, dándose cuenta a la Administración que concedió la licencia y al Colegio Profesional correspondiente.

Son obligaciones específicas del Técnico Director:

- Establecer el plan de trabajo y adoptar soluciones oportunas en los casos imprevisibles que pudiera surgir.
- Fijar los precios contradictorios.
- Redactar certificaciones económicas de los trabajos realizados y las actas o certificados de comienzo y final de los trabajos.
- Inspección de la ejecución de los trabajos, realizando personalmente cuantas visitas sean necesarias, comprobando que se cumplen las hipótesis del Proyecto, así como control, organización y ejecución de los trabajos según el plan establecido.
- Vigilar el cumplimiento de las Normas y Reglamentos vigentes para este tipo de trabajo.
- Organizar la ejecución y utilización de las instalaciones provisionales, medios auxiliares y andamiajes a efecto de seguridad.

## CONSTRUCTOR

**Artículo 4º.-** Corresponde al Constructor:

- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y la observación de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- Suscribir con la Dirección Técnica, el acta de replanteo de la obra.
- Ostentar la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordinar las intervenciones de los subcontratistas.
- Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- Custodiar el Libro de órdenes y seguimiento de la obra, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- Facilitar a la Dirección Técnica, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Reparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el Promotor las actas de recepción provisional o definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

## **2. OBLIGACIONES Y DERECHOS GENERALES DEL CONSTRUCTOR O CONTRATISTA**

### VERIFICACIÓN DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

**Artículo 5º.-** Antes de dar comienzo a las obras, el constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario, solicitará las aclaraciones pertinentes.

#### PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

**Artículo 6º.-** El Constructor, a la vista del Proyecto de Ejecución conteniendo, en su caso, el Estudio de Seguridad y Salud, o Estudio Básico, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Coordinador de Seguridad nombrado por la Propiedad, o en su caso a la Dirección Facultativa de la obra.

#### OFICINA EN LA OBRA

**Artículo 7º.-** El Constructor habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado en la que puedan extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina tendrá siempre el contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos que en su caso redacte la Dirección Técnica.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencia.
- El Plan de Seguridad y Salud.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros mencionados en el artículo 5º j).

Dispondrá además el constructor una oficina para la Dirección Facultativa, convenientemente acondicionada para que en ella se pueda trabajar con normalidad a cualquier hora de la jornada.

#### REPRESENTACIÓN DEL CONTRATISTA

**Artículo 8º.-** El Constructor viene obligado a comunicar a la propiedad la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en cada momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del constructor según se especifica en el artículo 5º. El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará a la Dirección Facultativa para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

#### PRESENCIA DEL CONSTRUCTOR EN LA OBRA

**Artículo 9º.-** El Jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos, o encargados estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Técnica, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrándoles los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

## TRABAJOS NO ESTIPULADOS EXPRESAMENTE

**Artículo 10º.-** Es obligación de la contrata el ejecutar cuando sea necesario para la buena construcción aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga la Dirección Técnica dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

Se entenderá que requiere reformado de proyecto con consentimiento expreso de la propiedad, toda variación que suponga incremento de precios de alguna unidad de obra en más del 20 por 100, o del total del presupuesto en más de un 10 por 100.

## INTERPRETACIONES, ACLARACIONES Y MODIFICACIONES DE LOS DOCUMENTOS DEL PROYECTO

**Artículo 11º.-** Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes o instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al Constructor, estando este obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba de la Dirección Técnica.

Cualquier reclamación que en contra de las disposiciones tomadas por éstos crea oportuno hacer el Constructor, habrá de dirigirla dentro precisamente del plazo de tres días, a quien le hubiere dictado, el cual dará al constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

**Artículo 12º.-** El Constructor podrá requerir de la Dirección Técnica, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

## RECLAMACIONES CONTRA LAS ÓRDENES DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

**Artículo 13º.-** Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes e instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas a través del Ingeniero Director, ante la propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de orden técnico de la Dirección Facultativa, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Ingeniero Director, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

## RECUSACIÓN POR EL CONTRATISTA DEL PERSONAL NOMBRADO POR LA DIRECCIÓN TÉCNICA.

**Artículo 14º.-** El Constructor no podrá recusar a los Ingenieros Técnicos o personal encargado por la Dirección Técnica de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo precedente, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

## FALTAS DEL PERSONAL

**Artículo 15°.-** La Dirección Técnica, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o enturbien la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista par que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

**Artículo 16°.-** El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales con sujeción en su caso, a lo estipulado en el presente Pliego de condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

#### DESCRIPCIONES GENERALES RELATIVAS A LOS TRABAJOS A LOS MATERIALES Y A LOS MEDIOS AUXILIARES.

##### CAMINOS Y ACCESOS

**Artículo 17°.-** El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta.

La Dirección Técnica podrá exigir su modificación o mejora.

##### REPLANTEO.

**Artículo 18°.-** El Constructor iniciará las obras con el replanteo de las mismas en el terreno, señalando las referencias principales que mantendrán como base de ulteriores replanteos parciales. Dichos trabajos se considerarán a cargo del Contratista e incluido en su oferta.

El constructor someterá el replanteo a la aprobación de la Dirección Técnica y una vez que éste haya dado su conformidad preparará un acta preparada de un plano que deberá ser aprobada por el Ingeniero Director, siendo responsabilidad del Constructor la omisión de éste trámite.

#### COMIENZO DE LA OBRA Y RITMO DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

**Artículo 19°.-** El Constructor dará comienzo a las obras en el Plazo marcado en el Contrato, desarrollándolas en la forma necesaria par que dentro de los períodos parciales en aquel señalados queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto en el plazo exigido en el Contrato.

Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista dar cuenta a la Dirección Técnica del comienzo de los trabajos con, al menos, tres días de antelación.

#### ORDEN DE LOS TRABAJOS

**Artículo 20°.-** En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo en aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

#### FACILIDADES PARA OTROS CONTRATISTAS

**Artículo 21°.-** De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Contratista General deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a todos los demás Contratistas que intervengan en la obra. Ello sin

perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos.

En caso de litigio, ambos Contratistas estarán a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

#### AMPLIACIÓN DEL PROYECTO POR CAUSAS IMPREVISTAS O DE FUERZA MAYOR

**Artículo 22°.-** Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Ingeniero Director en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalzos o cualquier otra obra de carácter urgente, anticipando de momento este servicio, cuyo importe le será consignado en un presupuesto adicional o abonado directamente, de acuerdo con lo que se convenga.

#### PRÓRROGA POR CAUSA DE FUERZA MAYOR

**Artículo 23°.-** Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del Constructor, éste no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le otorgará una prórroga proporcionada para el cumplimiento de la contrata, previo informe favorable de la Dirección Técnica. Para ello, el Constructor expondrá, en escrito dirigido al Ingeniero, la causa que impide la ejecución o la marcha de los trabajos y el retraso que por ello se originaría en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

#### RESPONSABILIDAD DE LA DIRECCIÓN FACULTATIVA EN EL RETRASO DE LA OBRA

**Artículo 24°.-** El Contratista no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiesen proporcionado.

#### CONDICIONES GENERALES DE EJECUCIÓN DE LOS TRABAJOS

**Artículo 25°.-** Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entregue el Ingeniero Director al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el artículo 10.

#### OBRAS OCULTAS

**Artículo 26°.-** De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno al Ingeniero Director, otro al Promotor y el tercero al Contratista; firmados todos ellos por los tres. Dichos planos que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

#### TRABAJOS DEFECTUOSOS

**Artículo 27°.-** El constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las “Condiciones Generales y particulares de índole técnica” del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exima de responsabilidad el control que compete al Ingeniero Director, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de la obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el La Dirección Técnica advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción definitiva de la obra, podrá disponer que las partes defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata.

#### VICIOS OCULTOS

**Artículo 28º.-** Si la Dirección Técnica tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción definitiva, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que crea defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Promotor. Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

#### DE LOS MATERIALES Y DE LOS APARATOS SU PROCEDENCIA

**Artículo 29º.-** El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que la Memoria preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar a la Dirección Técnica una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

#### PRESETACIÓN DE MUESTRAS

**Artículo 30º.-** A petición de la Dirección Técnica, el Constructor le presentará las muestras de los materiales siempre con la antelación prevista en el Calendario de la Obra.

#### MATERIALES NO UTILIZABLES

**Artículo 31º.-** El Constructor, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en un lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Si no hubiese preceptuado nada sobre el particular, se retirarán de ella cuando así lo ordene la Dirección Facultativa, pero acordando previamente con el Constructor su justa tasación, teniendo en cuenta el valor de dichos materiales y los gastos de su transporte.

#### MATERIALES Y APARATOS DEFECTUOSOS

**Artículo 32º.-** Cuando los materiales, elementos de instalación o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en el exigida o, en fin. Cuando la falta de prescripciones formales de aquel, se reconociera o demostrara que no eran adecuados para su objeto, la Dirección Técnica dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los 15 días de recibir el constructor orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, podrá hacerlo la Propiedad cargando los gastos a la contrata. Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio de la Dirección Técnica, se recibirán pero con la rebaja del precio que aquel determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

#### GASTOS OCASIONADOS POR PRUEBAS O ENSAYOS

**Artículo 33°.-** Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras, serán de cuenta de al contrata.

Todo ensayo que no haya sido satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

#### LIMPIEZA DE LAS OBRAS

**Artículo 34°.-** Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que nos sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

#### OBRAS SIN PRESCRIPCIONES

**Artículo 35°.-** En la ejecución de trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

#### RECEPCIÓN DE INSTALACIONES, OBRAS Y ANEJAS

##### RECEPCIONES PROVISIONALES

**Artículo 36°.-** Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará la Dirección Técnica a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

Esta se realizará con la intervención de la propiedad, del Constructor y del Ingeniero Director de la Obra. Se convocará también a los restantes técnicos que, en su caso, hubiesen intervenido en la dirección con función propia en aspectos parciales o unidades especializadas.

Practicando un determinado reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallan en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra. Cuando las obras no se hallasen en estado de ser recibidas, se hará constar el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

Si el Constructor no hubiese cumplido, podrá declararse resuelto el contrato con pérdida de la fianza.

#### DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

**Artículo 37°.-** El Ingeniero Director facilitará a la Propiedad la documentación final de las obras, con las especificaciones y contenido dispuestos por la legislación vigente.

#### MEDICIÓN DEFINITIVA DE LOS TRABAJOS Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA

**Artículo 38°.-** Recibidas provisionalmente las obras, se procederá inmediatamente por la Dirección Técnica a su medición definitiva, con precisa asistencia del Constructor o de su representante. Se extenderá la oportuna certificación por triplicado que , aprobada por el Ingeniero Director con su firma, servirá para el abono por la Propiedad del saldo resultante salvo la cantidad retenida en concepto de fianza.

#### PLAZO DE GARANTÍA

**Artículo 39°.-** El plazo de garantía nunca deberá ser inferior a nueve meses. Se recomienda un plazo de garantía de 12 meses.

#### CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

**Artículo 40°.-** Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva, la guardería, limpieza y reparaciones causadas por el uso correrán a cargo del propietario y las reparaciones por vicios de obra o por defectos en las instalaciones, serán a cargo de la contrata.

#### RECEPCIÓN DEFINITIVA

**Artículo 41°.-** La recepción definitiva se verificará después de transcurrido el plazo de garantía en igual forma y con las mismas formalidades que la provisional, a partir de cuya fecha cesará la obligación del Constructor de reparar a su cargo aquellos desperfectos inherentes a la normal conservación de los edificios y quedarán sólo subsistentes todas las responsabilidades que pudieran alcanzarte por vicios de la construcción.

#### PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

**Artículo 42°.-** Si al proceder al reconocimiento para la recepción definitiva de la obra, no se encontrase ésta en las condiciones debidas, se aplazará dicha recepción definitiva y el Ingeniero Director marcará al Constructor los plazos y formas en que deberán realizarse las obras necesarias y, de no efectuarse dentro de aquellos, podrá resolverse el contrato con pérdida de la fianza.

#### RECEPCIONES DE TRABAJOS CUYA CONTRATA HAYA SIDO RESCINDIDA

**Artículo 43°.-** En el caso de resolución del contrato, el Contratista vendrá obligado a retirar, en el plazo que se fije por el Ingeniero Director, la maquinaria, medios auxiliares, instalaciones etc., a resolver los subcontratos que tuviese concertados y a dejar la obra en condiciones de ser reanudada por otra empresa.

Las obras y trabajos terminados por completo se recibirán provisionalmente con los trámites establecidos en el artículo 34. Transcurrido el plazo de garantía se recibirán definitivamente según lo dispuesto en los artículos 38 y 39 de este Pliego.

Para las obras y trabajos no terminados pero aceptables a juicio del Ingeniero Director, se efectuará una sola y definitiva recepción.

### 1.3. CONDICIONES ECONÓMICAS

#### PRINCIPIO GENERAL

**Artículo 44°.-** Todos los que intervienen en el proceso de construcción tienen derecho a percibir puntualmente las cantidades devengadas por su correcta actuación con arreglo a las condiciones contractualmente establecidas.

**Artículo 45°.-** La propiedad, el contratista, y en su caso, los técnicos pueden exigirse recíprocamente las garantías adecuadas al cumplimiento puntual de sus obligaciones de pago.

#### FIANZAS

**Artículo 46°.-** El Contratista prestará fianza con arreglo a alguno de los siguientes procedimientos, según se estipule:

- Depósito previo, en metálico o en valores, o aval bancario, por importe entre el dos por cien y el cuatro por ciento del precio total de contrata.
- Mediante retención en las certificaciones parciales o pagos a cuenta en igual proporción.

#### FIANZA PROVISIONAL

**Artículo 47°.-** En el caso de que la obra se adjudique por subasta pública, el depósito provisional para tomar parte en ella se especificará en el anuncio de la misma y su cuantía será de ordinario, y salvo estipulación distinta, de un dos por ciento como mínimo del total del presupuesto de contrata.

El Contratista a quién se haya adjudicado la ejecución de una obra o servicio para la misma, deberá depositar en el punto y plazo fijados en el anuncio de la subasta, la fianza definitiva que se señale y en su defecto, su importe será el cuatro por cien de la cantidad por la que se haga la adjudicación de la obra, fianza que puede constituirse en cualquiera de las formas especificadas en el apartado anterior.

El plazo señalado en el párrafo anterior, no excederá de treinta días naturales a partir de la fecha en que se le comunique la adjudicación, y dentro de el deberá presentar el adjudicatario la carta de pago o recibo que acredite la construcción de la fianza a que se refiere el mismo párrafo.

La falta de cumplimiento de este requisito dará lugar a que se declare nula la adjudicación, y el adjudicatario perderá el depósito provisional que hubiese hecho para tomar parte en la subasta.

#### EJECUCIÓN DE TRABAJOS CON CARGO A LA FIANZA

**Artículo 48°.-** Si el Contratista se negase a hacer por su cuenta los trabajos precisos para utilizar la obra en las condiciones contratadas, el Ingeniero Director, en nombre y representación del Propietario, los ordenará ejecutar a un tercero, o, podrá realizarlos correctamente por administración, abonando su importe con la fianza depositada, sin perjuicio de las acciones a que tenga derecho el Propietario, en el caso de que el importe de la fianza no bastare para cubrir el importe de los gastos efectuados en las unidades de obra que no fuesen de recibo.

#### DEVOLUCIÓN EN GENERAL

**Artículo 49°.-** La fianza retenida será devuelta al Contratista en un plazo que no excederá de treinta días una vez firmada el acta de recepción de la obra. La Propiedad podrá exigir que el Contratista le acredite la liquidación y finiquito de sus deudas causadas por la ejecución de la obra, tales como salarios, suministros, subcontratos...

#### DEVOLUCIÓN DE LA FIANZA EN EL CASO DE EFECTUARSE RECEPCIONES PARCIALES

**Artículo 50°.-** Si la Propiedad, con la conformidad del Ingeniero Director, accediera a hacer recepciones parciales, tendrá derecho el Contratista a que se le devuelva la parte proporcional de la fianza.

#### LOS PRECIOS

## COMPOSICIÓN DE LOS PRECIOS UNITARIOS

**Artículo 51º.-** El cálculo de los precios de las distintas unidades de obra es el resultado de sumar los costes directos, los indirectos, los gastos generales y el beneficio industrial.

Se considerarán gastos directos:

- La mano de obra, con sus pluses y cargos y seguros sociales, que intervienen directamente en la ejecución de la unidad de obra.
- Los materiales, a los precios resultantes a pie de obra, que queden integrados en la unidad de que se trate o que sean necesarios para su ejecución.
- Los equipos y sistemas técnicos de seguridad e higiene para la prevención y protección de accidentes y enfermedades profesionales.
- Los gastos de personal, combustible, energía, etc., que tengan lugar por el accionamiento o funcionamiento de la maquinaria e instalaciones utilizadas en la ejecución de la unidad de obra.
- Los gastos de amortización y conservación de la maquinaria, instalaciones, sistemas y equipos anteriormente citados.

Se consideran gastos indirectos:

- Los gastos de instalación de oficinas a pie de obra, comunicaciones, edificación de almacenes, talleres, pabellones temporales para obreros, laboratorios, seguros etc., los del personal técnico y administrativo adscrito exclusivamente a la obra y los imprevistos. Todos los gastos, se cifrarán en un porcentaje de los costes directos.
- Se consideran gastos generales:
- Los gastos generales de empresa, gastos financieros, cargas fiscales y tasas de la Administración, legalmente establecidas. Se cifrarán como un porcentaje de la suma de los costes directos e indirectos (en los contratos de obras de la Administración pública este porcentaje se establece entre un trece por cien y un diecisiete por cien).

Beneficio industrial:

- El beneficio industrial del Contratista se establece en el seis por cien sobre la suma de los costes directos y los indirectos.

Precio de ejecución material:

- Se denominará precio de ejecución material el resultado obtenido por la suma de los anteriores conceptos a excepción de los Gastos Generales y del Beneficio Industrial.

Precio de Contrata:

- El precio de Contrata es la suma de los costes directos, los indirectos, los Gastos Generales y el Beneficio Industrial.

El IVA gira sobre esta suma pero no integra el precio.

## PRECIOS CONTRADICTORIOS

**Artículo 52º.-** Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad por medio del Ingeniero Director decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las partidas, o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El Contratista está obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre la Dirección Técnica y el Contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos y en el plazo máximo de quince días

desde la notificación por escrito del cambio. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto, y en segundo lugar el banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

Los contradictorios que hubiese se referirán siempre a los precios unitarios de la fecha de contrato.

#### RECLAMACIONES DE AUMENTO DE PRECIOS POR CAUSAS DIVERSAS

**Artículo 53°.-** Si el Contratista antes de la firma del contrato, no hubiese hecho la reclamación u observación oportuna, no podrá bajo ningún pretexto de error u omisión reclamar aumento de los precios fijados en el cuadro correspondiente del presupuesto que sirva de base para la ejecución de las obras (con referencia a Facultativas).

#### FORMAS TRADICIONALES DE MEDIR O APLICAR LOS PRECIOS

**Artículo 54°.-** En ningún caso podrá alegar el Contratista los usos y costumbres del país respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas, que siempre estarán a lo previsto en el Pliego General de Condiciones particulares.

#### REVISIÓN DE LOS PRECIOS CONTRATADOS

**Artículo 55°.-** Contratándose las obras a riesgo y ventura, no se admitirá la revisión de los precios en tanto que el incremento no alcance, en la suma de las unidades que falten por realizar de acuerdo con el Calendario, un montante superior al tres por cien del importe total del presupuesto del Contrato.

Caso de producirse variaciones en alza superiores a este porcentaje, se efectuará la correspondiente revisión de acuerdo con la fórmula establecida en la Memoria.

No habrá revisión de precios de las unidades que puedan quedar fuera de los plazos fijados en el Calendario de la oferta.

#### ACOPIO DE MATERIALES

**Artículo 56°.-** El Contratista queda obligado a ejecutar los acopios de materiales o aparatos de obra que la propiedad ordene por escrito.

Los materiales acopiados, una vez abonados por el Propietario son, de la exclusiva propiedad de este; de su guardia y conservación será responsable el Contratista.

#### OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

**Artículo 57°.-** Se denominan “Obras por Administración” aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el propietario, bien por sí o por un representante suyo o bien por mediación de un constructor.

Las obras por administración se clasifican en las modalidades siguientes:

- Obras por administración directa.
- Obras por administración delegada o indirecta.

#### OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DIRECTA

**Artículo 58°.-** Se denominan “Obras por Administración Directa” aquellas en las que el Propietario por sí o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio Ingeniero Director, expresamente autorizado a estos efectos, lleve directamente las gestiones precisa para la ejecución de la obra, adquiriendo los materiales, contratando su transporte a la obra, y en suma interviniendo directamente en todas las operaciones precisas para que el personal y los obreros contratados por él puedan realizarla; en estas obras, el Constructor, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del propietario, ya sea por empleado suyo

o por autónomo empleado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Propietario y Contratista.

#### OBRAS POR ADMINISTRACIÓN DELEGADA O INDIRECTA

**Artículo 59°.-** Se entiende por “Obra por Administración delegada o indirecta” la que convienen un Propietario y un Constructor, para que éste, por cuenta de aquel y como delegado suyo, realice las cuestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son por tanto, características peculiares de la “Obras por Administración delegada o indirecta” las siguientes:

- Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del Constructor todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por sí o por medio del Ingeniero Director en su representación, el orden y la marcha de los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos, la elección de los materiales y aparatos que en los trabajos han de emplearse y, en suma, todos los elementos que crea preciso para regular la realización de los trabajos convenidos.
- Por parte del Constructor, la obligación de llevar la gestión práctica de los trabajos, aportando sus conocimientos constructivos, los medios auxiliares precisos, y en suma, todo lo que, en armonía con su cometido, se requiera para la ejecución de los trabajos, percibiendo por ello del Propietario un tanto por ciento prefijado sobre el importe total de los gastos efectuados y abonados por el Constructor.

#### LIQUIDACIÓN DE OBRAS POR ADMINISTRACIÓN

**Artículo 60°.-** Para la liquidación de los trabajos que se ejecuten por administración delegada o indirecta, regirán las normas que a tales fines se establezcan en las “ Condiciones particulares de índole económica” vigentes en la obra; a falta de ellas, las cuentas de administración las presentará el Constructor al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompañarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes todos ellos conformados por la Dirección Técnica:

- Las facturas originales de los materiales adquiridos para los trabajos y el documento adecuado que justifique el depósito o el empleo de dichos materiales en la obra.
- Las nóminas de los jornales abonados, ajustadas a lo establecido en la legislación vigente, especificando el número de horas trabajadas en la obra por los operarios de cada oficio y su categoría, acompañando a dichas nóminas una relación numérica de los encargados, capataces, jefes de equipo, oficiales y ayudantes de cada oficio, peones especializados y sueltos, listeros, guardas, etc., que hayan trabajado en la obra durante el plazo de tiempo a que correspondan la nóminas que se presentan.
- Las facturas originales a los transportes de materiales puestos en la obra o de retirada de escombros.
- Los recibos de licencias, impuestos y demás cargas inherentes a la obra que haya pagado o en cuya gestión haya intervenido el Constructor, ya que su abono es siempre de cuenta del Propietario.

A la suma de todos los gastos inherentes a la propia obra en cuya gestión o pago haya intervenido el Constructor se le aplicará, a falta de convenio especial, un ocho y medio por ciento, entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al Constructor originen los trabajos por administración que realiza y el Beneficio Industrial del mismo.

## ABONO AL CONSTRUCTOR DE LAS CUENTAS DE ADMINISTRACIÓN DELEGADAS

**Artículo 61°.-** Salvo pacto distinto, los abonos del Constructor de las cuentas de Administración delegada las realizará el Propietario mensualmente según los partes de trabajos realizados aprobado por el Propietario o por su delegado representante.

Independientemente, la Dirección Técnica redactará con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola de acuerdo al presupuesto aprobado.

Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al Constructor salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

## NORMAS PARA LA ADQUISICIÓN DE LOS MATERIALES Y APARATOS

**Artículo 62°.-** No obstante las facultades que en estos trabajos por Administración delegada se reserva el Propietario para la adquisición de materiales y aparatos, si al Constructor se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Propietario, o en su representación al Ingeniero-Director, los precios y las muestras de los materiales y aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

## RESPONSABILIDAD DEL CONSTRUCTOR EN EL BAJO RENDIMIENTO DE LOS OBREROS

**Artículo 63.-** Si de los partes mensuales de la obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el Constructor al Ingeniero-Director, éste advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en alguna de las unidades de obra ejecutada, fuesen notoriamente inferiores a los rendimientos normales generalmente admitidos para unidades de obra iguales o similares, se lo notificará por escrito al Constructor, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Ingeniero-Director.

Si hecha esta notificación al Constructor, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegasen a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia, rebajando su importe del ocho y medio por ciento que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al Constructor en la liquidaciones quincenales que preceptivamente deben efectuársele. En caso de no llegar ambas partes a un acuerdo en cuanto a los rendimientos de la mano de obra, se someterá el caso a arbitraje.

## RESPONSABILIDADES DEL CONSTRUCTOR

**Artículo 64°.-** En los trabajos de “Obras por Administración delegada”, el Constructor sólo será responsable de los defectos constructivos que pudieran tener los trabajos o unidades por él ejecutadas y también de los accidentes o perjuicios que pudieran sobrevenir a los obreros o terceras personas por no haber tomado las medidas precisas que en las disposiciones legales vigentes se establecen, en cambio y salvo lo expresado en el artículo 63 precedente, no será responsable del mal resultado que pudiesen dar los materiales y aparatos elegidos con arreglo a las normas establecidas en dicho artículo.

En virtud de lo anteriormente consignado, el Constructor está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

## VALORACIÓN Y ABONO DE LOS TRABAJOS

### FORMAS VARIAS DE ABONO DE LAS OBRAS

**Artículo 65°.-** Según la modalidad elegida para la contratación de las obras, el abono de los trabajos se efectuará así:

- Tipo fijo o tanto alzado total. Se abonará la cifra previamente fijada como base de la adjudicación, disminuida en su caso en el importe de la baja efectuada por el adjudicatario.

- Tipo fijo o tanto alzado por unidad de obra, cuyo precio invariable se haya fijado de antemano, pudiendo variar solamente el número de unidades ejecutadas.

Previa medición y aplicando al total de la diversas unidades de obra ejecutadas, el precio invariable estipulado de antemano para cada una de ellas, se abonará al Contratista el importe de las comprendidas en los trabajos ejecutados y ultimados con arreglo y sujeción de los documentos que constituyen el Proyecto, los que servirán de base para la medición y valoración de las diversas unidades.

- Tanto variable por unidad de obra, según las condiciones en que se realice y los materiales diversos empleados en su ejecución de acuerdo con las órdenes del Ingeniero-Director.

Se abonará al Contratista en idénticas condiciones que en caso anterior.

- Por listas de jornales y recibos de materiales, autorizados en la forma que el presente “Pliego Particular de Condiciones económicas” determina.
- Por horas de trabajo, ejecutado en las condiciones determinadas en el contrato.

## RELACIONES VALORADAS Y CERTIFICACIONES

**Artículo 66º.-** En cada una de las fechas o épocas que se fijen en el contrato, formará el Contratista una relación valorada de las obras ejecutadas durante los plazos previstos, según la medición que habrá realizado la Dirección Técnica.

Lo ejecutado por el Contratista en las condiciones preestablecidas, se valorará aplicando el resultado de la medición general, cúbica, superficial, lineal, señalados en el presupuesto para cada una de ellas, teniendo presente lo establecido en el presente “Pliego de Condiciones Económicas” respecto a mejoras o sustituciones de material y a las obras accesorias y especiales, etc. Al Contratista, que podrá presenciar las mediciones necesarias para extender dicha relación, se le facilitará por el Director de la Obra los datos correspondientes de la relación valorada, acompañándolos de una nota de envío, al objeto de que, dentro del plazo de diez días a partir de la fecha de recibo de dicha nota, pueda el Contratista examinarlos y devolverlos firmados con su conformidad o hacer, en caso contrario, las observaciones o reclamaciones que considere oportunas. Dentro de los diez días siguientes a su recibo, el Ingeniero-Director aceptará o rechazará las reclamaciones del Contratista si las hubiere, dando cuenta al mismo de su resolución, pudiendo éste, en el segundo caso, acudir ante el Propietario contra la resolución del Ingeniero-Director en la forma prevenida en el “Pliego de Condiciones Facultativas y Legales”.

Tomando como base la relación valorada indicada en el párrafo anterior, expedirá el Ingeniero-Director la certificación de las obras ejecutadas.

De su importe se deducirá el tanto por ciento que para la constitución de la fianza se haya preestablecido.

El material acopiado a pie de obra por indicación expresa y por escrito del Propietario, podrá certificarse hasta el setenta y cinco por ciento de su importe, a los precios que figuren en los documentos del Proyecto, sin afectarlos del tanto por ciento de contrata.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, dentro del mes siguiente al período a que se refieren, y tendrán el carácter de documento y entregas a buena cuenta, sujetas a las rectificaciones y variaciones que se deriven de la liquidación final, no suponiendo tampoco dichas certificaciones aprobación ni recepción de las obras que comprenden.

Las relaciones valoradas contendrán solamente la obra ejecutada en el plazo a que la valoración se refiere. En el caso de que el Arquitecto Director lo exigiera, las certificaciones se extenderán al origen.

#### MEJORAS DE OBRAS LIBREMENTE EJECUTADAS

**Artículo 67°.-** Cuando el Contratista incluso con la autorización del Director de la Obra, emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que el señalado en el Proyecto o sustituyese una clase de fábrica por otra que tuviese asignado mayor precio, o ejecutase con mayores dimensiones cualquier parte de la obra, o, en general, introdujese en ésta y sin pedírsela, cualquier otra modificación que no sea beneficiosa a juicio del Ingeniero-Director, no tendrá derecho, sin embargo, más que al abono de lo que pudiera corresponderle en el caso de que hubiese construido la obra con estricta sujeción a la proyectada y contratada.

#### ABONO DE TRABAJOS PRESUPUESTADOS CON PARTIDA ALZADA

**Artículo 68°.-** El abono de los trabajos presupuestados en partida alzada, se efectuará de acuerdo con el procedimiento que corresponda entre los que a continuación se expresan:

- Si existen precios contratados para unidades de obra iguales, las presupuestadas mediante partida alzada, se abonarán previa medición y aplicación el precio establecido.
- Si existen precios contratados para unidades de obras similares, se establecerán precios contradictorios para unidades con partida alzada deducidos de los similares contratados.
- Si no existen precios contratados para unidades de obra iguales o similares, la partida alzada se abonará íntegramente al Contratista, salvo el caso de que en el Presupuesto de la obra se exprese que el importe de dicha partida deba justificarse, en cuyo caso, el Ingeniero Director indicará al Contratista y con anterioridad a su ejecución, el procedimiento que ha de seguirse para llevar dicha cuenta, que en realidad será de Administración, valorándose los materiales y jornales a los precios que figuren en el Presupuesto aprobado o, en su defecto, a los que con anterioridad a la ejecución convengan las dos partes, incrementándose su importe total con el porcentaje que se fije en concepto de Gastos Generales y Beneficio Industrial del Contratista.

#### ABONO DE AGOTAMIENTOS Y OTROS TRABAJOS ESPECIALES NO CONTRATADOS

**Artículo 69°.-** Cuando fuese preciso efectuar agotamientos, inyecciones u otra clase de trabajos de cualquier índole especial u ordinaria, que por no estar contratados no sean de cuenta del Contratista, y si no se contratasen con tercera persona, tendrá el Contratista la obligación de realizarlos y satisfacer los gastos de toda clase que ocasionen, los cuales le serán abonados por el Propietario por separado de la contrata.

Además de reintegrar mensualmente estos gastos al Contratista, se le abonará juntamente con ellos el tanto por ciento del importe total que, en su caso, se acuerde con la Dirección Técnica.

#### PAGOS

**Artículo 70°.-** Los pagos se efectuarán por el Propietario en los plazos previamente establecidos, y su importe corresponderá precisamente al de las certificaciones de obra conformadas por el Ingeniero Director, en virtud de las cuales se verificarán aquéllos.

#### ABONO DE TRABAJOS EJECUTADOS DURANTE EL PLAZO DE GARANTÍA

**Artículo 71°.-** Efectuada la recepción provisional y si durante el plazo de garantía se hubieran ejecutado los trabajos cualesquiera, para su abono se procederá sí:

- Si los trabajos que se realicen estuvieran especificados en el Proyecto, y sin causa justificada no se hubieran realizado por el Contratista a su debido tiempo, y el Ingeniero Director exigiera su realización en el plazo de garantía, serán valorados a los precios que figuren en el Presupuesto y abonados de acuerdo con lo establecido en el Contrato.
- Si se han ejecutado trabajos precisos para la reparación de desperfectos ocasionados por el uso del edificio, por haber sido éste utilizado por el Propietario durante dicho plazo, se valorarán y abonarán a los precios del día, previamente acordados.
- Si se han ejecutado trabajos para la reparación de desperfectos ocasionados por deficiencia en la construcción o de la calidad de los materiales, nada se abonará por ellos al Contratista.

## INDEMNIZACIONES MUTUAS DEMORA DE LOS PAGOS

**Artículo 72°.-** Si el Propietario no efectuase el pago de las obras efectuadas, dentro del mes siguiente al que corresponde el plazo convenido, el Contratista tendrá además el derecho de percibir el abono de un cuatro y medio por ciento anual, en concepto de intereses de demora, durante el espacio de tiempo del retraso y sobre el importe de la mencionada certificación.

Si aún transcurrieran tres meses a partir del término de dicho plazo de un mes sin realizarse dicho pago, tendrá derecho el Contratista a la resolución del contrato, procediéndose a la liquidación correspondiente de las obras ejecutadas y de los materiales acopiados, siempre que estos reúnan las condiciones preestablecidas y que su cantidad no exceda de la necesaria para la terminación de la obra contratada o adjudicada.

No obstante lo anteriormente expuesto, se rechazará toda solicitud de resolución del contrato fundada en dicha demora de pagos, cuando el Contratista no justifique que en la fecha de dicha solicitud ha invertido en obra o en materiales acopiados admisibles la parte de presupuesto correspondiente al plazo de ejecución que tenga señalado en el contrato.

## VARIOS

### MEJORA Y AUMENTO DE OBRAS. CASOS CONTRARIOS

**Artículo 73°.-** No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el Ingeniero Director haya ordenado por escrito la ejecución de trabajos nuevos o que mejoren la calidad de los contratados, así como la de los materiales y aparatos previstos en el contrato. Tampoco se admitirán aumentos de obra en las unidades contratadas, salvo caso de error en las mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas, salvo caso de error en la mediciones del Proyecto, a menos que el Ingeniero Director ordene, también por escrito, la ampliación de las contratadas.

En todos estos casos será condición indispensable que ambas partes contratantes, antes de su ejecución y empleo, convengan por escrito los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos que todas estas mejoras supongan sobre el importe de las unidades contratadas.

Se seguirá el mismo criterio y procedimiento, cuando el Ingeniero Director introduzca innovaciones que supongan una reducción apreciable en los importes de las unidades de obra contratadas.

### UNIDADES DE OBRA DEFECTUOSAS PERO ACEPTABLES

**Artículo 74°.-** Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del Ingeniero Director de las obras, éste determinará el precio partida de abono después de oír al Contratista, el cual deberá conformarse con dicha resolución, salvo el

caso en que, estando dentro del plazo de ejecución, prefiera demoler la obra y rehacerla con arreglo a condiciones, sin exceder de dicho plazo.

#### SEGURO DE LAS OBRAS

**Artículo 75°.-** El Contratista estará obligado a asegurar la obra contratada durante todo el tiempo que dure su ejecución hasta la recepción definitiva, la cuantía del seguro coincidirá en cada momento con el valor que tengan por contrata los objetos asegurados. El importe abonado por la Sociedad Aseguradora, en el caso de siniestro, se ingresará en cuenta a nombre del Propietario, para que con cargo a ello se abone la obra que se construya, y a medida que ésta se vaya realizando. El reintegro de dicha cantidad al Contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción. En ningún caso, salvo conformidad expresa del Contratista, hecho en documento público, el Propietario podrá disponer de dicho importe para menesteres distintos del de reconstrucción de la parte siniestrada; la infracción de los anteriormente expuesto será motivo suficiente par que el Contratista pueda resolver el contrato, con devolución de la fianza, abono completo de gastos, materiales acopiados etc., y una indemnización equivalente al importe de los daños causados al Contratista por el siniestro y que no se le hubiesen abonado, pero sólo en proporción equivalente a lo que suponga la indemnización abonada por la Compañía Aseguradora, respecto a los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Ingeniero Director.

En las obras de reforma o reparación, se fijará n previamente la porción de edificio que debe ser asegurada y su cuantía, y si nada se prevé, se entenderá que el seguro ha de comprender toda la parte del edificio afectada por la obra. Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la póliza o pólizas de Seguros, los pondrá el Contratista, antes de contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de éste su previa conformidad o reparos.

#### CONSERVACIÓN DE LA OBRA

**Artículo 76°.-** Si el Contratista siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra en el plazo de garantía, en el caso de que el edificio no haya sido ocupado por el Propietario antes de la recepción definitiva, el Ingeniero Director, en representación del propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso par que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuera menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta de la contrata.

Al abandonar el Contratista el edificio, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución del contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el Ingeniero Director fije.

Después de la recepción provisional del edificio y en el caso de que la conservación del edificio corra a cargo del Contratista, no deberá haber en él más herramientas, útiles, materiales, muebles, etc., que los indispensables para su guardería y limpieza y para los trabajos que fuese preciso ejecutar.

En todo caso, ocupado o no el edificio, está obligado el Contratista a revisar y reparar la obra, durante el plazo expresado, procediendo en la forma prevista en el presente “Pliego de Condiciones Económicas”.

#### USO POR EL CONTRATISTA DE EDIFICIO O BIENES DEL PROPIETARIO

**Artículo 77°.-** Cuando durante la ejecución de las obras ocupe el Contratista, con la necesaria y previa autorización del Propietario, edificios o haga uso de materiales o útiles pertenecientes al mismo, tendrá obligación de repararlos y conservarlos para hacer entrega de ellos a la terminación del contrato, en perfecto estado de conservación, reponiendo los que se hubiesen utilizado, si derecho a indemnización por esta reposición ni por las mejoras hechas en los edificios, propiedades o materiales que haya utilizado.

En el caso de que al terminar el contrato y hacer entrega del material, propiedades o edificaciones, no hubiese cumplido el Contratista con lo previsto en el párrafo anterior, lo realizará el Propietario a costa de aquel y con cargo a la fianza.

#### **1.4. CONDICIONES LEGALES**

##### **NORMAS REGLAMENTOS Y DEMÁS DISPOSICIONES VIGENTES**

El Constructor está obligado a cumplir toda la reglamentación vigente tanto en lo referente a las condiciones de contratación laboral, seguridad y salud en el trabajo, así como a las técnicas a que se hace referencia en el Proyecto.

##### **NORMAS TECNOLÓGICAS DEL MINISTERIO DE LA VIVIENDA: NTE**

Cuando quede explicitado por el Ingeniero autor del Proyecto en los documentos del mismo el cumplimiento de las NTE, hecha referencia expresa a cuales de ellas hay que ajustarse, el Constructor está obligado a su exacto cumplimiento para lo cual recabará toda la información que sea necesaria del Ingeniero Director, no pudiendo en ningún caso alegar ignorancia por su incumplimiento.

##### **NORMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO**

Al Contratista o maestro ejecutor de las obras se le considera en conocimiento del REGLAMENTO NACIONAL DEL TRABAJO EN LAS INDUSTRIAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y OBRAS PÚBLICAS (Orden del Ministerio de trabajo de 11 de abril de 1946) del REGLAMENTO DE LA SEGURIDAD EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN (Órdenes de 20 de mayo de 1952 y 23 de septiembre de 1966), de la ORDENANZA DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO (Orden de 9 de marzo de 1971) y de la RESPONSABILIDAD GENERAL POR NEGLIGENCIAS EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN (Circular 5/65 de la Fiscalía del Tribunal Supremo) y de que viene obligado a cumplimentarlas y a tomar las medidas de seguridad necesarias para salvaguardar la integridad física de las personas, tanto integrantes de la obra como ajenas a ella.

##### **REGLAMENTACIÓN URBANÍSTICA**

La obra a construir habrá de atenerse a todas las limitaciones del Proyecto aprobado por los organismos competentes, y en especial a lo referente a volumen, alturas, emplazamiento, ocupación de solar, etc., de acuerdo con el P.G.O.U. Municipal.

Recordando que cualquier infracción puede ser sancionada de acuerdo con lo legislado en la Reforma de la Ley sobre Régimen del Suelo y Ordenación Urbana de 1976 y reglamentos correspondientes.

#### **1.5. CONDICIONES DE LOS MATERIALES Y LA EJECUCIÓN DE LA OBRA**

##### **1.5.1 CALIDAD DE LOS MATERIALES**

###### **AGUA**

El agua, tanto la de amasado como la de curado, empleadas en la confección de morteros y hormigones, habrán de cumplir con las condiciones exigidas en la “NORMA BASICA DE LA EDIFICACIÓN. INSTRUCCIÓN PARA EL PROYECTO Y LA EJECUCIÓN DE OBRAS DE HORMINGÓN EN MASA O ARMADO EN LA EDIFICACIÓN” (EHE-99)

###### **ARIDOS**

Los áridos empleados para la confección de mortero y hormigones cumplirán con las condiciones exigidas en EHE.

La arena deberá ser lavada y cribada, si fuera preciso preferentemente silicea o caliza, de rambla obtenida por machaqueo o molido, no conteniendo más de 1/10 de su peso en humedad. Su composición granulométrica será objeto de ensayo, igual que la grava o piedra partida, determinándose las proporciones de los distintos tamaños para cada clase de hormigones y la proporción de arena de rambla precisa si los áridos procedentes del machaqueo no dan las proporciones adecuadas

#### CEMENTO

El cemento será del tipo II-S-35-A y cumplirá con lo prescrito en el “PLIEGO GENERAL DE CONDICIONES PARA LA RECEPCIÓN DE COGLOMERANTES HIDRAULICOS”.

#### MORTEROS

Las dosificaciones y utilización de los distintos tipos de morteros de cemento empleados en el presente proyecto, se atenderá a lo siguiente:

- Mortero 1:3 (composición en volúmenes aparentes: una parte de cemento y tres parte de arena).

Se utilizará en la ejecución de enlucidos ordinarios.

- Mortero 1:6 (composición en volúmenes aparentes: una parte de cemento y seis partes de arena).

Se utilizará en la ejecución de fábricas de solados y de ladrillo.

- Mortero 1:7 (composición en volúmenes aparentes: una parte de cemento y siete partes de arena).

Se utilizará en formación de pendientes.

#### HORMIGONES

Las cantidades de áridos y aglomerados que se dan a continuación no prejuzgan sobre el rendimiento en volúmenes de la mezcla que no ha de ser obligatoriamente de un metro cúbico.

El Técnico Director de la obra variará los volúmenes de áridos sin modificar la cantidad de cemento hasta conseguir un metro cúbico de hormigón; las proporciones así obtenidas definen las mezclas que construirán los hormigones a emplear, no pudiendo reclamar el Contratista por este motivo alteraciones en los precios de dichas unidades de obra.

La dosificación base, resistencia mínima y consistencia de la mezcla y utilización correspondiente a los distintos hormigones que se considerarán en el presente proyecto, son las siguientes:

- Hormigón nº 1

Dosificación base:

- Doscientos cincuenta (250) kilogramos de cemento.
- Cuatrocientos veinticinco (425) litros de arena.
- Novecientos litros (900) de grava.
- Resistencia característica: ciento cincuenta (150) kilogramos/centímetro cuadrado.

- Consistencia: seco-plástica.
- Utilización: soleras.
- Hormigón nº 2
- Dosificación base:
  - Trescientos cincuenta (350) kilogramos de cemento.
  - Trescientos setenta y cinco (375) litros de arena.
  - Ochocientos cincuenta (850) litros de grava.
  - Resistencia característica: ciento ochenta (180) kilogramos/centímetro cuadrado.
  - Consistencia: plástica.
  - Utilización: para armar.

La resistencia características fijada para cada hormigón se entiende por rotura a compresión en probetas cilíndricas a los (28) veintiocho días.  
Los controles a realizar serán los prescritos en la EHE-99.

#### ARMADURAS

Deberán estar exentas de impurezas de fabricación; presentarán textura fina y granulada y carecerán de sopladuras.

Cumplirán lo prescrito en la EHE-99 y tendrán características de alta adherencia con límite elástico aparente superior a los 4.00 kg/cm<sup>2</sup> y alargamiento en rotura superior al diez por ciento (10%).

Los controles a realizar serán los prescritos en la EHE-99.

#### ACERO LAMINADO

El acero utilizado en las estructuras metálicas será del tipo a-42b, con un límite elástico  $\sigma = 2.600$  kp/cm<sup>2</sup> y demás características definitivas en la NBE-EA-95.

Se prescindirá de los ensayos de recepción del acero si el Contratista presenta al Técnico Director el certificado de garantía de la factoría siderúrgica.

En caso negativo, los ensayos se atenderán a lo dispuesto en el capítulo de la NBE-EA-95.

#### ELECTRODOS

Los electrodos para la soldadura, serán de alguna de las cantidades estructurales definidas en la Norma Española catorce mil tres (UNE-14.003) y el Contratista someterá a la dirección de obra, el electrodo propuesto.

#### TORNILLOS

Los tornillos, con sus tuercas y arandelas, que se utilicen se ajustarán en todas sus características a lo dispuesto en la norma NBE-EA-95.

#### PINTURAS

Todas las sustancias de uso general en pinturas deberán ser de la mejor calidad, y absoluta pureza.

Los colores reunirán las condiciones siguientes:

- Facilidad de extenderse y cubrir perfectamente las superficies a las que se aplique.
- Fijeza en su tinta.

- Facilidad de incorporarse al aceite, cola, etc.
- Insolubilidad en el agua.
- Ser inalterables por la acción de los aceites o de otros colores.
- Los aceites y barnices reunirán a su vez las siguientes condiciones:
- Ser inalterables por la acción del libre.
- Conservar la fijeza de los colores.
- Transparencia y brillo perfecto.

Los colores estarán bien molidos y serán mezclados con el aceite bien purificado y sin posos.

#### CARACTERÍSTICAS Y TRATAMIENTO DE LOS ELEMENTOS SIDERÚRGICOS

Los materiales siderúrgicos empleados serán de acero A-42b, estarán galvanizados con recubrimiento de Zinc de 0,61 Kg/m<sup>2</sup> como mínimo, debiendo ser capaces de soportar cuatro inmersiones en una solución de SO<sub>4</sub>Cu al 20% de una densidad de 1,18 a 18°C que el hierro quede al descubierto o coloreado parcialmente.

#### CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LOS ELEMENTOS DE AL INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Todo material, aparato o receptor a utilizar en esta instalación eléctrica, cumplirá, en lo que se refiere a condiciones de seguridad técnica, dimensiones y de calidad, lo determinado en las instrucciones del Reglamento de Baja Tensión, en el de Alta tensión y en el de Seguridad en Centrales Eléctricas y Centros de Transformación, así como lo especificado en las Normas de la compañía suministradora IBERDROLA, S.A. Asimismo, será marcado de un modo perdurable con la información sobre sus características técnicas, nombre y marca del fabricante.

El material eléctrico utilizado en la instalación deberá estar dotado de una protección adecuada que asegure su funcionamiento y cumplirá las prescripciones particulares establecidas en el reglamentación vigente.

#### CABLES

Los conductores instalados en las líneas serán de aislamiento en dieléctrico seco, de los descritos en la NI 56.40.02. Su sección será la indicada en la Memoria del proyecto.

#### CINTA DE IDENTIFICACIÓN DE CABLES Y AGRUPACIÓN

Las cintas empleadas para la identificación de cables será de material plástico de PVC.

Los tres conductores estarán marcados, selectivamente, con los colores blanco, rojo y azul, empleándose para mantener agrupados los cables la cinta de color negro.

Los colores serán nítidos, permitiendo una clara diferenciación entre ellos, y se mantendrán inalterados después de una larga permanencia en el fondo de la zanja.

#### BOTELLAS TERMINALES

Las botellas terminales serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto.

Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento del conductor.

Serán las indicadas por el fabricante, de acuerdo con su situación (interior, exterior, etc.) en donde queden colocadas.

Las características de las botellas terminales a instalar, serán las establecidas en las NI 56.80.02 y 56.80.03. Los conectores para terminales de AT serán los recogidos en la NI 56.86.01. En el caso de que los terminales sean enchufables, estarán de acuerdo con la NI 72-83.00.

#### **EMPALMES**

Los empalmes serán del tipo designado por el fabricante para la sección de los cables del proyecto.

Estarán de acuerdo con la naturaleza del aislamiento del conductor y cable a empalmar.

Las características de los empalmes a emplear, serán las recogidas en la NI 56.80.02 y 56.80.03, pudiendo ser empleados empalmes mixtos, en cables de diferentes aislamientos.

Los manguitos de unión para empalmes de AT se ajustarán a los descritos en la NI 58.10.11.

#### **SOPORTE PARA BOTELLAS TERMINALES**

Los soportes para las botellas terminales de los cables, tanto de columna como en el interior de C.C.T.T., serán de los tipos normalizados por la compañía suministradora.

#### **CONEXIONES**

Las conexiones de las botellas terminales a las instalaciones, se realizarán con conectores normalizados por la compañía suministradora.

#### **RECONSTRUCCIÓN DEL AISLAMIENTO EN LOS EMPALMES**

Las cintas vulcanizables y los canutos de papel empleados para la ejecución de los empalmes, serán de los tipos normalizados por la compañía suministradora y recomendados por el fabricante.

Las cintas serán las apropiadas para el tipo de aislamiento de los cables a empalmar.

#### **CINTAS DE RECUBRIMIENTO**

Las cintas de PVC para recubrimiento y protección de los empalmes o botellas terminales, tendrán la calificación de material normalizado por la compañía suministradora.

#### **CINTAS METÁLICAS FLEXIBLES**

Serán las indicadas por los fabricantes de las botellas terminales y empalmes.

Estarán de acuerdo con el tipo de aislamiento de los conductores.

#### **PUESTA A TIERRA DE PANTALLAS Y SOPORTES**

Las puestas a tierra de las pantallas de los cables en las botellas terminales, se realizarán con los herrajes apropiados, normalizados por la compañía suministradora.

#### **TORNILLERIA**

La tornillería será del paso, diámetro y longitud indicados en cada juego de terminales.

Estará protegida por una capa o cubierta antioxidante apropiada.

#### **ARENA PARA PROTECCIÓN DE CABLES**

La arena que se utilice para la protección de los cables, será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto y exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas.

Se utilizará indistintamente de mina o de río, siempre que reúna las condiciones establecidas anteriormente. Las dimensiones de los granos serán de tres milímetros como

máximo. Estará exenta de polvo, para lo cual o se utilizará arena con granos inferiores a 0,2 mm.

#### PLACAS DE PROTECCIÓN MECÁNICA DEL CABLE ELÉCTRICO

Las placas de protección mecánica del cable enterrado, serán de material plástico de PVC o polipropileno, del tipo PPC- V250/1000, normalizada por la compañía suministradora, cuyas características quedan recogidas en la NI 52.95.01.

Las placas quedarán asentadas y enlazadas en tramo continuo sobre la superficie del techo de arena.

#### CINTA DE ATENCIÓN A LA EXISTENCIA DE CABLE ELÉCTRICO

La cinta de atención/señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, serán de material plástico de PVC, impresa con el símbolo y texto característico de “Peligro de Muerte”. Se empleará la cinta tipo CP-15, cuyas características (color, anchura, etc) quedan recogidas en la NI 29.00.01.

#### TUBOS PARA CRUCES

Los tubos a emplear para cruces de calzadas, entrada y salida de cables en los CC.TT., así como para aquellos pasos en entradas a garajes de edificios, serán de polietileno de alta densidad, con doble pared, corrugados por el exterior y lisos por el interior, del tipo DECAPLAST TPC10, de 160 mm de diámetro, con un grado de protección mecánica IP-XX9.

Su superficie interior será lisa, no presentando rugosidades ni resaltes que impidan el deslizamiento de los cables.

Los tapones a emplear para aquellas que no se utilicen serán del tipo TPE-160, y en aquellos que alojen conductores, se taponarán los extremos mediante estopa cogida con espuma de poliuretano con aplicador AMEP.

#### HORMIGONES

Los hormigones serán prefabricados en plantas apropiadas y cumplirán las prescripciones establecidas en las EHE vigente en el momento de su aplicación.

El hormigón a utilizar en la reconstrucción de pavimentos de cruces de calzada, será del tipo HM-15, con una resistencia mínima de 150Dg/cm<sup>2</sup>, y el utilizado e la reconstrucción de aceras del tipo H-150, con una resistencia característica mínima de 150 kg/cm<sup>2</sup>.

El espesor reconstruido de las soleras de hormigón, será idéntico al existente, y como mínimo de 15 cm en aceras y 20 o 30 cm en cruces de calzadas, dependiendo de la vía.

El espesor del hormigón utilizado para cubrir los tubos en cruces, será el indicado en los planos de detalle de zanjas, dependiendo del número de tubos a disponer.

#### LOSAS HIDRAÚLICAS

Las losas empleadas en la reconstrucción de pavimentos de aceras, serán nuevas y tendrán una textura, lomo y tono de color al menos igual al pavimento a reponer o existente en la zona. Las losas, se dispondrán tomadas con mortero de cemento 1:6.

#### AGLOMERADOS ASFALTICOS

Los pavimentos de las capas de rodadura en calzadas, serán de las mismas características que los existentes en la zona a reponer, así como en cuanto a clases, aglomerados en caliente, frío, etc. El espesor a reponer será al menos igual al existente, disponiéndose un pequeño bombeo sobre el nivel del pavimento terminado, para corregir pequeños socabones.

## 1.5.2 NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### CANALIZACIONES

Para la buena marcha de la ejecución de las canalizaciones, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que hacer y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de empezar la excavación, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- El instalador, una vez en posesión del proyecto y antes de comenzar las excavaciones, deberá comprobar cuantas dificultades puedan surgir y si encuentra alguna anomalía con respecto al proyecto, lo comunicará a la Dirección de la Obra. Así mismo facilitará a la D.O. un listado con todos los materiales a emplear.
- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo.
- No se variará la situación ni las dimensiones de ninguna excavación sin antes ponerlo en conocimiento de la Dirección Técnica, para recabar su acuerdo o proponer entonces cuantas modificaciones sean necesarias realizar para la adaptación del proyecto a la realidad. Antes de comenzar el trabajo se limpiará el mantillo o capa de maleza y arbustos que puedan dificultar un buen replanteo.
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, fijándose en la existencia de las bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc., que normalmente se puedan apreciar por registros en la vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas para que señalen sobre el plano de planta del proyecto las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Antes de dar comienzo la obra, el constructor comunicará por escrito a ENDESA el nombre del Técnico responsable de la Dirección de Obra.
- ENDESA ejercerá en el transcurso de la obra las acciones y revisiones pertinentes para las comprobaciones del mantenimiento de las calidades empleadas.
- Una vez finalizada la obra se realizará por parte de ENDESA la correspondiente formalización de aceptación de las instalaciones, para su conexión y servicio, de acuerdo con las Normas Particulares de esa compañía. Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo la misma.

Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos de los edificios principales

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas, se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entubaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso. Se dejará, un paso de 60 cm. entre las tierras y las zanjas todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras a la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras, registros de gas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación, se precisará una autorización especial, señalizándose adecuadamente, de acuerdo con lo que establezca la Dirección Técnica.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuras, serán ejecutadas cruces de tubos de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Director de la Obra. Los cables podrán instalarse en los siguientes tipos de canalizaciones:

#### DIRECTAMENTE ENTERRADOS

Las canalizaciones se ejecutarán teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Que la canalización discurra por terrenos de dominio público bajo hacer, no admitiéndose su instalación bajo la calzada excepto en cruces, y evitando siempre ángulos muy pronunciados.
- El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo:
  - \* 10 veces el diámetro, en un cable tripolar
  - \* 15 veces el diámetro, en un cable unipolar
- Los radios de curvatura en operaciones de tendido serán como mínimo el doble de las veces indicadas anteriormente en su posición definitiva.
- Los cruces de calzada serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible y si el terreno lo permite. Cumplirán las condiciones que se indican para canalización entubada.
- Los cables se alojarán en zanjas de 1 m. de profundidad mínima y una anchura mínima de 0'45 m. que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

En el caso de disponerse más de un cable tripolar o terna de unipolares en la misma zanja, la separación mínima entre mazos será de 25 cm, tanto en proyección vertical como horizontal, y de 10 cm a los laterales de la zanja.

En caso de disponerse hasta tres cables o ternas de cables unipolares en un mismo plano, la anchura de la zanja aumentará hasta 1 metro como mínimo, y 25 cm por cada cable o terna situada en ese mismo plano.

En ningún caso los conductores quedarán a menos de 95 cm del pavimento terminado.

El lecho de la zanja deber ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocará una capa de arena de un espesor de 10 cm, sobre la que se depositará el cable o cables a instalar. Encima se depositará otra capa de arena de las mismas características, con un espesor mínimo de 25 cm, y sobre ésta se dispondrá una protección mecánica de placas cubrecables. Las dos capas de arena cubrirán la anchura total de la zanja. A continuación se procederá al rellano de la zanja, tendiendo una primera capa de 20 cm/e, de zahorra o tierras seleccionadas de la excavación, limpias y exentas piedras, cascotes, etc., o de clastos procedentes de la propia excavación en caso de tierras de sedimentación primaria, no siendo aceptables escombros o rellenos preexistentes. La compactación de esta primera capa se llevará a efecto con medios mecánicos en capas de 10 cm de espesor. Sobre esta capa se dispondrá de capas sucesivas del mismo material de relleno, así mismo compactado en las mismas condiciones, y a una distancia mínima de

10 a 30 cm. por debajo de la base del pavimento, se colocará la cinta de señalización y aviso de la presencia de cables eléctricos, del tipo normalizada.

Tanto la protección mecánica como la cinta de señalización, se colocará una por cada cable tripolar o terna de unipolares en marzo y dos hasta tres cables o mazos. Y por último se terminará de rellenar la zanja con el mismo material de relleno, procediéndose finalmente a reponer el pavimento, de aceras o calzadas.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arena, placas, así como el esponje normal del terreno, serán retiradas por el contratista y llevadas a vertedero. El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

### CANALIZACIÓN ENTUBADA

Este tipo de canalización se presupone, que el cable irá entubado en todo o en gran parte de su trazado.

Estarán constituidas por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja.

En caso de instalarse un cable unipolar por tubo, los tubos deberán ser de material amagnético.

El diámetro interior de los tubos será 1'6 veces el del cable, y como mínimo de 160 mm.

En cada uno de los tubos se instalará un solo circuito. Se evitará en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos en donde estos se produzcan, se dispondrán arquetas registrables o cerradas, para facilitar la manipulación.

La canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0'45 m., para la colocación de un tubo recto de 160mm de diámetro, y de 0'60 m. en el caso de 2 tubos, aumentándose ésta en función de los tubos a disponer.

Los tubos irán colocados en uno, dos o tres planos, y con una separación entre ellos de 2 cm., tanto en su proyección vertical como en horizontal, siendo la separación mínima entre tubos y paredes de zanja de 5 cm.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad de 100cm, tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo, en calzada.

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocarán de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja, y en toda su extensión, se colocará una solera de limpieza de 5 cm/e de hormigón H-150, sobre la que se depositarán los tubos dispuestos por planos. A continuación se procederá al relleno exterior de los tubos, y finalmente se colocará otra capa de hormigón H-175 con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento. Para este último caso, se utilizará hormigón ciclópeo H-17, evitando que se produzca discontinuidad del cimientado debido a la colocación de piedras. Si no ha y piedra disponible se utilizará hormigón H-175.

En las canalizaciones que la zona de relleno sea superior a los 80 cm., se dejará libre una zona de 10 a 30 cm que se rellenará de arena. El objeto de esta zona es servir de colchón y amortiguar las vibraciones.

Después se procederá a la reposición del pavimento, a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para cruzar zonas en las que no es posible abrir zanjas (ferrocarriles, carreteras de gran densidad de circulación, etc.), se utilizarán máquinas perforadoras "topos" de tipo

impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria.

### CANALIZACIÓN AL AIRE

Los cables subterráneos, ocasionalmente pueden ir instalados en pequeños tramos al aire (entradas a centros de transformación, apoyos de líneas aéreas, etc.). en estos casos, se deberá observar las mismas indicaciones que en las instalaciones directamente enterradas, por lo que se refiere al radio de curvatura y tensión de tendido. En cuanto al resto, se seguirá lo indicado en canalizaciones entubadas.

### CONDICIONES GENERALES PARA CRUZAMIENTOS, PROXIMIDADES Y PARALELISMOS.

Las instalaciones o tendidos de cables subterráneos deberán cumplir, además de los registros señalados en este Pliego, las condiciones que pudieran imponer otros Organismos Competentes afectados, como consecuencia de disposiciones legales, cuando sus instalaciones fueran afectadas por tendidos de cable subterráneos AT.

### CRUZAMIENTOS

Las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos, son las que se indican a continuación dependiendo de los siguientes casos:

- Con cables, camino y carreteras: En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las condiciones indicadas para canalizaciones entubadas. Los tubos irán a una profundidad mínima de 1 m. Siempre que sea posible, el cruce se hará perpendicular al eje del vial. El número mínimo de tubos, será de tres y en caso de varios cables o ternas de cables, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.
- Con ferrocarriles: Se considera como un caso especial el cruzamiento para ferrocarriles. Los cables se dispondrán tal y como se especifica para canalizaciones entubadas, cuidando que los tubos queden perpendiculares a la vía siempre que sea posible, y a una profundidad mínima de 1'30 m. respecto a la cara inferior de la traviesa. Los tubos rebasarán las vías férreas en 1'50 m. por cada extremo.
- Con otras conducciones de energía eléctrica: La distancia mínima entre cables de energía eléctrica será de 0'25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustible y de adecuada resistencia mecánica. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1m.
- Con cables de telecomunicaciones: La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicaciones será de 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en última lugar se separará mediante tubo o divisorias, constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 m.
- Con canalizaciones de agua y gas: Los cables de energía eléctrica se mantendrán a una distancia mínima de 25 cm. de este tipo de canalizaciones. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Se evitará el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o

gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unos y otros a una distancia superior a 1 m. del punto de cruce.

- Con conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar los cables por encima de los tubos de alcantarillado. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible, se pasará por debajo disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica.
- Con depósitos de carburante: Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distanciarán como mínimo 1'20 mts. del depósito. Los extremos de los tubos rebasarán al depósito en 2 m. por cada extremo.

## PARALELISMOS

Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurará evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones:

- Con otros cables de energía eléctrica: Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 25 cm. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica. La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1 m.
- Con otras canalizaciones de agua y gas: Se mantendrá una distancia mínima de 25 cm., con excepción de canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 Kg/cm<sup>2</sup>) en que la distancia será de 1m.

Cuando no puedan respetarse estas distancias, se adoptarán las siguientes medidas complementarias:

- Conducción de gas existente: se protegerá la línea eléctrica con tubo de PVC envuelto con 10 cm. de hormigón, manteniendo una distancia tangencial mínima entre servicios de 20 cm.
- Línea eléctrica existente con conducción de gas de alta presión: se recubrirá la canalización del gas con manta anti-roca interponiendo una barrera entre ambas canalizaciones formada por una plancha de acero; si la conducción del gas es de media/baja presión, se colocará entre ambos servicios una placa de protección de plástico.
- Si la conducción del gas es de acero, se dotará a la misma de doble revestimiento.

## ENTRONQUE AEREO-SUBTERRÁNEO.

En la unión del cable subterráneo con la línea aérea se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Debajo de la línea aérea se instalará un juego de cortacircuitos fusible-seleccionador de expulsión o seleccionadores unipolares de intemperie de las características necesarias, de acuerdo con la tensión y la nominal del cable. Así mismo se instalarán sistemas de protección contra sobretensiones de origen atmosférico a base de pararrayos de óxido metálico. Estos pararrayos se conectarán directamente a las

pantallas metálicas de los cables y entre sí, la conexión será lo más corta posible y sin curvas pronunciadas.

- A continuación de los seccionadores, se colocarán las cajas terminales de intemperie que corresponda a cada tipo de cable.
- El cable subterráneo, en su subida a la red aérea, irá protegido mecánicamente por un tubo de acero galvanizado o de PVC, de 125 mm de diámetro como mínimo, que se colocarán de forma que no dañen los cables y queden fijos a la columna, porte u obra de fábrica sin molestar al tráfico norma de la zona.

Los tubos se empotrarán en la cimentación del apoyo como mínimo 1 m., sobresaliendo por encima del nivel del terreno un mínimo de 3 m. En el tubo se alojarán las tres fases, y se sellarán convenientemente mediante capuchón de neopreno apropiado o mediante silicona neutra, de forma que no dañen la cubierta de los cables.

Los tramos de cable por encima de la protección mecánica serán engrapados convenientemente de manera que se repartan los esfuerzos sin dañar su cubierta de protección.

#### DERIVACIONES.

No se admitirán las derivaciones en T y en Y.

Las derivaciones de este tipo de líneas se realizarán desde las celdas de línea situadas en centros de transformación o reparto desde líneas subterráneas haciendo entrada y salida.

#### PUESTA A TIERRA DE CUBIERTAS METÁLICA.

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios (empalmes). Esto garantizará que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas, o que en el caso de un defecto a masa lejano, se evitará la transmisión de tensiones peligrosas, o con la finalidad de evitar que una tensión pueda provocar una perforación entre armaduras y tierra, con destrucción de la cubierta de protección, o entre armadura y pantalla con posible corrosión de alguna de ellas.

#### PROTECCIONES

##### *Protecciones contra sobreintensidades*

Los cables estarán protegidos contra los efectos térmicos y dinámicos que puedan originarse debido a las sobreintensidades que puedan producirse en la instalación.

Para la protección contra sobreintensidades se utilizarán interruptores automáticos colocados en el inicio de las que forme parte el cable subterráneo, teniendo en cuenta las limitaciones propias de éste.

##### *Protección contra sobreintensidades de cortocircuito*

La protección contra circuitos por medio de interruptores automáticos se establecerá de forma que la falta sea despejada en un tiempo tal, que la temperatura alcanzada por el conductor durante el cortocircuito no dañe al cable.

Las intensidades máximas de cortocircuito admisibles para los conductores y las pantallas correspondientes a tiempos de desconexión comprendidos entre 0'1 y 3 seg., serán las indicadas en el Norma UNE 20.435. Podrán admitirse intensidades de cortocircuito mayores a las indicadas en aquellos casos en que el fabricante del cable aporte documentación certificada y justificada convenientemente.

##### *Protección contra sobretensiones*

Los cables aislados deberán estar protegidos contra sobretensiones por medio de dispositivos adecuados, cuando la probabilidad e importancia de las mismas así lo aconsejen.

Par ello se utilizará, como regla general, pararrayos de óxido metálico, cuyas características estarán en función de las probables intensidades de corriente a tierra que puedan preverse en caso de sobretensión. Deberán cumplir también en lo referente a coordinación de aislamiento y puesta a tierra de autoválvulas, lo que se establece en las MIE-RTA 12 y MIE-RAT-14, respectivamente.

## TENDIDO Y LEVANTADO DE CABLES.

### *Tendido de cables en zanja abierta*

#### Manejo y preparación de bobinas

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad del tendido; en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay mucho pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso de cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas, con el fin de que las espirales de los dos tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

### *Tendido de cables*

Los cables deben ser siempre desenrollados y puesto en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc., y teniendo siempre presente que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro, durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro, una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mm<sup>2</sup> de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruidos de forma que no pueda dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de 20 veces el diámetro del cable.

Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras. No se permitirá desplazar el cable lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano.

La zanja, en toda su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm de arena fina, en el fondo, antes de proceder al tendido del cable. No se dejará nunca el cable tendido en

una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 25 cm de arena fina y la protección mecánica del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas, y, si tiene aislamiento de plástico, el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente. Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata tendrá las señas de los servicios públicos, así como su número de teléfono, por si tuviera, él mismo, que llamar comunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, se está expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originará un arrastre de la arena que sirve de lecho a los cables. En este caso, si es una talud, se deberá hacer la zanja al bien de la misma, para disminuir la pendiente y, de no ser posible, conviene que en esa zona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones, centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja, utilizando para ello cada metro y medio, cintas adhesivas con números o letras de colores distintos para cada circuito, lo cual facilitará el reconocimiento de estos cables, que además no deben cruzarse en todo el recorrido entre dos C.T.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares, formando ternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables, o mazos de cables, no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- Cada metro y medio serán colocadas por fase una, dos o tres vueltas de cinta adhesiva y permanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3, cuando se trate de cables unipolares, y, además, con un color distinto para los componentes de cada terna de cables o circuito, procurando que el ancho de las vueltas o fajas de los cables pertenecientes a circuitos distintos sean también diferentes, aunque iguales para los del mismo circuito. Los colores a utilizar será azul, blanco y rojo.
- Cada metro y medio, envolviendo cada terna de cables unipolares, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesiva y permanente de un color distinto para cada circuito, procurando, además, que el ancho de la faja sea distinto en cada uno. El color de la cinta será negra.

#### *Montaje de cables de media tensión*

En estos montajes se tendrán un cuidado especial en el cable de Al, y sobre todo en lo que se refiere a la colocación de las arandelas elásticas y la limpieza de las superficies de contacto, que se realizará cepillando con carda el acero del cable, previamente

impregnado en grasa neutra o vaselina, para evitar la formación instantánea de alúmina. Los empalmes, derivaciones, terminales, etc., se harán siempre siguiendo las normas de Iberdrola, o en su defecto, por las publicaciones de los fabricantes de los cables o accesorios.

### *Empalmes*

Se ejecutarán de los tipos denominados reconstituidos, cualquiera que sea el aislamiento del cable: papel impregnado, polímetro, plástico, etc.

Para su confección se seguirán las normas dadas por Iberdrola o, en su defecto, por las publicaciones dadas por el fabricante del cable o de los empalmes.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado de no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueras. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no con tijeras, navajas, etc.

En los cables de aislamiento seco, sobre todo los de aislamiento de goma, se prestará especial atención a la limpieza de los trozos de cinta semiconductor, pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de una deficiencia pueden originar el fallo del cable en servicio.

En la ejecución de empalmes en cables de media tensión con aislamiento en papel impregnado, se tendrá especial cuidado en la curvatura de las fases, realizándola lentamente para dar tiempo al desplazamiento del cable y no sobrepasando en ningún punto el radio de curvatura.

Se procurará, a ser posible, no efectuar ningún cruce de fases, y en el caso de ser indispensable, se extremarán las precauciones al hacer la curvatura. Al limpiar los conductores no se destruirá el papel semiconductor que los envuelve en las zonas en que halla de conservarse.

Los manguitos para la unión de los conductores será de los indicados por el fabricante, y aceptados por Iberdrola, y su montaje se realizará con las técnicas y herramientas que indique, teniendo la precaución de que durante la maniobra del manguito no se deteriore el aislamiento primario del conductor. Durante la ejecución de un empalme se lavará la zona afectada con la mezcla aislante, que tendrá las características y temperatura que indique el fabricante, para eliminar la humedad y los restos de partículas, papel, plomo, etc., que se forman durante su ejecución. Esta operación se ejecutará con la frecuencia necesaria.

### *Botellas terminales*

Se realizarán las del tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su instalación las instrucciones y normas del fabricante, y las indicaciones que se dan a continuación:

En la ejecución de los terminales, tanto en cables con aislamiento de papel impregnado como seco, se pondrá especial cuidado en limpiar escrupulosamente la parte del aislamiento de la que se ha quitado la capa semiconductor. Un residuo de barniz, cinta o papel semiconductor es un defecto grave.

Los elementos que controlan el gradiente del campo serán los indicados por el fabricante y se realizarán con las técnicas y herramientas adecuadas.

En los terminales rellenos de mezcla aislante, esta tendrá las características y temperatura de vertido indicadas por el fabricante.

Así mismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel y la limpieza de los trozos de cinta semiconductor.

#### *Herrajes y conexiones*

Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en los centros de transformación como en las torres metálicas, y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cables.

Las conexiones de los terminales con seccionadores o interruptores serán de vanos cortos, siempre menores de 1'50 m. Los puntos de apoyo de las varillas estarán a una distancia suficiente para que las fuerzas electrodinámicas que puedan producirse por un cortocircuito en una zona próxima al lugar de su establecimiento, no produzcan una deformación permanente.

La sección de los conductores de conexión será normalizada y nunca inferior a la sección del conductor de línea.

Cuando se emplee carilla rígida en la conexión, esta será de cobre y de un diámetro no menor de 8 mm.

En las uniones de terminales a seccionadores o interruptores, se emplearán preferentemente conexiones flexibles en los casos en que sean de temer vibraciones perjudiciales debidas a las maniobras de apertura y cierre de los aparatos.

Las conexiones de los terminales se realizarán mediante tornillos, tuercas, arandelas, etc., normalizados, que estarán apretados correctamente.

#### *Toma de tierra de pantalla y herrajes*

Las pantallas de los cables se conectarán a tierra, tanto a la red de tierra de herrajes de los CT como a la estructura metálica de los apoyos, con conductores que tengan como mínimo una sección eléctricamente equivalente a la de las pantallas de los cables.

La conexión a los terminales se realizará en los puntos y con los métodos indicados por los fabricantes.

Los herrajes soporte de los terminales en los CT se conectarán asimismo a la red de tierra de los herrajes. Los conductores de conexión serán de varilla de Cu de 8 mm o cables o trenzas de sección equivalente.

#### **FACILIDADES PARA LA INSPECCIÓN**

El instalador proporcionará al Técnico Director toda clase de facilidades para poder practicar los reconocimientos y pruebas de los materiales y de su preparación, o para llevar a cabo la vigilancia e inspección de la mano de obra y todos los trabajos, con objeto de comprobar el cumplimiento de las condiciones establecidas en el presente Pliego, permitiendo el acceso a todas partes, incluso a las fábricas y talleres en que se produzcan los materiales o se realicen trabajos para las obras.

#### **ENSAYOS Y RECONOCIMIENTOS VERIFICADOS DURANTE LA EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Los ensayos y reconocimientos verificados durante la ejecución de los trabajos, no tienen otros caracteres que el de simples antecedentes para la recepción. Por consiguiente, la admisión de materiales o piezas antes de la recepción, no atenúa las obligaciones de subsanar o reponerse que el instalador contrae si las instalaciones resultasen inceptuales, parcial o totalmente en el acto de reconocimiento final de la recepción.

#### **PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

Los materiales, aparatos, máquinas o conjuntos, que se utilicen en las instalaciones de MT, cumplirán las normas, especificaciones técnicas y homologaciones que les sean de aplicación, y en especial aquellas como de obligado cumplimiento dictadas por el Ministerio de Industria y Energía. Cuando no esté dictada alguna norma que afecte a algún aparato en concreto, el proyectista propondrá la norma o especificación cuya aplicación considere oportuna, de acuerdo por semejanza con aquellas aprobadas.

Las pruebas y ensayos a que será sometida la línea MT una vez terminada su fabricación serán las siguientes:

- Verificación de cableado.
- Verificación del grado de protección.
- Cada aparato llevará una placa de características con los siguientes datos:
- Nombre del fabricante.
- Tipo de aparamenta y número de fabricación.
- Año de fabricación.
- Tensión nominal.
- Intensidad nominal.
- Intensidad nominal de corta duración.
- Frecuencia nominal.

#### CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y deben disponerse las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Por el titular de la instalación se llevará a cabo un contrato de mantenimiento de la instalación de A.T., de acuerdo con la Orden de 8 de marzo de 1.996 de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo de la C.A. de Murcia, sobre mantenimiento de instalaciones Eléctricas de Alta Tensión.

Se deberá realizar una inspección periódica, en los términos establecidos en el contrato de mantenimiento, al menos, cada tres años, debiendo recogerse los datos obtenidos como resultado de la inspección en un libro registro de actas de mantenimiento.

#### CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Proyecto, firmado por un técnico competente.
- Autorización administrativa de la obra.
- Certificado de resistencia de puesta a tierra de apoyos, emitido por una empresa homologada.
- Certificado de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la Compañía suministradora.

#### LIBRO DE ORDENES

Durante la ejecución de los trabajos, se llevará un Libro de Órdenes y Asistencias, donde se irán anotando las incidencias surgidas durante la realización de la obra, así como las órdenes que el Director Técnico de la Obra estime necesarias para la ejecución de la misma.

#### DISPOSICIÓN FINAL

En todo aquello que no se haya concretamente especificado en este Pliego de Condiciones, el Constructor o Instalador se atenderá a lo dispuesto por la Normativa y Reglamentación vigente para la Contratación y Ejecución de obras del Estado y Eléctrica, con rango jurídico superior.

Artà, julio 2020

Ingeniero técnico industrial: Jaume Sureda Bonnin  
COL: 700 C.O.E.T.I.B.

Ingeniero industrial: Fernando Peral Gutiérrez  
COL: 584 C.O.E.I.B.

**ESTUDIO SEGURIDAD E HIGIENE**

**INSTALACIÓN DE PARQUE  
FOTOVOLTAICO DE 1608,00 kW<sub>P</sub> Y 1.140,00  
kW “SON BORDILLS”**

**Polígono 4 - Parcelas 39 y 152; T.M. Inca; Illes Balears**

## **1. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

### **1.1. JUSTIFICACIÓN**

El real decreto 1.627/1997 de 24 de octubre, por lo que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, establece en el apartado 2 del Artículo 4 que en los proyectos de obra no incluidos en los supuestos previstos en el apartado 1 del mismo artículo, el promotor está obligado a que en la fase de redacción del proyecto se elabore un Estudio Básico de seguridad.

En la obra objeto del presente proyecto, se dan los siguientes supuestos:

- a) El volumen de la mano de obra estimada es inferior a 500 trabajadores-día (suma de los días de trabajo del total de los trabajadores en la obra).
- b) No es una obra de túneles, galerías, conducciones subterráneas o presas.

Como no se da ninguno de los supuestos previstos en el Apartado 1 del artículo 4 del R.D. 1627/1997, se redacta el presente ESTUDIO BASICO DE SEGURIDAD Y SALUD.

### **1.2. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

Conforme se especifica en el apartado 2 del artículo 6 del R.D. 1627/1997, el estudio Básico deberá precisar:

- Las normas de salud y seguridad aplicables en la obra.
- La identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias.
- Relación de los riesgos laborales que no pueden eliminarse conforme a lo señalado anteriormente, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir riesgos valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas (en su caso, se tendrá en cuenta cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en las mismas y contendrá medidas específicas relativas a los trabajos incluidos en uno o varios de los apartados del Anexo II del Real Decreto).
- Previsiones e informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

### **1.3. DATOS DEL PROYECTO DE LA OBRA Y HOSPITALES CERCANOS**

Proyecto: Instalación de parque fotovoltaico de 1.608,00kWp y 1.140,00kW "Son Bordills".

Situación: Polígono 4 – Parcelas 39 y 152. T.M. de Inca. Illes Balears  
Promotor: Energia Son Bordills S.L (B-16.655.938)

El Hospital más próximo es el Hospital Comarcal de Inca situado en Ctra. Vella de Llubí, s/n 07300, Inca.

Así mismo los centros de salud más cercanos son:

- CS Es Blanquer Inca: C/ Castell de Bellver, s/n, 07300 Inca, Illes Balears. 971 50 26 34
- CS Es Pla Sineu: Carrer de Bernardí Font, 1, 07060 Sineu, Illes Balears

- CS Marines Muro: Av. De Santa Catalina Thomàs 16, 07039 Muro Illes Balears
- CS Torrent de Sant Miquel – Sa Pobla: C/ Traginers 119, 07420 Sa Pobla, Illes Balears

## **2. NORMAS DE SEGURIDAD APLICABLES EN LA OBRA**

- Ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborables.
- Real decreto 485/1997 de 14 de abril, sobre Señalización de Seguridad en el trabajo.
- Real decreto 486/1997 de 14 de abril, sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real decreto 487/1997 de 14 de abril, sobre Manipulación de cargas.
- Real decreto 773/1997 de 30 de mayo, sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1997 de 17 de enero, Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real decreto 1215/1997 de 18 de julio, sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre, por lo que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras en construcción.
- Estatuto de los trabajadores (Ley 32/1984, Ley 11/1994).
- Ordenanza de Trabajo de la Construcción, Vidrio y Cerámica.

## **3. DATOS Y DESCRIPCION DE LA OBRA:**

El presente Estudio de Seguridad y Salud se redacta a utilizar durante la ejecución de las obras de baja y alta tensión para evacuación de energía de la instalación fotovoltaica conectada a red de 1.140,00kW.

En cuanto a la Baja tensión, se llevará a cabo la instalación de los paneles fotovoltaicos sobre estructura metálica, su interconexión en baja tensión, la instalación de los inversores.

En cuanto a Media Tensión (Alta Tensión). Se instalará 1 centro de transformación prefabricados, una red de media tensión, un CMM y un poste de conversión aéreo subterránea C2000-14

- Plazo de ejecución previsto: 6 meses.
- Mano de obra prevista: como máximo 50 operarios.

## **4. IDENTIFICACION DE RIESGOS Y PREVENCION DE LOS MISMOS.**

### **4.1. Fase de montaje-estructura y montaje-panel**

Para la fase de montaje de la estructura encima de la cubierta se tendrán en cuenta las cerchas de la propia cubierta de la nave, los anclajes de la estructura se situará sobre éstas debido a su mayor resistencia a esfuerzos, una vez ensamblada las guías con los agujeros realizados previamente se procederá a la colocación de la estructura mediante tortillería.

Se Utilizará:

- Camión grúa para la descarga del material.
- Plataforma elevadora para el acceso de los operarios así como de material.

Las medidas se adecuarán a las normas GESA, se llevará a cabo mediante maquinaria apropiada.

El trazado y medidas de la zanja se adecuarán en todo momento a las posibles interferencias como cruces o paralelismos con otros servicios, a fin de conseguir las distancias mínimas de cruzamiento y paralelismo.

Se señalizará el recorrido del cable con una cinta de peligro eléctrico a 30cm como mínimo de los conductores, el acabado de la zanja, la parte visible superior tendrá el mismo aspecto que el resto de terrenos circundantes.

\*Riesgos:

Riesgos más comunes:

- caídas a distinto nivel (personas, máquinas o materiales)
- atropellos, colisiones y falsas maniobras de la maquinaria de movimiento de tierras.
- contactos eléctricos: directos o indirectos.

\*Prevención:

- Se prohibirá el acopio de material encima de la cubierta, no se realizarán grandes acopios de material.
- El material se irá subiendo a la plataforma a medida que se vaya utilizando el colocado encima de esta, a fin de no sobrecargar la plataforma ni las bandejas de acceso.

Las maniobras de cargas a camiones serán dirigidas por el encargado, capataz o vigilante de seguridad.

Se prohíbe el paso de material a través de la cubierta, salvando las distintas irregularidades de la cubierta.

Los operarios situados encima de la cubierta irán en todo momento sujetos por el arnés de seguridad.

Se depositará el material excedente encima de la plataforma elevadora para su posterior reciclaje.

\*Prendas de protección Personal:

- Casco de polietileno
- Botas de seguridad impermeables
- Trajes impermeables para días lluviosos
- Arnés de seguridad para la sujeción.
- Guantes de goma o P.V.C.

#### **4.2. Fase de conexionado eléctrico.**

Instalación eléctrica

\*Riesgos:

En el caso de la electricidad debemos tener en cuenta los riesgos durante la instalación y los de la conexión.

- Electrocución o quemaduras producidas por mala protección de cuadros eléctricos, maniobras incorrectas en la aparamenta.
- Incendio por instalación incorrecta
- Instalación:
  - cortes, pinchazos, quemaduras
  - contacto eléctrico directo o indirecto

Prevención de riesgos.

Electricidad:

- Aislamiento eléctrico de herramientas y reposición inmediata en caso de deterioro.
- Para evitar electrocución, durante la instalación la última conexión se realizará desde el cuadro general al de la Compañía suministradora.
- Antes de conectar a la red general se avisará al personal, para evitar accidentes y se habrán comprobado con anterioridad empalmes, protección aislante sin defectos
- Los cuadros eléctricos serán de PVC, aislantes eléctricos y cumplirán la norma UNE 2202324, se situarán sobre pies derechos firmes y poseerán tomas de corriente para conexión normalizada a la intemperie.
- Todas las líneas para maquinaria provisional estarán protegidas por interruptores diferenciales de alta o media sensibilidad, según RAT.

#### 4.3. Movimientos de tierra

RIESGOS MAS FRECUENTES	MEDIDAS PREVENTIVAS	PROTECCIONES INDIVIDUALES
Caídas de operarios mismo nivel	Talud natural del terreno	Casco de seguridad
Caídas de operarios interior de la excavación	Entibaciones	Botas y calzado de seguridad
Caídas de objetos sobre operarios	limpieza de bolos y viseras	Botas de seguridad impermeables
Caídas de materiales transportados	Apuntalamientos y apeos	Guantes de lona y piel
Choques o golpes contra objetos	Achique de aguas	Guantes impermeables
Atrapamiento y aplastamiento por partes móviles de maquinaria	Barandillas en borde de excavación	Gafas de seguridad
Atropellos, colisiones, alcances vuelcos de maquinaria	Tableros o planchas en huecos horizontales	Protectores auditivos
Lesiones y/o cortes en manos	Separación tránsito de vehículos y operarios	Cinturón de seguridad
Sobreesfuerzos	No estar en radio de maq.	Ropa de trabajo
Ruido, contaminación acústica	Avisadores ópticos y acústicos en maq.	Traje de agua
Vibraciones	Protección partes móviles maq.	
Ambiente pulvígeno	Cabinas y pórticos de seguridad	
Cuerpos extraños en los ojos	No acopiar materiales junto a borde excavación	

Contactos eléctricos directos e indirectos	Conservación vías circulación	
Ambiente pobres en oxígeno	Vigilancia edificios colindantes	
Inhalación de sustancias tóxicas	No estar frente excavación	
Ruinas, hundimientos, desplomes	Distancia de seguridad a líneas eléctricas	
Condiciones metereológicas adversas		
Trabajos en zonas húmedas o mojadas		
Problemas de circulación interna de vehículos y maquinaria		
Desplomes, desprendimientos, hundimientos del terreno		
Contagios por lugares insalubres		
Explosiones e incendios		
Derivados acceso lugar de trabajo		

#### 4.4. Cimentación y Estructuras

RIESGOS MAS FRECUENTES	MEDIDAS PREVENTIVAS	PROTECCIONES INDIVIDUALES
Caídas de operarios mismo nivel	Marquesinas rígidas	Casco de seguridad
Caídas de operarios interior de la excavación	Barandillas	Botas y calzado de seguridad
Caídas de operarios al vacío	Pasos o pasarelas	
Caídas de objetos sobre operarios	Redes verticales	
Caídas de materiales transportados	Redes horizontales	Guantes de lona y piel
Choques o golpes contra objetos	Andamio de seguridad	Guantes impermeables
Atrapamiento y aplastamiento por partes móviles de maquinaria	Mallazos	Gafas de seguridad
Atropellos, colisiones, alcances vuelcos de maquinaria	Tableros o planchas en huecos horizontales	Protectores auditivos
Lesiones y/o cortes en manos	Escaleras de acceso peldañeadas y protegidas	Cinturón de seguridad
Sobreesfuerzos	Carcasas o resguardos de protecciones partes móviles	Ropa de trabajo
Ruido, contaminación acústica	Mantenimiento adecuado de la maquinaria	Traje de agua
Vibraciones	Cabinas o pórticos de seguridad	Cinturón antivibratorio
Ambiente pulvígeno	Iluminación natural o artificial	
Cuerpos extraños en los ojos	Limpieza en la zonas de trabajo y de tránsito	
Contactos eléctricos directos e indirectos	Distancia de seguridad a las líneas eléctricas	
Rotura, hundimiento, caídas de encofrados y de entibaciones		
Inhalación de vapores		
Condiciones metereológicas adversas		

Trabajos en zonas húmedas o mojadas		
Contagios por lugares insolubres		
Explosiones e incendios		
Derivados acceso lugar de trabajo		
Radiaciones y derivados de la soldadura		
Quemaduras en soldadura y oxicorte		

#### 4.5. Cubiertas

RIESGOS MAS FRECUENTES	MEDIDAS PREVENTIVAS	PROTECCIONES INDIVIDUALES
Caídas de operarios mismo nivel	Marquesinas rígidas	Casco de seguridad
Caídas de operarios a distinto nivel	Barandillas	Botas y calzado de seguridad
Caídas de operarios al vacío	Pasos o pasarelas	Guantes de lona y piel
Caídas de objetos sobre operarios	Redes verticales	Guantes impermeables
Caídas de materiales transportados	Redes horizontales	Gafas de seguridad
Choques o golpes contra objetos	Andamio de seguridad	Mascarillas con filtro mecánico
Atrapamiento y aplastamiento	Mallazos	Botas, polainas, mandiles y guantes de cuero para impermeab.
	Tableros o planchas en huecos horizontales	Protectores auditivos
Lesiones y/o cortes en manos y pies	Escaleras de acceso peldañadas y protegidas	Cinturón de seguridad
Sobreesfuerzos	Carcasas o resguardos de protecciones partes móviles	Ropa de trabajo
Ruido, contaminación acústica	Plataformas de descarga de material	Traje de agua
Vibraciones	Evacuación de escombros	
Ambiente pulvígeno	Andamios adecuados	
Cuerpos extraños en los ojos	Limpieza en la zonas de trabajo y de tránsito	
Dermatitis por contacto de cemento y cal	Habilitar caminos de circulación	
Contactos eléctricos directos e indirectos	Distancia de seguridad a las líneas eléctricas	
Condiciones meteorológicas adversas		
Trabajos en zonas húmedas o mojadas		
Contagios por lugares insolubres		
Derivados de medios auxiliares usados		
Derivados acceso lugar de trabajo		
Quemaduras e impermeabilizaciones		
Derivados de almacenamiento inadecuado		

de productos combustibles		
---------------------------	--	--

#### 4.6. Albañilería y cerramientos

RIESGOS MAS FRECUENTES	MEDIDAS PREVENTIVAS	PROTECCIONES INDIVIDUALES
Caídas de operarios mismo nivel	Marquesinas rígidas	Casco de seguridad
Caídas de operarios a distinto nivel	Barandillas	Botas y calzado de seguridad
Caídas de operarios al vacío	Pasos o pasarelas	Guantes de lona y piel
Caídas de objetos sobre operarios	Redes verticales	Guantes impermeables
Caídas de materiales transportados	Redes horizontales	Gafas de seguridad
Choques o golpes contra objetos	Andamio de seguridad	Mascarillas con filtro mecánico
Atrapamiento y aplastamiento en medios de elevación y transporte	Mallazos	
	Tableros o planchas en huecos horizontales	Protectores auditivos
	Escaleras auxiliares adecuadas	Ropa de trabajo
Lesiones y/o cortes en manos y pies	Escaleras de acceso peldañadas y protegidas	Cinturón de seguridad
Sobreesfuerzos	Carcasas o resguardos de protecciones partes móviles	
Contactos eléctricos directos e indirectos	Mantenimiento adecuado de la maquinaria	
Ruido, contaminación acústica	Plataformas de descarga de material	
Vibraciones	Evacuación de escombros	
Ambiente pulvígeno	Andamios adecuados	
Cuerpos extraños en los ojos	Limpieza en la zonas de trabajo y de tránsito	
Dermatitis por contacto de cemento y cal	Iluminación natural o artificial adecuada	
Derivados de medios auxiliares usados		
Derivados acceso lugar de trabajo		

#### 4.7. Terminaciones

( Alicatados, enfoscados, enlucidos, falsos techos, solados, pinturas, carpintería, cerrajería y vidriería).

RIESGOS MAS FRECUENTES	MEDIDAS PREVENTIVAS	PROTECCIONES INDIVIDUALES
Caídas de operarios mismo nivel	Marquesinas rígidas	Casco de seguridad
Caídas de operarios a distinto nivel	Barandillas	Botas y calzado de seguridad
Caídas de operarios al vacío	Pasos o pasarelas	Botas de seguridad impermeables
Caídas de objetos sobre operarios	Redes verticales	Guantes de lona y piel
Caídas de materiales transportados	Redes horizontales	Guantes impermeables
Choques o golpes contra objetos	Andamio de seguridad	Gafas de seguridad

Atrapamiento y aplastamiento	Mallazos	Mascarillas con filtro mecánico
Atropellos, colisiones, alcances vuelcos de camiones	Tableros o planchas en huecos horizontales	Protectores auditivos
Lesiones y/o cortes en manos y pies	Escaleras auxiliares adecuadas Escaleras de acceso peldañeadas y protegidas	Ropa de trabajo Cinturón de seguridad
Sobreesfuerzos	Carcasas o resguardos de protecciones partes móviles	Pantalla de soldador
Contactos eléctricos directos e indirectos	Mantenimiento adecuado de la maquinaria	
Ruido, contaminación acústica	Plataformas de descarga de material	
Vibraciones	Evacuación de escombros	
Ambiente pulvígeno	Andamios adecuados	
Cuerpos extraños en los ojos	Limpieza en la zonas de trabajo y de tránsito	
Dermatitis por contacto de cemento y cal		
Inhalación de vapores y gases		
Trabajos en zonas húmedas o mojadas		
Explosiones e incendio		
Radiaciones y derivados de soldadura		
Quemadura		
Derivados de almacenamiento inadecuado		
de productos combustibles		
Derivados de medios auxiliares usados		
Derivados acceso lugar de trabajo		

#### 4.8. Instalaciones

( Electricidad, fontanería, gas, aire acondicionado, calefacción, ascensores, antenas y pararrayos).

<b>RIESGOS MAS FRECUENTES</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	<b>PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>
Caídas de operarios mismo nivel	Marquesinas rígidas	Casco de seguridad
Caídas de operarios a distinto nivel	Barandillas	Botas y calzado de seguridad
Caídas de operarios al vacío	Pasos o pasarelas	Botas de seguridad impermeables
Caídas de objetos sobre operarios	Redes verticales	Guantes de lona y piel
Caídas de materiales transportados	Redes horizontales	Guantes impermeables

Choques o golpes contra objetos	Andamio de seguridad	Gafas de seguridad
Atrapamiento y aplastamiento	Mallazos	Mascarillas con filtro mecánico
	Tableros o planchas en huecos horizontales	Protectores auditivos
	Escaleras auxiliares adecuadas	Ropa de trabajo
Lesiones y/o cortes en manos y pies	Escaleras de acceso peldañeadas y protegidas	Cinturón de seguridad
Sobreesfuerzos	Carcasas o resguardos de protecciones partes móviles	Pantalla de soldador
Contactos eléctricos directos e indirectos	Mantenimiento adecuado de la maquinaria	
Ruido, contaminación acústica	Plataformas de descarga de material	
Afecciones en la piel	Evacuación de escombros	
	Andamios adecuados	
Cuerpos extraños en los ojos	Limpieza en la zonas de trabajo y de tránsito	
Ambientes pobres en oxígeno	Iluminación natural o artificial adecuada	
Inhalación de vapores y gases		
Trabajos en zonas húmedas o mojadas		
Explosiones e incendio		
Radiaciones y derivados de soldadura		
Quemadura		
Derivados de almacenamiento inadecuado de productos combustibles		
Derivados de medios auxiliares usados		
Derivados acceso lugar de trabajo		

## 5. BOTIQUÍN

En el centro de trabajo se dispondrá de un botiquín con los medios necesarios para efectuar las curas de urgencia en caso de accidentes y estará a cargo de él una persona capacitada por la empresa constructora.

## 6. PRESUPUESTO DE SEGURIDAD Y SALUD

Este presupuesto no se cuantifica ya que se ha tenido en cuenta un tanto por ciento en los precios auxiliares del presupuesto general de las obras. No obstante se hace constar para que el constructor que ejecute las obras, en caso de no haberlo incluido, lo cuantifique.

## 7. TRABAJOS POSTERIORES

El apartado 3 del artículo 6 del Real Decreto 1627/1997 establece que en el Estudio Básico se contemplarán también las previsiones y las informaciones para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

TRABAJOS POSTERIORES (Reparación, conservación y mantenimiento).

<b>RIESGOS MAS FRECUENTES</b>	<b>MEDIDAS PREVENTIVAS</b>	<b>PROTECCIONES INDIVIDUALES</b>
Caídas de operarios al mismo nivel	Andamiajes, escalerillas y demás dispositivos provisionales adecuados y seguros	Casco de seguridad
Caídas de altura por huecos horizontales	Anclajes de cinturones fijados a la pared para la limpieza de ventanas no accesibles	Cinturones de seguridad y cables de longitud y resistencia adecuada para limpiadores de ventanas
Caídas por huecos en cerramientos	Anclajes de cinturones para reparación de tejados y cubiertas	Cinturones de seguridad y resistencia adecuada para reparar tejados y cubiertas inclinadas
Caídas por resbalones	Anclajes para poleas para izado de muebles en mudanzas	Ropa de trabajo
Reacciones químicas por productos de limpieza de maquinaria		
Contactos eléctricos por accionamiento inadvertido y modificación o deterioro de sistemas eléctricos		
Explosión de combustible mal almacenados		
Fuego por combustibles, modificación de elementos de instalación eléctrica o por acumulación de desechos peligrosos		
Impacto de elementos de la maquinaria, por desprendimiento de elementos constructivos, por deslizamiento de objetos, por roturas debidas a la presión del viento y roturas de exceso de carga		
Contactos directos e indirectos eléctricos		

Toxicidad de productos empleados en la reparación o almacenados en el edificio		
Vibraciones de origen interno y externo		
Contaminación por ruido		

## 8. OBLIGACIONES DEL PROMOTOR

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de seguridad y salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de materia de seguridad y salud no eximirá al promotor de sus responsabilidades.

El promotor deberá efectuar un aviso a la autoridad laboral competentes antes del comienzo de las obras, que se redactará con arreglo a lo dispuesto en el Anexo III del Real Decreto 1627/1997 debiendo exponerse en la obra de forma visible y actualizándose si fuera necesario.

## 9. COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD

La designación del Coordinador en la elaboración del proyecto y en la ejecución de la obra, podrá recaer en la misma persona. El coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a las que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador.

## 10. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

En aplicación del Estudio Básico de seguridad y salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudios Básico y en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que en contratista

proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio Básico.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia y salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista, en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero siempre con la aprobación expresa del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

## **11. OBLIGACIONES DE CONTRATISTAS Y SUBCONTRATISTAS**

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1.- Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborables y en particular:

- El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
- La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
- La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
- El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2.- Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

3.- Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales, previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborables, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.

4.- Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas del coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le corresponden directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados. Además responderán

solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

## **12. OBLIGACIONES DE LOS TRABAJADORES AUTÓNOMOS**

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1.- Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:

- Mantenimiento de la obra en buen estado y orden de limpieza.
- El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
- La recogida de materiales peligrosos utilizados.
- La adaptación del periodo de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
- La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
- Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.

2.- Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1997.

3.- Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales, previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de actuación coordinada que se hubiera establecido.

4.- Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 20, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

5.- Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1997.

6.- Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1997.

7.- Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

## **13. LIBRO DE INCIDENCIAS**

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio Profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de seguridad y salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de incidencias, el coordinador estará obligado a remitir el plazo de 24 h una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificarán dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

## **14. PARALIZACION DE LOS TRABAJOS**

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de tajo o, en su caso la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados a la paralización y a los representantes de los trabajadores.

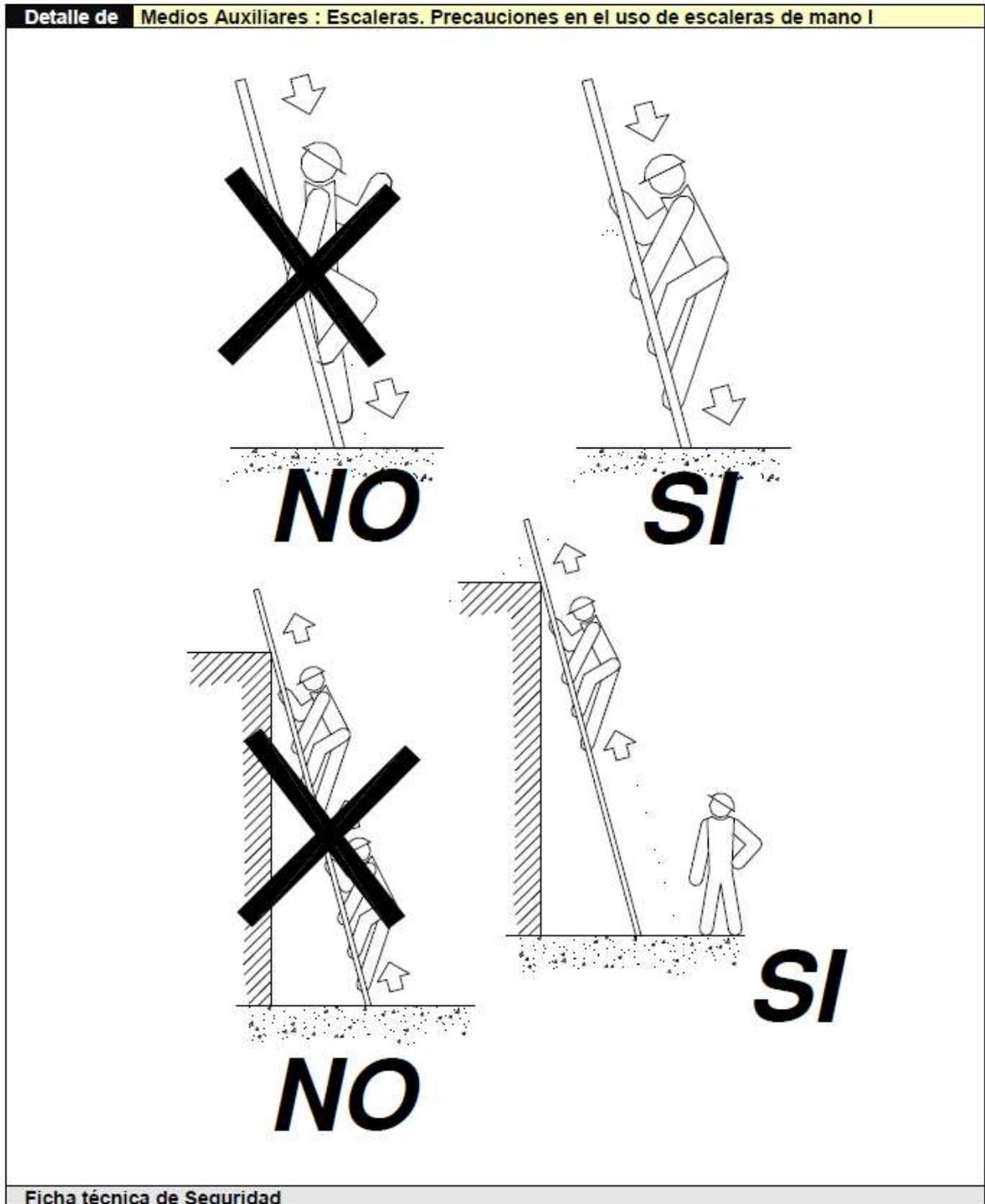
## **15. DERECHOS DE LOS TRABAJADORES**

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

Una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes en el centro de trabajo.

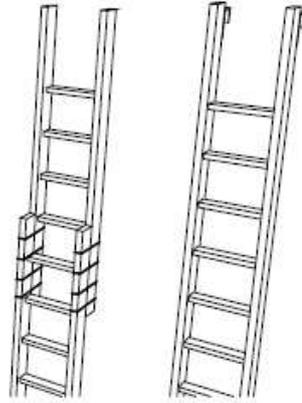
## 16. DETALLES CONSTRUCTIVOS

### 16.1. Detalle constructivo 1

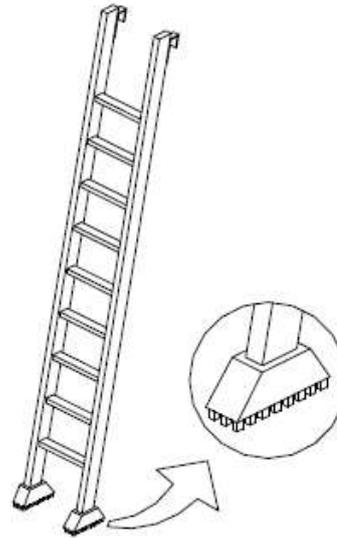


## 16.2. Detalle constructivo 2

### Detalle de Medios auxiliares : Escaleras. Precauciones en el uso de escaleras de mano



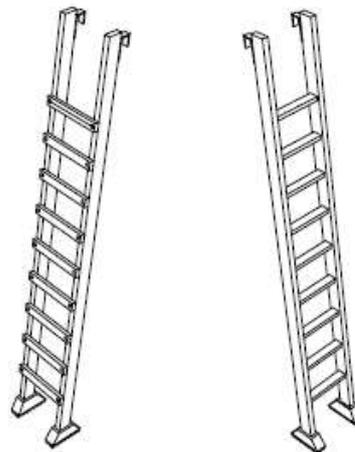
NO SE DEBE REALIZAR NUNCA EL EMPALME IMPROVISADO DE DOS ESCALERAS.



EQUIPAR LAS ESCALERAS PORTATILES CON BASES ANTIRRESBALADIZAS PARA UNA MEJOR ESTABILIDAD.



TOPE Y CADENA PARA IMPEDIR LA APERTURA.

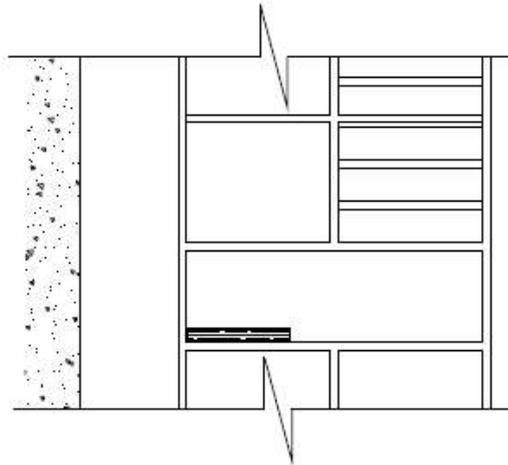


LOS LARGEROS SERÁN DE UNA SOLA PIEZA Y LOS Peldaños ESTARÁN BIEN ENSAMBLADOS Y NO CLABADOS.

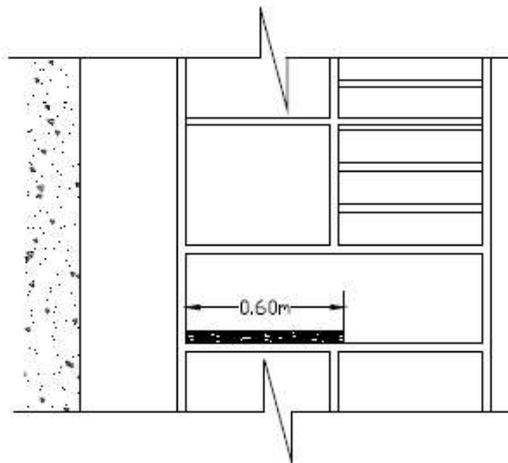
Ficha técnica de Seguridad

### 16.3. Detalle constructivo 3

Detalle de Medios auxiliares : Andamios tubul:ires, met:licos. Andamios tubu:ires



**NO**

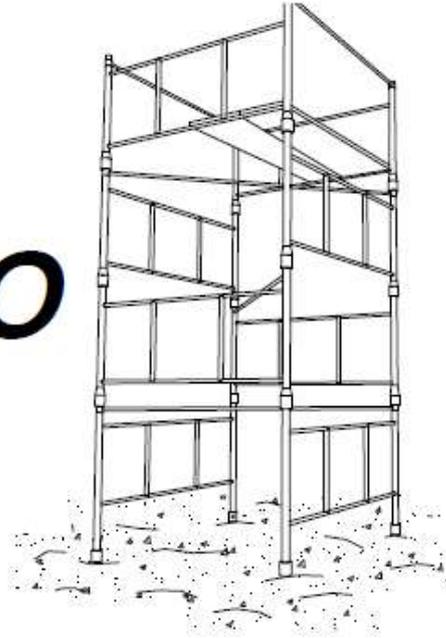


**SI**

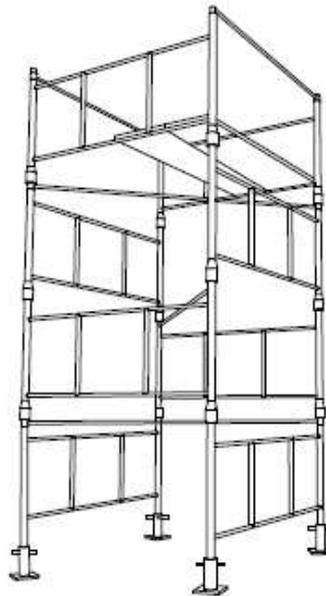
Ficha técnica de Seguridad

16.4. Detalle constructivo 4. Andamios tubulares

**NO**



**SI**



Artà, julio 2020

Ingeniero técnico industrial: Jaume Sureda Bonnin  
COL: 700 C.O.E.T.I.B.

Ingeniero industrial: Fernando Peral Gutiérrez  
COL: 584 C.O.E.I.B.

CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

**INSTALACIÓN DE PARQUE  
FOTOVOLTAICO DE 1608,00 kW<sub>P</sub> Y 1.140,00  
kW “SON BORDILLS”**

**Polígono 4 - Parcelas 39 y 152; T.M. Inca; Illes Balears**

# 1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN.

## 1.1. CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN DE BAJA TENSIÓN

### 1.1.1. CIRCUITO BAJA TENSIÓN CORRIENTE CONTINUA (DC)

Los paneles o módulos fotovoltaicos se conectarán en serie directamente hasta el inversor, que ya cuenta con las protecciones necesarias de corriente continua.

#### 1.1.1.1. JUSTIFICACIÓN SEGURIDAD CONEXIONADO PANELES FOTOVOLTAICOS

Cada string será de 20 módulos *Jinko JKM400M-72H*. La tensión en el punto de máxima potencia de la rama o generador fotovoltaico a  $1000\text{W/m}^2$  y a una temperatura del módulo de  $70^\circ\text{C}$  se encontrará entre los rangos de funcionamiento del inversor:

- $V_{mpp}(25^\circ\text{C}) = 41,70\text{ V}$  por módulo en serie
- $\text{Coef. Temperatura} = -0,28\%/^\circ\text{C}$
- $V_{mpp}(70^\circ\text{C}) = 36,45\text{ V}$  por módulo en serie

Para una serie de 20 módulos tendríamos una tensión  $V_{mpp}(70^\circ\text{C}) = 728,916\text{ V}$ . El inversor funciona a tensiones menores de  $1500\text{V}$  y tensiones mayores a  $650$ , por lo tanto su comportamiento a  $1000\text{W/m}^2$  será **correcto**.

La tensión en el punto de máxima potencia de la rama o generador fotovoltaico a  $1000\text{W/m}^2$  y a una temperatura del módulo de  $-5^\circ\text{C}$  debe ser menor que la tensión máxima admisible por el inversor al que va conectado:

- $V_{mpp}(25^\circ\text{C}) = 41,70\text{ V}$  por módulo en serie
- $\text{Coef. Temperatura} = -0,30\%/^\circ\text{C}$
- $V_{mpp}(-5^\circ\text{C}) = 45,20\text{ V}$  por módulo en serie

Para una serie de 20 módulos tendríamos una tensión  $V_{mpp}(-5^\circ\text{C}) = 904,05\text{ V}$ . El inversor funciona a tensiones menores de  $1500\text{V}$  y tensiones mayores a  $500$ , por lo tanto su comportamiento a  $1000\text{W/m}^2$  será **correcto**.

La intensidad de cortocircuito de la rama o generador fotovoltaico a  $1000\text{ W/m}^2$  y a una temperatura del módulo de  $70^\circ\text{C}$ , debe ser menor que la intensidad máxima admisible por el inversor al que va conectado.

- $I_{sc}(25^\circ\text{C}) = 10,36\text{ A}$  por string en paralelo
- $\text{Coef. Temperatura} = +0,048\%/^\circ\text{C}$
- $I_{sc}(70^\circ\text{C}) = 10,58\text{ A}$  por string en paralelo

Para nuestro caso tenemos un máximo de 1 string en paralelo, lo que equivale a  $10,58\text{ A}$ ,

inferior a los 22 A que soporta el inversor.

**Tabla 6. Tabla resumen de la justificación de la configuración del parque**

<b>Justificación configuración parque</b>		
<b>Temperatura de 70°C y 1000W/m2</b>		
<b>Vmpp(70°C)</b>	36,4458	
<b>Voltaje por string (V)</b>	728,916	CUMPLE
<b>Isc(70°C)</b>	10,583776	
<b>Intensidad por string (A)</b>	10,583776	CUMPLE
<b>Temperatura de -5°C y 1000W/m2</b>		
<b>Vmpp(-5°C)</b>	45,2028	
<b>Voltaje por string (V)</b>	904,056	CUMPLE

#### 1.1.1.2. PROTECCIONES EN CORRIENTE CONTINUA

Como se ha comentado en el punto 3.3.1 los inversores *Huawei SUN2000-60KTL-HV-D1-001* ya cuentan con los sistemas de protección necesarios en el lado de corriente continua, por lo que no será necesario poner cuadros de registro de primer nivel.

#### 1.1.1.3. DISTRIBUCIONES Y SUS CANALIZACIONES

Las conexiones entre strings-inversor se harán preferentemente por un sistema de bandeja metálica colocada debajo de las estructuras portantes de los módulos fotovoltaicos, aunque en aquellos casos en los que se tengan que conectar diferentes filas del parque la conexión se realizará de forma subterránea, más concretamente en zanja, donde los conductores irán protegidos bajo tubo o directamente enterrados.

#### 1.1.1.4. PUESTA A TIERRA

Se conectarán a tierra todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la parte de continua como de la de alterna. Se realizará de forma que no se alteren las condiciones de puesta a tierra de la red de la compañía eléctrica distribuidora, asegurando que no se produzcan transferencias de defectos a la red de distribución.

La estructura soporte de los módulos fotovoltaicos se conectará a tierra con motivo de reducir el riesgo asociado a la acumulación de cargas estáticas. Con esta medida se consigue limitar la tensión que con respecto a tierra puedan presentar las masas metálicas.

La instalación presenta separación galvánica entre el grupo generador fotovoltaico y la red de distribución por medio de cada transformador BT/MT que se instala para elevar la tensión desde la salida AC de cada grupo inversor.

La puesta a tierra queda como sigue:

- Derivaciones de la línea principal de tierra: correspondientes a los diferentes tramos procedentes de cada uno de los grupos de estructuras soporte de los módulos fotovoltaicos hasta llegar al armario del inversor correspondiente. La sección de los conductores de protección es, como mínimo, la misma que la de los conductores activos

- o polares.
- Línea principal de tierra: enlazará el cuadro de cada inversor con el punto de puesta a tierra.
  - Punto de puesta a tierra: punto situado en el suelo, en una pequeña arqueta, que sirve de unión entre la línea principal de tierra y la línea de enlace con tierra. Estará constituido por un dispositivo de conexión (regleta, placa, borne, etc.), que permita la unión entre ambos tramos, de forma que pueda, mediante útiles apropiados, separarse estas, con el fin de poder realizar la medida de la resistencia de tierra.
  - Línea de enlace con tierra: está formada por los conductores que unen los electrodos con el punto de puesta a tierra.
  - Electrodos: formados por picas y el conductor enterrado horizontalmente que las une. Las picas son barras de cobre o acero de 14 mm de diámetro como mínimo. Si son de acero, están recubiertas de una capa protectora exterior de cobre de espesor apropiado. Su longitud es de 2 m y la separación entre una y otra es superior a su longitud.

### 1.1.2. CIRCUITO BAJA TENSIÓN CORRIENTE ALTERNA (AC)

La salida de cada inversor se dirigirá hacia el cuadro de baja tensión (CBT) que incluirá protección contra sobrecargas y cortocircuitos. Este cuadro se encontrará dentro de una caseta prefabricada Ormazabal PFU4 o similar donde también se encontrará el transformador de 1.500kVA encargado de elevar la tensión de 0,8kV a 15kV.

#### 1.1.2.1. PROTECCIONES

El propio inversor cuenta con protecciones a la salida de corriente alterna, cuenta con un relé de salida y un descargador de sobretensiones.

Asimismo, el inversor contará con protecciones para la interconexión de máxima y mínima frecuencia (51 y 49 Hz, respectivamente) y de máxima y mínima tensión (1,1 Um y 0,85 Um respectivamente).

### 1.1.3. CIRCUITO BAJA TENSIÓN SERVICIOS AUXILIARES

Se prevé la instalación de un cuadro de servicios auxiliares, el cual alimentará los siguientes servicios:

- Alumbrado y equipos de seguridad, CCTV, etc
- Emergencia
- Usos varios

Todos los circuitos se realizarán en conductor de cobre, aislamiento RV-k 0,6/1 kV, Las líneas serán tendidas bajo tubo enterrado, combinadas con bandeja de rejilla o tubo de acero en las acometidas a los distintos elementos receptores.

Todas las derivaciones y conexiones se realizarán dentro de cajas estancas que alojarán las diferentes derivaciones de las instalaciones. En su interior se efectuarán las conexiones mediante regletas de bornes; las entradas y salidas de cables se realizarán con prensaestopas adecuados. Todas las cajas de derivación estarán identificadas con código claro, imborrable y a la vista para facilitar su mantenimiento.

Todas las masas y canalizaciones metálicas estarán conectadas al circuito de protección.

## 1.2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE BAJA TENSIÓN

### 1.2.1. TENSIÓN NOMINAL

La caída de tensión será inferior al 1,5% en la parte de corriente continua y alterna, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a las cajas de conexiones.

### 1.2.2. FÓRMULAS UTILIZADAS

#### 1.2.2.1. INTENSIDAD DE CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA MONOFÁSICA

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi}$$

Dónde:

- I: Intensidad en amperios (A)
- P: Potencia en vatios (W)
- V: Tensión en voltios (V)
- Cosφ: Factor de potencia (=1 para corriente continua)

#### 1.2.2.2. INTENSIDAD DE CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi}$$

Dónde:

- U: Tensión entre fases en voltios (V)

#### 1.2.2.3. CAÍDA DE TENSIÓN Y SECCIÓN EN CORRIENTE CONTINUA Y ALTERNA MONOFÁSICA

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{K \cdot S} \qquad S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{K \cdot e}$$

Dónde:

- e: Caída de tensión en voltios (V)
- L: Longitud de la línea en metros (m)
- I: Intensidad de la línea en amperios (A)
- K: Conductividad del metal empleado
- S: Sección del conductor en milímetros cuadrados (mm<sup>2</sup>)

#### 1.2.2.4. CAÍDA DE TENSIÓN Y SECCIÓN EN CORRIENTE ALTERNA TRIFÁSICA

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{K \cdot S} \qquad S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{K \cdot e}$$

### 1.2.3. CÁLCULOS DC/AC EN PLANTA

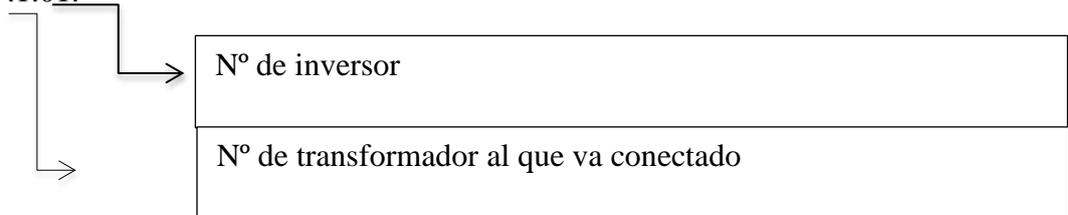
Cómo se ha descrito en la memoria del presente proyecto, dicho parque solar fotovoltaico

está compuesto por 42 inversores cada uno con 9-10 entradas de string. Cada string lo forman 20 módulos fotovoltaicos conectados en serie.

A continuación se muestran una serie de tablas pertenecientes a los cálculos de cada inversor desde el string en serie más desfavorable hasta llegar al inversor, en cuanto a longitud, intensidad, sección y caída de tensión.

Nomenclatura en tablas:

- S01: String y número de string
- INV.1.01.



La intensidad máxima admisible del cable se ha obtenido de la siguiente tabla:

Sección	Instalación directamente enterrada				Instalación al aire en galerías ventiladas			
	Terna de cables unipolares (1)		Un cable tripolar o tetrapolar (2)		Terna de cables unipolares (1)		Un cable tripolar o tetrapolar (2)	
	XLPE	PVC	XLPE	PVC	XLPE	PVC	XLPE	PVC
6	72	63	66	56	46	38	44	36
10	96	85	88	75	64	53	61	50
16	125	110	115	97	86	71	82	65
25	160	140	150	125	120	96	110	87
35	190	170	180	150	145	115	135	105
50	230	200	215	180	180	145	165	130
70	280	245	260	220	230	185	210	165
95	335	290	310	265	285	235	260	205
120	380	335	355	305	335	275	300	240
150	425	370	400	340	385	315	350	275
185	480	420	450	385	450	365	400	315
240	550	485	520	445	535	435	475	370
300	620	550	590	505	615	500	545	425
400	705	615	665	570	720	585	645	495
500	790	685	-	-	825	665	-	-
630	885	770	-	-	950	765	-	-

### CÁLCULOS CABLEADO CONTINUA CENTRO DE TRANSFORMACIÓN A

Nudo Origen	Nudo Destino	Longitud	Metal	Canal/Design/polar	Imp (A) * 1,25	Sección mínima (mm <sup>2</sup> )	Sección escogida (mm <sup>2</sup> )	Iadm (A)	C.d.t.(V)	C.d.t. (%)
S01.INV01	INV01	160,00	Cu	Direct.Ent./RV-K/Eca Bip.	12	5,40	6,00	58	11,264	1,35%

### CÁLCULOS CABLEADO ALTERNA CENTRO DE TRANSFORMACION 1

Nudo Origen	Nudo Destino	Longitud	Metal	Canal/Design/polar	Imp (A) * 1,25	Sección mínima por c.d.t. (mm <sup>2</sup> ) <sup>1</sup>	Sección mínima por c.d.t. (mm <sup>2</sup> )	Sección mínima por Iadm (mm <sup>2</sup> )	Sección escogida (mm <sup>2</sup> )	C.d.t. (V)	C.d.t. (%)
INV01	CT1	150	Al	Direct.Ent./RV-K/Eca Bip.	108,38	109,81	120,00	50,00	120	5,49	1,37%
INV02	CT1	130	Al	Direct.Ent./RV-K/Eca Bip.	108,38	95,17	120,00	50,00	120	4,76	1,19%
INV03	CT1	110	Al	Direct.Ent./RV-K/Eca Bip.	108,38	80,53	95,00	50,00	95	5,09	1,27%
INV04	CT1	90	Al	Direct.Ent./RV-K/Eca Bip.	108,38	65,89	70,00	50,00	70	5,65	1,41%
INV05	CT1	70	Al	Direct.Ent./RV-K/Eca Bip.	108,38	51,25	70,00	50,00	70	4,39	1,10%
INV06	CT1	60	Al	Direct.Ent./RV-K/Eca Bip.	108,38	43,92	50,00	50,00	50	5,27	1,32%
INV07	CT1	50	Al	Direct.Ent./RV-K/Eca Bip.	108,38	36,60	50,00	50,00	50	4,39	1,10%
INV08	CT1	60	Al	Direct.Ent./RV-K/Eca Bip.	108,38	43,92	50,00	50,00	50	5,27	1,32%
INV09	CT1	70	Al	Direct.Ent./RV-K/Eca Bip.	108,38	51,25	70,00	50,00	70	4,39	1,10%
INV10	CT1	80	Al	Direct.Ent./RV-K/Eca Bip.	108,38	58,57	70,00	50,00	70	5,02	1,25%

INV11	CT1	90	AI	Direct.Ent./RV- K/Eca Bip.	108,38	65,89	70,00	50,00	70	5,65	1,41%
INV12	CT1	100	AI	Direct.Ent./RV- K/Eca Bip.	108,38	73,21	95,00	50,00	95	4,62	1,16%
INV13	CT1	110	AI	Direct.Ent./RV- K/Eca Bip.	108,38	80,53	95,00	50,00	95	5,09	1,27%
INV14	CT1	120	AI	Direct.Ent./RV- K/Eca Bip.	108,38	87,85	95,00	50,00	95	5,55	1,39%
INV15	CT1	130	AI	Direct.Ent./RV- K/Eca Bip.	108,38	95,17	120,00	50,00	120	4,76	1,19%
INV16	CT1	140	AI	Direct.Ent./RV- K/Eca Bip.	108,38	102,49	120,00	50,00	120	5,12	1,28%
INV17	CT1	150	AI	Direct.Ent./RV- K/Eca Bip.	108,38	109,81	120,00	50,00	120	5,49	1,37%
INV18	CT1	160	AI	Direct.Ent./RV- K/Eca Bip.	108,38	117,13	120,00	50,00	120	5,86	1,46%
INV19	CT1	170	AI	Direct.Ent./RV- K/Eca Bip.	108,38	124,45	150,00	50,00	150	4,98	1,24%

## 2. INSTALACIÓN ELÉCTRICA DE MEDIA TENSIÓN

### 2.1. C.M.M Y C.T.

#### 2.1.1. INTENSIDAD DE ALTA TENSIÓN

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (1.1.a)$$

donde:

- P potencia del transformador [kVA]
- Up tensión primaria [kV]
- Ip intensidad primaria [A]

#### 2.1.2. INTENSIDAD EN BAJA TENSIÓN.

Para los 2 transformadores de los Centros de Transformación, la potencia es de 1.500 kVA cada uno y la tensión secundaria es de 800 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (1.2.a)$$

donde:

- P potencia del transformador [kVA]
- Us tensión en el secundario [kV]
- Is intensidad en el secundario [A]

#### 2.1.3. CÁLCULOS DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO

La potencia de cortocircuito de la red en ese punto corresponde aproximadamente a 350 MVA.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (1.3.a)$$

dónde:

- Scc potencia de cortocircuito de la red [MVA]
- Up tensión de servicio [kV]
- Iccp corriente de cortocircuito [kA]

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

La corriente de cortocircuito del secundario de un transformador trifásico, viene dada por la expresión:

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (1.3b)$$

dónde:

- P potencia de transformador [kVA]
- Ecc tensión de cortocircuito del transformador [%]
- Us tensión en el secundario [V]
- Iccs corriente de cortocircuito [kA]

#### 2.1.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO

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

#### 2.1.5. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

#### 2.1.6. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 1.3.a.

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado (concretamente hasta 40 kA) se ha obtenido con el protocolo 642-93 realizado por los laboratorios KEMA de Holanda.

#### 2.1.7. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor.

Para las celdas del sistema CGM la certificación correspondiente que cubre el valor necesitado (concretamente hasta 16 kA) se ha obtenido con el protocolo 642-93 realizado por los laboratorios KEMA de Holanda

### 2.1.8. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y CORTOCIRCUITOS

La protección en AT de cada transformador se realizará siguiendo la normativa de la Compañía Eléctrica Suministradora utilizando una celda de interruptor con fusibles combinados, de tal manera que la fusión de cualquiera de los tres fusibles provocará la apertura trifásica del interruptor.

La utilización de fusibles permitirá optimizar el dimensionado de la instalación eléctrica situada aguas abajo de dichos fusibles (puentes de cable de acometida al transformador de 95 mm<sup>2</sup> Al, mejor protección del devanado primario del transformador, etc.) aprovechando la características de que son limitadores del cortocircuito, es decir, no dejan que el cortocircuito alcance su valor máximo.

Los fusibles deberán ser de Alto Poder de Ruptura y dispondrán de un percutor normalizado que actuará en caso de fusión del fusible. Deberán ser asimismo de Baja Disipación Térmica (“fusibles fríos”), a fin de que puedan ser instalados en las cámaras herméticas portafusibles de las cabinas MT.

La intensidad nominal de estos fusibles será de 40 A. Estos calibres han sido escogidos en base a las tablas de elección facilitadas por el fabricante, las cuales están elaborados en base a la curva de fusión de los fusibles (y tienen en cuenta el pico de conexión en vacío del transformador) y su disipación térmica a intensidad nominal.

Asimismo, las cámaras portafusibles de las cabinas M.T. deberán ir preparadas a través de algún dispositivo para provocar el disparo del interruptor a causa del calentamiento excesivo de alguno de los fusibles. Dicho dispositivo podrá ser una membrana tarada a la presión adecuada, que será accionada directamente por el percutor del fusible (en caso de fusión del mismo) o por una sobrepresión causada por un calentamiento excesivo del fusible (adelantándose así a una eventual explosión del cartucho fusible).

#### **Termómetro**

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

#### **Protecciones en BT**

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 1.2.a

### 2.1.9. DIMENSIONADO DE LA VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Para calcular la superficie de la reja de entrada de aire en el edificio se utiliza la siguiente expresión:

$$S_r = \frac{W_{cu} + W_{fe}}{0.24 \cdot K \cdot \sqrt{h \cdot \Delta T^3}}$$

dónde:

- W<sub>cu</sub> pérdidas en el cobre del transformador [kW]
- W<sub>fe</sub> pérdidas en el hierro del transformador [kW]
- K coeficiente en función de la forma de las rejillas de entrada [aproximadamente entre 0,35 y 0,40]
- h distancia vertical entre las rejillas de entrada y salida [m]
- DT aumento de temperatura del aire [°C]
- S<sub>r</sub> superficie mínima de las rejillas de entrada [m<sup>2</sup>]

Para el caso particular de este edificio, el resultado obtenido es, aplicando la expresión arriba indicada.

Se colocará la ventilación normalizada por GESA para este tipo de C.T. Para ello se dispondrán unas rejillas de entrada de aire en la parte inferior de las puertas cada transformador y unas rejillas de salida situadas en la parte más elevada de la pared frontal del C.T., según figura en el plano de obra civil correspondiente.

Las rejillas de entrada y salida estarán normalizadas por GESA en lo que se refiere a sus dimensiones y calidad de los materiales.

#### 2.1.10. CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

##### **Investigación de las características del suelo**

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

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 300 Ohm·m.

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

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

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

##### **Diseño preliminar de la instalación de tierra**

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

##### **Cálculo de la resistencia del sistema de tierra**

Características de la red de alimentación.

- Tensión de servicio:

$$V_n \text{ [kV]} = 15$$

- Puesta a tierra del neutro:

$$\begin{aligned} \text{Resistencia neutro } R_n \text{ [Ohms]} &= 0 \\ \text{Reactancia neutro } X_n \text{ [Ohms]} &= 30 \end{aligned}$$

- Limitación de intensidad a tierra:

$$I_{dm} \text{ [A]} = 300$$

- Tipo de protección:

$$\begin{aligned} \text{Intensidad de arranque } I_a \text{ [A]} &= 100 \\ \text{Tiempo de despeje } t' \text{ [s]} &= 0.5 \end{aligned}$$

- Nivel de aislamiento de las instalaciones en BT:

$$V_{bt} \text{ [V]} = 8000$$

- Características del terreno:

$$\begin{aligned} \text{Resistiv. Tierra } R_o \text{ [Ohms x m]} &= 300 \\ \text{Resist. hormi. } R'o \text{ [Ohms x m]} &= 3000 \end{aligned}$$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de las masas del Centro de Transformación, y la intensidad del defecto se calculan:

$$I_d \times R_t < V_{bt} \quad (1.10.a)$$

Dónde:

- $I_d$  - Intensidad de falta a tierra en A
- $R_t$  - Resistencia total de puesta a tierra en Ohms
- $V_{bt}$  - Tensión de aislamiento en Baja Tensión en V

Y mediante:

$$I_d = V_n / \sqrt{3} \times V / \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2} \quad (1.10.b)$$

dónde:

- $V_n$  - Tensión de servicio en V
- $R_n$  - Resistencia de puesta a tierra del neutro en Ohms
- $R_t$  - Resistencia total de puesta a tierra en Ohms
- $X_n$  - Reactancia de puesta a tierra del neutro en Ohms
- $I_d$  - Intensidad de defecto en A

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d = 29 \text{ A}$$

y la resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$(R_t)_{\max} = 277 \text{ Ohms}$$

Se selecciona un electrodo que cumple el requisito de tener una  $K_r$  inferior o igual a la calculada para este caso:

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r < R_t \max / R_o \quad (1.10.c)$$

dónde:

- $R_t$  - Resistencia total de puesta a tierra en Ohms
- $R_o$  - Resistividad del terreno en Ohms . m
- $K_r$  - Coeficiente  $K_r$  del electrodo

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r < 0.9246$$

Dentro de las posibles, escogemos la configuración normalizada por GESA para este caso y comprobamos que cumple las exigencias reglamentarias en cuanto a tensión de defecto.

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada:

La normalizada por GESA para resistividades del terreno inferiores a 600 Ohms.m

- Geometría del sistema: rectángulo con picas en vértices
- Dimensiones [m] : 5,84x2,70
- Profun. electrodo horiz. [m] : 0.5
- Número de picas : 4
- Longitud de las picas [m] : 2

Parámetros característicos del electrodo:

- Configuración UNESA más parecida: 60-25/5/42 (6x2,5 m)
- Parámetro de resistencia  $K_r = 0,090$
- Parámetro tensión de paso  $K_p = 0,0202$
- Parámetro tensión de contacto  $K_c = 0,0442$

Una vez seleccionado este electrodo, el valor real de la resistencia de puesta a tierra del Centro de Transformación será:

$$R_t = K_r \cdot R_o \quad (1.10.d)$$

por lo que:

$$R_t = 0,090 \times 300 = 27 \text{ Ohms}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (1.10.b):

$$I_d = 214,6 \text{ A}$$

Nota: Vemos que  $R_t$  es inferior a 60 Ohms por lo que, siguiendo la normativa de la Cía Suministradora, no es necesaria la colocación de picas adicionales.

### 2.1.11. CÁLCULO DE TENSIONES PASO Y CONTACTO EN EL INTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (1.11.a)$$

Dónde:

- $R'_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]
- $I'_d$  intensidad de defecto [A]
- $V'_d$  tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$V'_d = 6030 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (1.11.b)$$

donde:

- $K_c$  coeficiente
- $R_o$  resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $I'_d$  intensidad de defecto [A]
- $V'_c$  tensión de paso en el acceso [V]

En este caso, al estar las picas alineadas frente a los accesos al Centro de Transformación paralelas a la fachada, la tensión de paso en el acceso va a ser prácticamente nula por lo que no la consideraremos.

### 2.1.12. CÁLCULO DE TENSIONES PASO Y CONTACTO EN EL EXTERIOR DE LA INSTALACIÓN

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (1.12.a)$$

dónde:

- $K_p$       coeficiente
- $R_o$       resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $I'_d$       intensidad de defecto [A]
- $V'_p$       tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$$V'_p = 1176 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

Para que no existan tensiones de contacto peligrosas en el exterior del C.T. se tomarán las medidas de seguridad siguientes:

- 10      *Las puertas y rejillas de ventilación no se conectarán al sistema de tierras del C.T.*
- 20      *Se dispondrá de una acera perimetral de hormigón de 1 m ancho alrededor del C.T.*

### 2.1.13. CÁLCULO DE LAS TENSIONES APLICADAS

#### Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,5 \text{ seg}$
- $K = 72$
- $n = 1$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right) \quad (1.13.a)$$

dónde:

- $K$       coeficiente
- $t$  tiempo total de duración de la falta [s]
- $n$  coeficiente
- $R_o$       resistividad del terreno en [Ohm·m]
- $V_p$       tensión admisible de paso en el exterior [V]

Por lo que, para este caso

$$V_p = 2736 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (1.13.b)$$

dónde:

- K            coeficiente
- t tiempo total de duración de la falta [s]
- n coeficiente
- R<sub>o</sub>        resistividad del terreno en [Ohm·m]
- R'<sub>o</sub>        resistividad del hormigón en [Ohm·m]
- V<sub>p(acc)</sub> tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso:

$$V_{p(acc)} = 15048 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$V'_p = 1176 \text{ V} < V_p = 2736 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$V'_{p(acc)} = 0 \text{ V} < V_{p(acc)} = 15048 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$V'd = 6030 \text{ V} < V_{bt} = 8000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$I_a = 100 \text{ A} < I_d = 200 \text{ A} < I_{dm} = 200 \text{ A}$$

#### 2.1.14. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, por normativa de la compañía distribuidora GESA Gas y Electricidad.

La distancia mínima de separación para este Centro de Transformación:

$$D = 20 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 1000 V, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7, como mínimo, contra daños mecánicos. La resistencia de puesta a tierra del neutro del transformador no deberá superar en ningún caso el valor de 37 Ohms.

#### **2.1.15. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL.**

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado. No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con unas características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de tierras de UNESA, con valores de  $k_r$ ,  $k_p$  y  $k_c$  inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red

tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de estas picas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

## 2.1.16. RESULTADOS OBTENIDOS

### Transformador

Potencia Aparente	S=	1,5	MVA
Tensión primario	U1=	0,8	kV
Tensión secundario	U2=	15	kV
Tensión cortocircuito trafo	Ecc=	8%	
Potencia cortocircuito	Sc=	630	MVA

### INTENSIDADES MÁXIMAS

- Intensidad primario  A
- Intesidad secundario  A

### CORTOCIRCUITOS

- Intensidad cortocircuito primario  kA
- Intensidad cortocircuito secundario  kA

### EMBARRADO

- Intensidad barras primario  A
- Intensidad barras secundario  A

### COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA

- Intensidad dinámica cortocircuito primario  kA
- Intensidad dinámica cortocircuito secundario  kA

### COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA

- Intensidad cortocircuito primario  kA
- Intensidad cortocircuito secundario  kA

### DATOS DE PARTIDA

- Tensión de servicio  $U =$   V
- $R_n =$    $\Omega$

- Puesta a Tierra del neutro

$$X_n = 30 \, \Omega$$

- Duración de la falta

X Relé a tiempo dependiente

Constante del relé

$$\left\{ \begin{array}{l} K' = 72 \\ n' = 1 \end{array} \right.$$

Intensidad de arranque

$$I'_a = 100 \, \text{A}$$

Duración total t

$$t = 0,5 \, \text{s}$$

- Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT del CT

$$V_{bt} = 10000 \, \text{V}$$

- Resistividad del terreno

$$\rho = 300 \, \Omega \cdot \text{m}$$

$$\rho' = 3000 \, \Omega \cdot \text{m}$$

## SELECCIÓN DEL TIPO DE ELECTRODO

### PaT protección

- Predimensionamiento (Selección de electrodo)

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}; \quad I_d >$$

$$I_d = 333,33 \, \text{A} \geq I_{dm} = 300,00 \, \text{A}$$

$$R_t = 30 \, \Omega$$

- Condición de la resistencia de puesta a tierra del electrodo

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} = 0,100 \frac{\Omega}{\Omega \cdot \text{m}}$$

- Dimensiones horizontales del electrodo

$$a' = 4 \, \text{m}$$

$$b' = 4 \, \text{m}$$

- Profundidad del electrodo desnudo

X 0,50m

0,80m

- Número de picas

4

- Longitud de las picas

$L_p =$  2 m

- Electrodo seleccionado (indicar código)

40-40/5/42

Parámetros característicos del electrodo

De la resistencia

$K_r =$  0,0920

De la tensión de paso

$K_p =$  0,021  $\frac{\Omega \cdot m}{V}$

De la tensión de contacto exterior

$K_c =$  0,0461  $\frac{(\Omega \cdot m) \cdot (A)}{V}$

## CÁLCULO

- Resistencia de puesta a tierra

$$R'_t = K_r \cdot \rho = 27,6 \Omega$$

- Intensidad de defecto

$$I'_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}} = 212,44 \text{ A}$$

- Tensión de paso en el exterior

$$V'_p = K_p \cdot \rho \cdot I'_d = 1338,40 \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al CT

$$V'_{p(acc)} = V'_c = K_c \cdot \rho \cdot I'_d = 2938,11 \text{ V}$$

- Tensión de defecto

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d = 5863,48 \text{ V}$$

## Valores admisibles

- Tensión de paso en el exterior

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000}\right) \boxed{4032,00} \text{ V}$$

- Tensión de paso en el acceso al CT

$$V_{p(\text{acc})} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho}{1000}\right) \boxed{\begin{matrix} 15696,0 \\ =0 \end{matrix}} \text{ V}$$

### **Comprobación de que los valores calculados satisfacen las condiciones exigidas**

#### **Tensión de paso en el exterior y de paso en el acceso al CT**

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$V'_p = \boxed{1338,40}$	$\leq$	$V_p = \boxed{4032,00}$
Tensión de paso en el acceso al CT	$V'_{p(\text{acc})} = \boxed{2938,11}$	$\leq$	$V_{p(\text{acc})} = \boxed{\begin{matrix} 15696,0 \\ 0 \end{matrix}}$

#### **Tensión e intensidad de defecto**

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	$V'_d = \boxed{5863,48}$	$\leq$	$V_{bt} = \boxed{\begin{matrix} 10000,0 \\ 0 \end{matrix}}$
Intensidad de defecto	$I'_d = \boxed{212,44}$	$>$	$I'_a = \boxed{100,00}$

### **Separación entre los sistemas de puesta a tierra de protección (masas) y de servicio (neutro de b.t)**

- Distancia mínima de separación  $D = \frac{\rho \cdot I'_d}{2000 \cdot \Pi} = \boxed{10,14} \text{ m}$

#### **PaT servicio**

- Predimensionamiento (Selección de electrodo)

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt}; \quad I_d >$$

$I_d = \boxed{3,33} \text{ A}$	$\geq$	$I_{dm} = \boxed{0,00} \text{ A}$
--------------------------------	--------	-----------------------------------

$$R_t = \boxed{30} \Omega$$

- Condición de la resistencia de puesta a tierra del electrodo

$$K_r \leq \frac{R_t}{\rho} = \frac{0,100}{\frac{\Omega}{\Omega \cdot m}}$$

- Picas en hilera
- Profundidad del electrodo desnudo

0,80m

- Número de picas
- Longitud de las picas
- Electrodo seleccionado (indicar código)

$L_p =$   m

Parámetros característicos del electrodo

De la resistencia

$K_r =$    $\frac{\Omega}{\Omega \cdot m}$

De la tensión de paso

$K_p =$    $\frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot (A)}$

De la tensión de contacto exterior

$K_c =$    $\frac{V}{(\Omega \cdot m) \cdot (A)}$

## CÁLCULO

- Resistencia de puesta a tierra

$$R'_t = K_r \cdot \rho =$$

$\Omega$

- Intensidad de defecto

$$I'_d = \frac{U}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}} =$$

A

- Tensión de paso en el exterior

$$V'_p = K_p \cdot \rho \cdot I'_d =$$

V

- Tensión de paso en el acceso al CT

$$V'_{p(acc)} = V'_c = K_c \cdot \rho \cdot I'_d =$$

V

- Tensión de defecto

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d =$$

V

## Valores admisibles

$$V_B = \frac{10 \cdot K}{t^{1,5}} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot \rho}{1000} \right) =$$

- Tensión de paso en el exterior

4032,00 V

- Tensión de paso en el acceso al CT

$$V_{p(\text{acc})} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot \rho + 3 \cdot \rho'}{1000} \right) = \frac{15696,0}{0} \text{ V}$$

### **Comprobación de que los valores calculados satisfacen las condiciones exigidas**

#### **Tensión de paso en el exterior del CT**

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$V'_p = 777,71$	$\leq$	$V_p = 4032,00$
Tensión de paso en el acceso al CT	$V'_{p(\text{acc})} =$	$\leq$	$V_{p(\text{acc})} = 15696,00$

#### **Tensión e intensidad de defecto**

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	$V'_d = 6123,72$	$\leq$	$V_{bt} = 100,00$
Intensidad de defecto	$I'_d = 204,12$	$>$	$I'_a = 0,00$

#### **Valor admisible R-PaT servicio**

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de defecto	$R_{PaT} = 30,00$	$\leq$	$V_{bt} = 37,00$

## 2.1. LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN.

### 2.1.1. DATOS DEL CONDUCTOR

#### Características físicas

Sección:	150mm <sup>2</sup> Al
Aislamiento:	XLPE
Nivel aislamiento:	20kV
Cubierta exterior:	Poliolefina libre de halógenos, de color rojo

#### Características eléctricas

Sección mm <sup>2</sup>	R máx a 105°C ohm/km	C μF/km	X ohm/km	I(A)
150	0,206	0,242	0,118	240

#### Cálculo de intensidad

El circuito transportará 1.140KVA por lo tanto, la intensidad será de:

$$I = \frac{P(VA)}{\sqrt{3} * V * \cos\phi} = \frac{1.140.000}{\sqrt{3} * 15.000 * 0.90} = 87,24A$$

El cable de 150mm<sup>2</sup>, en canalización directamente enterrada, soporta hasta 240 amperios (tabla 6 de la ITC-LAT-06), y aplicando el factor de corrección por distancia entre ternos (tabla 10 de la ITC-LAT-06), para una distancia de 40 cm el factor es de 0,86, por lo tanto la intensidad máxima admisible será de 206,4 amperios, superior a los 87,24 amperios calculados.

#### Cálculo de tensión

Aplicando la fórmula de la caída de tensión, para el caso más desfavorable:

$$\Delta U = 1,73 * I * L * (R\cos\phi + X\sin\phi) = 1,73 * 87,24 * 0,4 * (0,206\cos\phi + 0,118\sin\phi) = 14,31V$$

La caída de tensión será de 14,31V, lo que equivale a 0,095%.

#### Intensidad de cortocircuito

Aplicando la expresión de cálculo para la intensidad de cortocircuito con una potencia de cortocircuito de la línea de:

$$S_{cc} = 415MVA$$

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_p} = 16kA$$

Intensidades de cortocircuito admisibles en el conductor (Densidades máximas de corriente de cortocircuito en los conductores de aluminio, en A/mm<sup>2</sup>) según tabla 26 de la ITC-LAT 06 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión:

**Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, para conductores de aluminio**

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, tcc, en segundos									
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
PVC:											
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39
XLPE, EPR y HEPR	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54
HEPR U <sub>0</sub> /U $\leq$ 18/30 kV	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51

\*  $\Delta\theta$  es la diferencia entre la temperatura de servicio permanente y la temperatura de cortocircuito.

En nuestro caso para una duración del cortocircuito de 0,6 segundos, se tiene una intensidad de cortocircuito admisible de 18,3kA, valor superior a los 16kA calculados.

### **Potencia máxima admisible**

La intensidad máxima admisible en servicio permanente, depende de las condiciones del tipo de instalación y la disposición de los conductores.

En nuestro caso se trata de cables unipolares aislados de sección 150mm<sup>2</sup>, directamente enterrados a una distancia entre sí de 40cm. Por lo tanto, según las tablas de la ITC-LAT 06 del RD 233/2008, la intensidad máxima admisible será de 240A. Por lo tanto, la potencia máxima admisible será:

$$P = \sqrt{3} * I * U \approx 6.235kW$$

### **2.1.2. LÍNEA AÉREA**

#### **Densidad máxima de corriente admisible**

Suponiendo que el conductor actual de la línea MT de Son Bordills es un LARL-78.

La densidad máxima de corriente admisible en régimen permanente para corriente alterna y frecuencia de 50 Hz se deduce de la tabla del art.22 del R.L.A.T.

Para el conductor LARL-78 del presente Proyecto Tipo, dicho valor es:

$$\sigma = 3,10 \text{ A/mm}^2$$

Por lo tanto, la intensidad máxima es:

$$I_{cc} = \sigma \cdot S = 244A$$

#### **Caída de tensión**

La caída de tensión por resistencia y reactancia de una línea (despreciando la influencia de la capacidad y la perdictancia) viene dada por la fórmula:

$$\Delta U = I ( R \cos\phi + X \text{ sen } \phi ) \cdot L$$

donde:

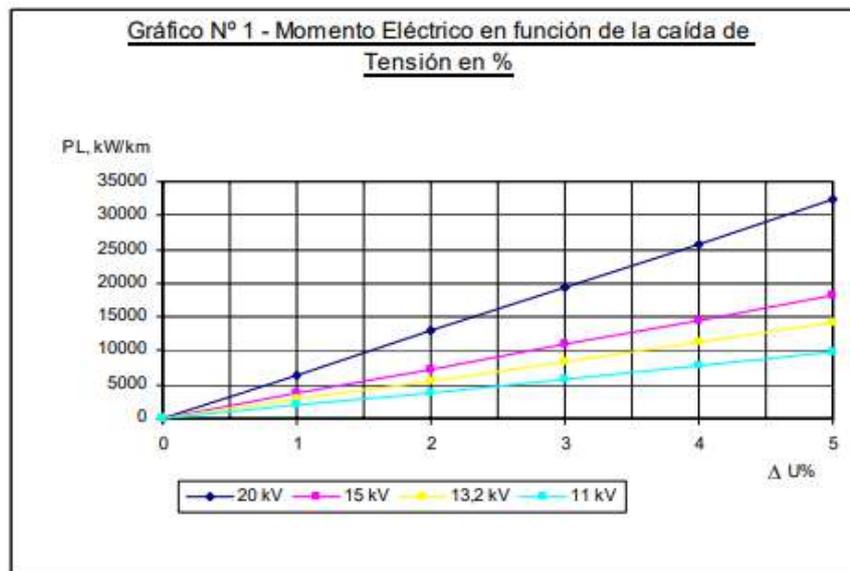
- $\Delta U$  = Caída de la tensión compuesta, expresada en V
- I = Intensidad de la línea en A X = Reactancia por fase en /km
- R = Resistencia por fase en /km
- $\phi$  = Angulo de desfase
- L = Longitud de la línea en kilómetros.

La caída de tensión en tanto por ciento de la tensión compuesta es:

$$\Delta U\% = \frac{P.L}{10.U^2 \cdot \text{Cos}\phi} (R \cdot \text{Cos}\phi + X \cdot \text{tg}\phi) = \frac{P.L}{10.U^2} (R + X \cdot \text{tg}\phi)$$

En el gráfico nº1, se representa la caída de tensión, en función del momento eléctrico PL, para  $\text{Cos } \phi = 0,9$  y tensiones nominales de 20 kV, 15 kV, 13,2 kV y 11 kV, cuyos valores de momento eléctrico en función de tensión nominal y caída de tensión del 5% son:

Un kV	DU %	PL kW.km
20	5	32.267
15	5	18.150
13,2	5	14.055
11	5	9.761



### Potencia a transportar

La potencia que puede transportar la línea está limitada por la intensidad máxima determinada anteriormente y por la caída de tensión, que no deberá exceder del 5%. La máxima potencia a transportar limitada por la intensidad máxima es:

$$P_{\text{máx}} = \sqrt{3} \cdot U \cdot I_{\text{máx}} \cdot \text{Cos}\phi$$

como:  $I_{\text{máx}} = 244$  A tendremos que para un factor de potencia del 0,90 la potencia máxima que puede transportar la línea en función de la tensión nominal será:

Un kV	Pmáx kW
20	7.597
15	5.697
13,2	5.014
11	4.178

### Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea vienen dadas por la fórmula:

$$\Delta P = 3R \cdot L \cdot I^2$$

la pérdida de potencia en tanto por ciento es:

$$\Delta P\% = \frac{P.L.R}{10.U^2.Cos^2\phi}$$

Sustituyendo los valores conocidos de R y U, se tiene para un  $\cos\phi = 0,90$ :

U kV	$\Delta P$ %
20	0,0001315 . PL
15	0,0002338 . PL
13,2	0,0003019 . PL
11	0,0004348 . PL

### 2.1.3. TABLAS DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO

**TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO  
CONDUCTOR LARL78  
ZONA A**

SECCIÓN (mm<sup>2</sup>) 78,6  
 DIÁMETRO (mm) 11,3  
 PESO UNITARIO (daN/m) 0,2585  
 MÓDULO DE ELASTICIDAD (daN/mm<sup>2</sup>) 7500  
 COEFICIENTE DE DILATACIÓN (°C<sup>-1</sup>x 10<sup>-5</sup>) 19,3

CARGA DE ROTURA (daN) 2300  
 TENSE MÁXIMO (daN) 766  
 COEFICIENTE DE SEGURIDAD 3  
 MÁXIMO EDS (15°C) 15% (345 daN)  
 MÁXIMO CHS (-5°C) 20% (460 daN)

VANO (m)	TENSE MÁXIMO (daN)		CHS -5°C (%)		EDS 15°C (%)		HIPÓTESIS DE TENSE MÁXIMO (daN)		FLECHAS MÁXIMAS (m)				FLECHA MÍN. (m)		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO (daN, m)																VANO (m)				
															-5°C+V		15°C+V		50°C		-5°C		+45°C		+40°C		+35°C		+30°C			+25°C		+20°C	
	T	CS	T	%	T	%	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f					
10	464	4,96	459	19,96	234	10,17	464	0,02	251	0,04	29	0,11	459	0,01	34	0,10	42	0,08	56	0,06	84	0,04	127	0,03	179	0,02	234	0,01	290	0,01	346	0,01	402	0,01	10
20	478	4,81	459	19,96	240	10,43	478	0,08	290	0,13	54	0,24	459	0,03	61	0,21	72	0,18	87	0,15	111	0,12	146	0,09	190	0,07	240	0,05	293	0,04	348	0,04	403	0,03	20
30	499	4,61	459	19,96	248	10,78	499	0,16	331	0,25	77	0,38	459	0,06	85	0,34	97	0,30	113	0,26	135	0,22	165	0,18	203	0,14	248	0,12	298	0,10	350	0,08	404	0,07	30
40	522	4,41	459	19,96	258	11,22	522	0,28	370	0,39	97	0,53	459	0,11	107	0,48	119	0,43	135	0,38	156	0,33	183	0,28	218	0,24	258	0,20	304	0,17	354	0,15	406	0,13	40
50	547	4,20	459	19,96	269	11,70	547	0,41	407	0,56	116	0,69	459	0,18	127	0,64	139	0,58	155	0,52	175	0,46	200	0,40	232	0,35	269	0,30	311	0,26	358	0,23	407	0,20	50
60	573	4,01	459	19,96	279	12,13	573	0,57	442	0,74	134	0,87	459	0,25	145	0,80	157	0,74	173	0,67	192	0,60	216	0,54	245	0,47	279	0,42	319	0,37	362	0,32	409	0,28	60
70	598	3,85	459	19,96	289	12,57	598	0,74	475	0,94	150	1,05	459	0,34	161	0,98	174	0,91	190	0,84	208	0,76	231	0,69	258	0,61	289	0,55	326	0,49	367	0,43	411	0,38	70
80	623	3,69	459	19,96	299	13,00	623	0,93	506	1,15	166	1,25	459	0,45	177	1,17	190	1,09	205	1,01	223	0,93	244	0,85	269	0,77	299	0,69	333	0,62	371	0,56	414	0,50	80
90	647	3,55	459	19,96	308	13,39	647	1,14	535	1,37	180	1,45	459	0,57	191	1,37	204	1,28	219	1,20	236	1,11	257	1,02	280	0,93	308	0,85	340	0,77	376	0,70	416	0,63	90
100	670	3,43	459	19,96	317	13,78	670	1,36	562	1,61	194	1,67	459	0,70	205	1,58	217	1,49	232	1,39	249	1,30	268	1,21	291	1,11	317	1,02	347	0,93	381	0,85	418	0,77	100
110	692	3,32	459	19,96	325	14,13	692	1,59	589	1,86	206	1,90	459	0,85	217	1,80	230	1,70	244	1,60	260	1,50	279	1,40	300	1,30	325	1,20	353	1,11	385	1,02	420	0,93	110
120	713	3,23	459	19,96	333	14,48	713	1,83	614	2,13	218	2,13	459	1,01	229	2,03	241	1,93	255	1,82	271	1,72	289	1,61	309	1,50	333	1,40	359	1,30	389	1,20	422	1,10	120
130	734	3,13	459	19,96	340	14,78	734	2,09	638	2,41	229	2,38	459	1,19	240	2,28	252	2,17	266	2,06	281	1,95	298	1,83	318	1,72	340	1,61	365	1,50	393	1,39	424	1,29	130
140	750	3,07	455	19,78	344	14,96	750	2,37	658	2,70	239	2,65	455	1,39	249	2,54	261	2,43	274	2,31	288	2,20	305	2,08	323	1,96	344	1,84	367	1,72	394	1,61	423	1,50	140
150	758	3,03	441	19,17	341	14,83	758	2,69	671	3,04	244	2,98	441	1,65	254	2,86	265	2,74	272	2,62	291	2,50	306	2,38	322	2,26	341	2,13	362	2,01	386	1,88	412	1,76	150
160	758	3,03	420	18,26	333	14,48	758	3,06	677	3,43	247	3,36	420	1,97	256	3,24	266	3,12	276	2,99	288	2,87	302	2,74	317	2,61	333	2,48	351	2,35	372	2,22	395	2,10	160
170	758	3,03	402	17,48	326	14,17	758	3,46	682	3,84	249	3,76	402	2,33	257	3,64	266	3,51	276	3,39	287	3,26	299	3,13	312	3,00	326	2,86	342	2,73	360	2,59	380	2,46	170
180	758	3,03	386	16,78	320	13,91	758	3,88	688	4,28	250	4,18	386	2,71	258	4,06	266	3,93	275	3,81	285	3,67	296	3,54	307	3,41	320	3,27	334	3,13	350	2,99	367	2,85	180
190	758	3,03	373	16,22	315	13,70	758	4,32	692	4,73	252	4,63	373	3,13	259	4,51	267	4,38	275	4,25	284	4,11	293	3,98	304	3,84	315	3,70	327	3,56	341	3,42	356	3,28	190
200	758	3,03	361	15,70	311	13,52	758	4,79	696	5,21	253	5,10	361	3,58	260	4,98	267	4,85	274	4,71	282	4,58	291	4,44	300	4,30	311	4,16	322	4,02	334	3,88	347	3,73	200
210	758	3,03	352	15,30	307	13,35	758	5,28	700	5,72	255	5,60	352	4,06	261	5,47	267	5,34	274	5,20	281	5,07	289	4,93	298	4,79	307	4,65	317	4,50	327	4,36	339	4,21	210
220	758	3,03	343	14,91	304	13,22	758	5,80	704	6,24	256	6,12	343	4,56	261	5,99	267	5,85	274	5,72	280	5,58	288	5,44	295	5,30	304	5,16	312	5,01	322	4,86	332	4,71	220
230	758	3,03	336	14,61	301	13,09	758	6,34	707	6,79	257	6,66	336	5,09	262	6,53	268	6,39	273	6,26	280	6,12	286	5,98	293	5,84	301	5,69	309	5,54	317	5,39	326	5,24	230
240	758	3,03	330	14,35	298	12,96	758	6,90	710	7,36	258	7,23	330	5,64	263	7,09	268	6,96	273	6,82	279	6,68	285	6,54	291	6,40	298	6,25	305	6,10	313	5,95	321	5,80	240
250	758	3,03	325	14,13	296	12,87	758	7,49	713	7,96	259	7,82	325	6,22	263	7,68	268	7,55	273	7,41	278	7,27	284	7,12	290	6,98	296	6,83	302	6,68	309	6,53	317	6,38	250
260	758	3,03	320	13,91	294	12,78	758	8,10	716	8,58	259	8,43	320	6,83	264	8,30	268	8,16	273	8,02	278	7,88	283	7,73	288	7,59	294	7,44	300	7,29	306	7,14	313	6,99	260
270	758	3,03	316	13,74	292	12,70	758	8,74	718	9,22	260	9,07	316	7,46	264	8,93	268	8,79	273	8,65	277	8,51	282	8,37	287	8,22	292	8,07	298	7,92	303	7,77	310	7,62	270
280	758	3,03	312	13,57	291	12,65	758	9,40	720	9,89	261	9,73	312	8,12	264	9,59	268	9,45	272	9,31	277	9,17	281	9,03	286	8,88	291	8,73	296	8,58	301	8,43	307	8,27	280
290	758	3,03	309	13,43	289	12,57	758	10,38	722	10,58	261	10,42	309	8,80	265	10,28	268	10,14	272	10,00	276	9,85	280	9,71	285	9,56	289	9,41	294	9,26	299	9,11	304	8,95	290
300	758	3,03	306	13,30	288	12,52	758	10,79	724	11,29	262	11,13	306	9,50	265	10,99	269	10,85	272	10,71	276	10,56	280	10,41	284	10,27	288	10,12	292	9,97	297	9,81	301	9,66	300

T: componente horizontal de la tensión del conductor (daN). F: Flecha (m). CS: Coeficiente de Seguridad.

**TABLA DE CÁLCULO MECÁNICO Y TENDIDO  
CONDUCTOR LARL56  
ZONA A**

SECCIÓN (mm<sup>2</sup>) 54,6  
DIÁMETRO (mm) 9,45  
PESO UNITARIO (daN/m) 0,1795  
MÓDULO DE ELASTICIDAD (daN/mm<sup>2</sup>) 7500  
COEFICIENTE DE DILATACIÓN (°C<sup>-1</sup>x 10<sup>-6</sup>) 19,3

CARGA DE ROTURA (daN) 1720  
TENSE MÁXIMO (daN) 573  
COEFICIENTE DE SEGURIDAD 3  
MÁXIMO EDS (15°C) 15% (258 daN)  
MÁXIMO CHS (-5°C) 20% (344 daN)

VANO (m)	TENSE MÁXIMO (daN)		CHS -5°C (%)		EDS 15°C (%)		HIPÓTESIS DE TENSE MÁXIMO (daN)		FLECHAS MÁXIMAS (m)				FLECHA MÍN. (m)		TENSES Y FLECHAS DE TENDIDO (daN,m)																VANO (m)				
															-5°C+V		15°C+V		50°C		-5°C		+45°C		+40°C		+35°C		+30°C			+25°C		+20°C	
	T	CS	T	%	T	%	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f	T	f					
10	348	4,94	343	19,94	186	10,81	348	0,02	200	0,04	22	0,10	343	0,01	26	0,09	34	0,07	49	0,05	76	0,03	110	0,02	147	0,02	186	0,01	225	0,01	264	0,01	304	0,01	10
20	360	4,78	343	19,94	189	10,99	360	0,08	229	0,13	41	0,22	343	0,03	47	0,19	56	0,16	70	0,13	91	0,10	119	0,08	153	0,06	189	0,05	227	0,04	265	0,03	304	0,03	20
30	377	4,56	343	19,94	194	11,28	377	0,18	261	0,26	57	0,35	343	0,06	64	0,32	74	0,27	87	0,23	106	0,19	131	0,15	160	0,13	194	0,10	230	0,09	267	0,08	305	0,07	30
40	397	4,33	343	19,94	200	11,63	397	0,30	291	0,41	72	0,50	343	0,10	80	0,45	90	0,40	103	0,35	120	0,30	142	0,25	169	0,21	200	0,18	233	0,15	269	0,13	305	0,12	40
50	418	4,11	343	19,94	206	11,98	418	0,45	320	0,58	85	0,66	343	0,16	93	0,60	104	0,54	116	0,48	133	0,42	153	0,37	177	0,32	206	0,27	237	0,24	271	0,21	306	0,18	50
60	439	3,92	343	19,94	212	12,33	439	0,61	348	0,77	98	0,83	343	0,24	106	0,76	116	0,69	129	0,63	144	0,56	163	0,49	186	0,43	212	0,38	242	0,33	274	0,30	308	0,26	60
70	460	3,74	343	19,94	218	12,67	460	0,79	374	0,97	110	1,00	343	0,32	118	0,93	128	0,86	140	0,78	155	0,71	173	0,64	194	0,57	218	0,50	246	0,45	276	0,40	309	0,36	70
80	480	3,58	343	19,94	225	13,08	480	0,99	398	1,19	121	1,19	343	0,42	129	1,11	139	1,03	151	0,95	165	0,87	182	0,79	202	0,71	225	0,64	251	0,57	279	0,51	310	0,46	80
90	500	3,44	343	19,94	231	13,43	500	1,20	422	1,43	131	1,39	343	0,53	139	1,30	149	1,22	161	1,13	175	1,04	191	0,95	209	0,87	231	0,79	255	0,71	282	0,64	312	0,58	90
100	520	3,31	343	19,94	236	13,72	520	1,43	444	1,67	140	1,60	343	0,65	149	1,51	159	1,41	170	1,32	183	1,22	199	1,13	216	1,04	236	0,95	259	0,87	285	0,79	313	0,72	100
110	538	3,20	343	19,94	242	14,07	538	1,67	465	1,93	149	1,82	343	0,79	158	1,72	168	1,62	179	1,52	191	1,42	206	1,32	223	1,22	242	1,12	264	1,03	288	0,94	314	0,86	110
120	556	3,09	343	19,94	247	14,36	556	1,93	486	2,20	158	2,05	343	0,94	166	1,94	176	1,84	187	1,73	199	1,62	213	1,52	229	1,41	247	1,31	268	1,21	290	1,11	316	1,02	120
130	565	3,04	331	19,24	244	14,19	565	2,22	498	2,52	163	2,33	331	1,15	170	2,23	179	2,12	189	2,01	200	1,89	213	1,78	227	1,67	244	1,56	262	1,45	283	1,34	306	1,24	130
140	565	3,04	308	17,91	234	13,60	565	2,58	503	2,90	163	2,69	308	1,43	170	2,58	178	2,47	187	2,35	197	2,24	208	2,12	220	2,00	234	1,88	249	1,76	267	1,65	286	1,54	140
150	565	3,04	288	16,74	225	13,08	565	2,96	508	3,30	164	3,08	288	1,75	170	2,96	177	2,85	185	2,73	193	2,61	203	2,49	213	2,37	225	2,24	239	2,12	253	1,99	270	1,87	150
160	565	3,04	272	15,81	218	12,67	565	3,37	512	3,72	165	3,49	272	2,11	170	3,37	177	3,25	183	3,13	191	3,01	199	2,89	208	2,76	218	2,63	230	2,50	242	2,37	256	2,24	160
170	565	3,04	258	15,00	213	12,38	565	3,81	516	4,17	165	3,93	258	2,52	170	3,81	176	3,69	182	3,56	189	3,44	196	3,31	204	3,18	213	3,05	222	2,92	233	2,79	245	2,65	170
180	565	3,04	246	14,30	208	12,09	565	4,27	519	4,64	166	4,39	246	2,95	170	4,27	175	4,15	181	4,02	187	3,90	193	3,77	200	3,64	208	3,50	216	3,37	225	3,23	235	3,09	180
190	565	3,04	237	13,78	204	11,86	565	4,75	522	5,14	166	4,88	237	3,42	170	4,76	175	4,63	180	4,51	185	4,38	191	4,25	197	4,12	204	3,98	211	3,84	219	3,71	227	3,56	190
200	565	3,04	229	13,31	200	11,63	565	5,27	525	5,67	167	5,39	229	3,92	170	5,27	175	5,15	179	5,02	184	4,89	189	4,76	194	4,62	200	4,49	206	4,35	213	4,21	221	4,07	200
210	565	3,04	222	12,91	197	11,45	565	5,81	528	6,22	167	5,93	222	4,45	170	5,81	174	5,68	178	5,56	183	5,43	187	5,29	192	5,16	197	5,02	203	4,88	209	4,74	215	4,60	210
220	565	3,04	217	12,62	195	11,34	565	6,38	530	6,79	167	6,50	217	5,01	170	6,38	174	6,25	178	6,12	181	5,99	186	5,86	190	5,72	195	5,58	200	5,45	205	5,30	211	5,16	220
230	565	3,04	212	12,33	192	11,16	565	6,97	533	7,40	167	7,10	212	5,60	170	6,97	174	6,84	177	6,71	181	6,58	184	6,45	188	6,31	192	6,17	197	6,03	202	5,89	207	5,75	230
240	565	3,04	208	12,09	191	11,10	565	7,59	535	8,02	168	7,72	208	6,22	170	7,59	173	7,46	176	7,33	180	7,20	183	7,06	187	6,93	191	6,79	195	6,65	199	6,51	203	6,36	240
250	565	3,04	205	11,92	189	10,99	565	8,24	536	8,68	168	8,37	205	6,86	170	8,24	173	8,11	176	7,98	179	7,84	182	7,71	185	7,57	189	7,43	192	7,29	196	7,15	200	7,01	250
260	565	3,04	202	11,74	187	10,87	565	8,91	538	9,36	168	9,04	202	7,53	170	8,91	173	8,78	176	8,65	178	8,51	181	8,38	184	8,24	187	8,10	191	7,96	194	7,82	198	7,68	260
270	565	3,04	199	11,57	186	10,81	565	9,61	540	10,06	168	9,74	199	8,23	170	9,61	173	9,48	175	9,35	178	9,21	180	9,08	183	8,94	186	8,80	189	8,66	192	8,52	196	8,37	270
280	565	3,04	197	11,45	185	10,76	565	10,33	541	10,79	168	10,47	197	8,95	170	10,34	173	10,21	175	10,07	177	9,94	180	9,80	182	9,66	185	9,53	188	9,38	191	9,24	194	9,10	280
290	565	3,04	195	11,34	184	10,70	565	11,09	542	11,55	169	11,22	195	9,70	170	11,09	173	10,96	175	10,82	177	10,69	179	10,55	181	10,42	184	10,28	186	10,14	189	9,99	192	9,85	290
300	565	3,04	193	11,22	183	10,64	565	11,87	544	12,34	169	12,00	193	10,48	170	11,87	172	11,74	174	11,60	176	11,47	179	11,33	181	11,19	183	11,05	185	10,91	188	10,77	190	10,63	300

T: componente horizontal de la tensión del conductor (daN). F: Flecha (m). CS: Coeficiente de Seguridad.

Artà, julio 2020

Jaume Sureda Bonnin  
Ingeniero Técnico Industrial Col. 700 C.O.E.T.I.B

Fernando Peral Gutiérrez  
Ingeniero Industrial Col. 584 C.O.E.I.B

**PLAN DE CONTROL Y CALIDAD**

**INSTALACIÓN DE PARQUE  
FOTOVOLTAICO DE 1608,00 kW<sub>p</sub> Y  
1.140,00 kW “SON BORDILLS”**

**Polígono 4 - Parcelas 39 y 152; T.M. Inca; Illes Balears**

## **INDICE**

- 1. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN**
- 2. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN**
- 3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE RECEPCIÓN DE MATERIALES**
  - 3.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS: VERIFICACIÓN CUMPLIMIENTO ESPECIFICACIONES**
  - 3.2 CONTROL DE RECEPCIÓN DE MATERIALES RECIBIDOS POR TRANSPORTE AJENO**
  - 3.3 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN, RECHAZO Y LIBERACIÓN DE MATERIALES**
  - 3.4 NO CONFORMIDADES DE ESTE PROCESO**
  - 3.5 RESPONSABILIDADES**
  - 3.6 ARCHIVOS Y REGISTROS GENERADOS**
  - 3.7 ANEXOS**
    - 3.7.1 FORMATO LISTADO DE MATERIALES RECHAZADOS**
    - 3.7.2 FORMATO ETIQUETA IDENTIFICATIVA**
- 4. PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS**
  - 4.1 VERIFICACIÓN DE EJECUCIÓN SEGÚN PLANIFICACIÓN**
  - 4.2 COMPROBACIONES Y VERIFICACIONES EXPRESAS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**
    - 4.2.1 ESTRUCTURA**
    - 4.2.2 CABLEADO**
    - 4.2.3 INVERSORES**
    - 4.2.4 DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN**
    - 4.2.5 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**
    - 4.2.6 MONITORIZACIÓN**
    - 4.2.7 RECONCILIACIÓN CON EL INFORME DE PRODUCCIÓN**
    - 4.2.8 DOCUMENTACIÓN**

## 1. OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

En el apartado 2 del presente anexo se recogen el conjunto de normativas legales de aplicación para llevar a cabo el control de recepción de materiales y el control de calidad.

En el apartado 3 del presente anexo se recoge el control que se realiza a los materiales adquiridos y recibidos en los almacenes de la empresa por transporte ajeno y con destino a su venta, así como su identificación.

En el apartado 4 del presente anexo se recoge el plan de control de calidad de los trabajos ejecutados, que debe ser revisado por el Director de la ejecución de la obra, el cual podrá modificarlo si lo considera oportuno atendiendo a las características del proyecto, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones, a las indicaciones del Director de Obra, a las disposiciones establecidas en el Código Técnico de Edificación (CTE) y en las normas y reglamentos vigentes, y a las consideraciones que el Director de la ejecución de la obra estime oportunas en función de las características específicas de la misma.

El documento ha sido elaborado basado en las instrucciones técnicas complementarias ITC-BT- 04. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones y ITC-BT-05. Verificaciones e inspecciones.

El Plan de Control de la obra se ajustará al esquema siguiente:

- Control de recepción de materiales (véase documento “Plan de control de la recepción de los materiales”)
- Control de ejecución de la obra
- Control de obra terminada

Para ello:

- a) El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- b) El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.
- c) La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

## 2. NORMATIVA LEGAL DE APLICACIÓN

- Decreto 59/1994 Control de materiales (CAIB)
- Instrucción EHE-08
- Instrucción RC-08
- Código Técnico de la Edificación
- Certificación de hormigón: Se realizará el control en base a la instrucción estructural recogida en el R.D. 2.661/1998, de 11 de diciembre, concretamente en base a la Instrucción EHE-08.
- Certificación de cableado: Confirmación de cumplimiento de normativa IEC y marcado CE. Se exigirá certificado de aprobación al fabricante.

- Módulos fotovoltaicos: Cumplimiento de normativa IEC-61215 y marcado CE. Se exigirá certificado de aprobación al fabricante y ensayo del 1% de los módulos FV del proyecto por laboratorio autorizado independiente al fabricante, verificando las características principales del módulo según IEC-61215.
- Inversores: Cumplimiento normativa EN 60950, grado de protección IP65. Rendimiento máximo superior al 98.5%. Marcado CE y certificado por parte del fabricante en el que indique el grado de cumplimiento en cuanto a protección de máxima y mínima tensión de salida en alterna y protección de máxima y mínima frecuencia, todo ello conforme a la ITC-BT-40, del R.D. 842/2002, de 2 de agosto.
- R.D. 824/88 Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras con forjados unidireccionales de hormigón armado o pretensado.
- R.D. 823/93 Instrucción para la recepción de cementos.

El presente proyecto cumplirá lo establecido en el Decreto de la C.A.I.B. 59/1994 referente al "Control de Calidad de la Edificación y su Uso y Mantenimiento".

A continuación se transcribe un extracto de los artículos más importantes del Decreto 59/1994:

### ***CAPITULO III, Del programa de control***

***Art. 4.-*** Se deberá redactar y dirigir el correspondiente Programa de Control en el que se detallarán las actuaciones derivadas de las especificaciones y criterios establecidos en el proyecto de ejecución.

***Art. 5.-*** El programa de control deberá indicar:

- 1) Detallar los criterios de recepción de materiales, especificando los que tienen distintivo de calidad oficialmente reconocido.*
- 2) Definición de lotes, muestras y ensayos a realizar, de acuerdo con la normativa de aplicación*
- 3) Definir los criterios de aceptación o rechazo de lotes controlados.*
- 4) Fijar las condiciones en las que deban realizarse los contraensayos, de acuerdo con la normativa aplicable.*

***Art. 6.-*** El programa de control forma parte de la documentación de la obra, siendo necesaria para el inicio de esta, y deberá constar su existencia en el Libro de Ordenes y Asistencias.

### ***CAPITULO IV, De la ejecución del Control***

***Art. 7.-*** Las incidencias que surjan en el transcurso de la obra, en relación al Programa de Control de Calidad, y los resultados obtenidos deberán reflejarse en el Libro de Ordenes y Asistencias.

***Art. 8.-*** Los ensayos serán realizados por laboratorios acreditados.

***Art. 9.-*** Terminada la obra, el técnico director del Programa de Control certificará el cumplimiento del mismo, así como los resultados obtenidos en relación con los criterios de calidad establecidos, acreditándolo ante el Colegio respectivo mediante la presentación de la

*documentación oportuna.*

## ***CAPITULO V, De la verificación del cumplimiento del control.***

### ***Art. 10.-***

*1) La Consellería de Obras y Ordenación del Territorio, a través de sus servicios técnicos podrá inspeccionar en cualquier momento las obras, para verificar el cumplimiento del Programa de Control, previa citación del técnico responsable.*

El presente proyecto cumplirá lo establecido en el Decreto de la C.A.I.B. 59/1994 referente al "Control de Calidad de la Edificación y su Uso y Mantenimiento.

### **3. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE RECEPCIÓN DE MATERIALES**

En este apartado se recoge el control que se realiza a los materiales adquiridos y recibidos en los almacenes de la empresa por transporte ajeno y con destino a su venta, así como su identificación.

La naturaleza y frecuencia de los ensayos y/o controles a realizar, tanto para la recepción de los materiales y acopios como de las distintas unidades o conjunto de ellas, se hará siguiendo las indicaciones recogidas en las siguientes publicaciones, como indicado en el Pliego de Condiciones Técnicas:

- **Certificación de hormigón:** Se realizará el control en base a la instrucción estructural recogida en el R.D. 2.661/1998, de 11 de diciembre, concretamente en base a la Instrucción EHE-08.
- **Certificación de cableado:** Confirmación de cumplimiento de normativa IEC y marcado CE. Se exigirá certificado de aprobación al fabricante.
- **Módulos fotovoltaicos:** Cumplimiento de normativa IEC-61215 y marcado CE. Se exigirá certificado de aprobación al fabricante y ensayo del 1% de los módulos FV del proyecto por laboratorio autorizado independiente al fabricante, verificando las características principales del módulo según IEC-61215.
- **Inversores:** Cumplimiento normativa EN 60950, grado de protección IP65. Rendimiento máximo superior al 98.5%. Marcado CE y certificado por parte del fabricante en el que indique el grado de cumplimiento en cuanto a protección de máxima y mínima tensión de salida en alterna y protección de máxima y mínima frecuencia, todo ello conforme a la ITC-BT-40, del R.D. 842/2002, de 2 de agosto.

#### **3.1 MÓDULOS FOTOVOLTAICOS: VERIFICACIÓN CUMPLIMIENTO ESPECIFICACIONES**

El contratista, aleatoriamente tiene que seleccionar el 1% de los módulos fotovoltaicos y encargar un laboratorio homologado con la verificación del cumplimiento de las especificaciones del fabricante.

### 3.2 CONTROL DE RECEPCIÓN DE MATERIALES RECIBIDOS POR TRANSPORTE AJENO

1. En el momento de la recepción del material, el receptor dispone de información sobre los pedidos realizados por Compras a los proveedores. No obstante, se recomienda que Compras pase copia de los pedidos que el receptor le haya solicitado, por comodidad para estos últimos.
2. La falta de certificados de calidad con el material no es motivo para rechazarlo (a menos que se indique lo contrario en la petición de compra) pues ha podido llegar previamente por fax o correo o quizás estén en camino. Además, no todos los materiales adquiridos son certificables.
3. Al llegar la mercancía, los responsables de recepción verifican que se cumplen los siguientes puntos:
  - Coinciden en cantidad y tipo, el material recepcionado con la copia del “Pedido al Proveedor”, y con el “Albarán de Entrega”.
  - El estado superficial es satisfactorio, libre de óxidos, golpes, daños del embalaje o incluso de la mercancía, etc.
  - Si se reciben certificados del material con el albarán, se entregan al departamento de Control de Calidad, a menos que dicho certificado sea a su vez albarán.
4. Tras la verificación anterior pueden darse tres casos:
  - El material no es aceptado y se lo vuelve a llevar el transportista: En este caso la persona que recepciona la mercancía anota en el albarán los motivos del rechazo, escribe “RECHAZADO” en la posición correspondiente del albarán y lo firma. La copia del albarán es entregada al Director de Obras que, entre otras cosas, registrará la incidencia correspondiente. Fin del Proceso.
  - El material es aceptado: La persona que recepciona el material firma el albarán y entrega la copia al Director de Obras.
  - El material no se acepta, pero se descarga: Por imposibilidad de que el transportista se vuelva a llevar el material rechazado, o por si existe posibilidad de acuerdo con el proveedor, el material se descarga. La persona que hace la recepción escribe en la posición del albarán correspondiente a ese material “MATERIAL RECHAZADO Y EN DEPÓSITO” y firma el original, indicando los motivos del rechazo. Luego entrega la copia del albarán al Director de Obras, que entre registrará y procederá a resolver la incidencia correspondiente.
5. Una vez aceptado el material, el receptor debe proceder a su identificación mediante una etiqueta, completando los siguientes datos:
  - **FORMATO:** tipo y dimensiones del material
  - **PAQUETE:** Número de albarán + núm. Paquete (si hay varios iguales en el mismo albarán) + iniciales del proveedor
  - **CALIDAD:** (dejar en blanco)
  - **COLADA:** (dejar en blanco)
  - **INSPECCIÓN:** escribir “CONFORME”

La etiqueta debe colocarse de modo que no se suelte del paquete, mediante clips o alambre, preferiblemente en uno de los extremos del paquete para facilitar su acceso desde los pasillos del almacén. No es necesario quitar la etiqueta del proveedor, salvo que se comunique lo contrario.

6. El material rechazado y descargado debe quedar identificado de tal modo que se evite su uso accidental como material conforme. Para ello se utilizará la etiqueta de identificación, salvo que en este caso (material rechazado y en depósito) no son necesarios más que los siguientes datos:
  - **FORMATO:** (opcional)
  - **PAQUETE:** Número de albarán + iniciales del proveedor
  - **CALIDAD:** (dejar en blanco)
  - **COLADA:** (dejar en blanco)
  - **INSPECCIÓN:** escribir “RECHAZADO”

Ante la imposibilidad de destinar una zona del almacén a productos rechazados, se debe asegurar en todo momento el etiquetado. No está permitido utilizar este material bajo ningún concepto, a menos que el responsable de Control de Calidad lo autorice reclasificándolo previamente.

Tras rechazar un material procedente de un proveedor, debe anotarse el rechazo en el Listado de Materiales Rechazados, que sirve de documento de control de estos productos. Este registro es realizado por el responsable de Control de Calidad.

7. Al margen del control superficial y cuantitativo al que se someten todos los materiales recibidos comentado en el punto (3) y en función del histórico de incidencias del proveedor, de que posea certificados del material, del proceso y/o de su sistema de gestión de calidad, el responsable de Control de Calidad determina si es necesario un examen más minucioso del pedido en cuestión.
8. Para ello, dispone de un listado donde mantiene actualizada la clasificación de los proveedores respecto de estas inspecciones posteriores a la recepción.
9. Debido a que estas inspecciones pueden llevar un tiempo considerable, esta inspección se realiza tras la recepción del material.
10. En caso de que estas inspecciones resulten conformes, el responsable de Control de Calidad anota “COMPROBADO” en la etiqueta del paquete, junto a la palabra “CONFORME”.
11. Si se decide rechazarlo, el responsable de Control de Calidad escribe “RECHAZADO” en su etiqueta e informa al Director de Obras por si ha de realizar un nuevo pedido (ver punto (6)). Tras esto, anota el rechazo en el Listado de Materiales Rechazados.
12. Tras las inspecciones detalladas en los puntos (3) y (7) y en función de los resultados, es posible que el responsable de Control de Calidad vea necesario variar el tipo de control a realizar al proveedor en cuestión, bien aumentando o bien disminuyendo la frecuencia y/o exhaustividad de las inspecciones.
13. Existen circunstancias en las que no es posible, no interesa o se ha llegado a un acuerdo con el proveedor para no devolver el material rechazado. En estos casos el responsable de Control de Calidad es la única persona que puede liberar el material, previo pacto con el proveedor, reclasificación del material e identificación correspondiente del mismo. En estos casos anota la decisión en el Listado de Materiales Rechazados.

Al final de todo este proceso, se consigue que todos los materiales conformes hayan sido comprobados en mayor o menor grado en función del histórico de incidencias, que posean la etiqueta identificativa correspondiente y que estén listos para ser almacenados o montados. Por otro lado, todos los materiales

no conformes quedan identificados como tales a la espera de ser devueltos o reclasificados, evitando así su uso o venta accidental.

### 3.3 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN, RECHAZO Y LIBERACIÓN DE MATERIALES

Al margen del aspecto superficial (óxido y/o cualquier otro desperfecto), los criterios de aceptación y rechazo de los materiales destinados a la venta a los clientes están basados en las normas UNE de fabricación y de tolerancias correspondientes a cada una de las calidades a las que hace referencia cada material.

Los criterios dados por esta normativa se tienen en cuenta siempre y cuando no se especifiquen otros criterios distintos, bien por el cliente hacia la organización o bien por la organización hacia sus proveedores.

El responsable de Control de Calidad puede liberar un material rechazado previa reclasificación del material. Las calidades o características resultantes de dicha reclasificación ha de quedar perfectamente identificada en el material y comunicada al cliente que solicite dicho material.

### 3.4 NO CONFORMIDADES DE ESTE PROCESO

Se consideran como No Conformidades de este proceso lo siguiente:

- Admitir un material procedente de un proveedor sin ejecutar las actividades de control de recepción acordadas en este procedimiento documentado.
- No identificar un paquete procedente de un proveedor con al menos el número de albarán.
- No identificar un material rechazado como tal.
- Utilizar un material identificado como “Rechazado” sin que sea liberado previamente por personal capacitado para ello.
- Rechazar o Liberar un material sin anotarlo en el “Listado de Materiales Rechazados”.
- No comunicar al Director de Obras cualquier anomalía en cuanto a la recepción de los materiales pedidos por este departamento.

### 3.5 RESPONSABILIDADES

El personal implicado y sus responsabilidades se detallan a continuación:

- **Responsable de Gestión de Calidad:** Ha de verificar periódicamente que se cumplen los requisitos descritos en este documento, abriendo, registrando y realizando el seguimiento oportuno de las No Conformidades correspondientes en caso de observar cualquier anomalía al respecto.
- **Responsable de Control de Calidad:** Determina y realiza los controles específicos indicados en el punto (7). Además, es el responsable de cumplimentar el Listado de Materiales Rechazados.
- **Responsables de Almacén:** Realizan el control cuantitativo (las cantidades pedidas han de corresponder a lo recibido) y el control superficial del material. Cumplimentan los albaranes según lo expuesto. Etiquetan el material para su correcta identificación. Entregan las copias de los albaranes de entrega a Compras.
- **Personal de Compras:** (Recomendado) Cuando es posible, pasan copia a almacén de los pedidos solicitados por estos. Reciben los albaranes conformados y registran las incidencias correspondientes si las hay.

Los responsables de cumplir directamente con este procedimiento, departamentos de Control de Calidad y Almacén, deben asegurar en todo momento que los materiales que ingresan no se utilizan, procesan o son comercializados mientras no hayan sido aceptados e identificados según se indica en este documento.

El personal de almacén ha de cuidar que no se desprendan las etiquetas de los materiales durante su manipulación. Además, no utilizarán los materiales identificados como no conformes bajo ningún pretexto.

### 3.6 ARCHIVOS Y REGISTROS GENERADOS

- Albarán del Proveedor con anotaciones de recepción
- Registro de Material Rechazado (distinto del registro de la incidencia)
- Archivo de Controles a Proveedores

### 3.7 ANEXOS

#### FORMATO LISTADO DE MATERIALES RECHAZADOS

LISTADO DE MATERIALES RECHAZADOS										Página ___ de ___	
Motivo del rechazo											
Liberado por											
Devuelto											
Proveedor											
Albarán											
Fecha recepción											
Detectado por											
Número rechazo											

## FORMATO ETIQUETA IDENTIFICATIVA

<b>Contrata:</b>	<b>Dirección:</b>
	<b>Teléfono:</b>
	<b>eMail:</b>
<b>Formato:</b>	
<b>Paquete:</b>	
<b>Calidad:</b>	
<b>Colada:</b>	
<b>Inspección:</b>	

### 3.8 PLAN DE CONTROL DE CALIDAD DE LOS TRABAJOS EJECUTADOS

Como se comentaba anteriormente, el presente capítulo recoge el plan de control de calidad de los trabajos ejecutados, que debe ser revisado por el Director de la ejecución de la obra, el cual podrá modificarlo si lo considera oportuno atendiendo a las características del proyecto, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones, a las indicaciones del Director de Obra, a las disposiciones establecidas en el Código Técnico de Edificación (CTE) y en las normas y reglamentos vigentes, y a las consideraciones que el Director de la ejecución de la obra estime oportunas en función de las características específicas de la misma.

El documento ha sido elaborado basado en las instrucciones técnicas complementarias ITC-BT- 04. Documentación y puesta en servicio de las instalaciones y ITC-BT-05. Verificaciones e inspecciones.

El Plan de Control de la obra se ajustará al esquema siguiente:

- Control de recepción de materiales (véase punto 3.3 “Plan de control de la recepción de los materiales”)
- Control de ejecución de la obra
- Control de obra terminada

Para ello:

- El director de la ejecución de la obra recopilará la documentación del control realizado, verificando que es conforme con lo establecido en el proyecto, sus anejos y modificaciones.
- El constructor recabará de los suministradores de productos y facilitará al director de obra y al director de la ejecución de la obra la documentación de los productos anteriormente señalada, así como sus instrucciones de uso y mantenimiento, y las garantías correspondientes cuando proceda.
- La documentación de calidad preparada por el constructor sobre cada una de las unidades de obra podrá servir, si así lo autorizara el director de la ejecución de la obra, como parte del control de calidad de la obra.

### 3.9 VERIFICACIÓN DE EJECUCIÓN SEGÚN PLANIFICACIÓN

Comprobación de todos los elementos de la instalación (estructura, módulos, inversores, cableado, dispositivos de conmutación, monitorización, conexión a la red, ...) "in situ" y verificación de su conformidad con el proyecto, cumplimiento de las especificaciones del fabricante, calidad de la construcción y conformidad con las normas y los reglamentos pertinentes.

### **3.10 COMPROBACIONES Y VERIFICACIONES EXPRESAS DE UNA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA**

#### **ESTRUCTURA**

Previo al hincado de la estructura, deberá realizarse el ensayo de hincado y resistencia al arranque. Igualmente se realizarán ensayos físico-químicos del terreno para verificar la agresividad del terreno y la no afección a la estructura. Solo una vez que su resultado resulte favorable, corroborando la idoneidad del tipo de cimentación seleccionada y su profundidad de hinca, se comenzará a ejecutar la estructura. Justificación mediante informes aceptados por la Dirección de obra.

Se realizan ensayos de hinca y carga; es decir, se establece la hincabilidad del terreno y el empotramiento necesario con objetivo de demostrar la conformidad con las especificaciones del fabricante de la estructura.

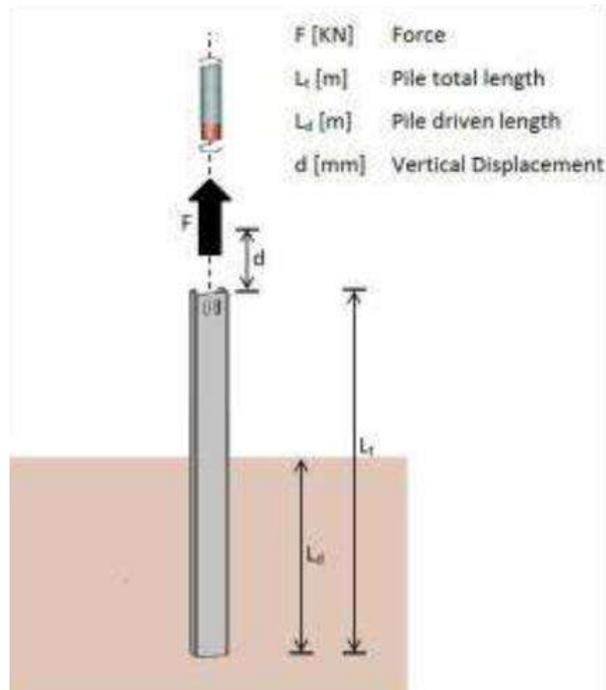
Los ensayos se realizan sobre perfiles hincados directamente, o hincados previa preparación del terreno, tras un pretaladrado del mismo, relleno, etc.

Para la realización de los ensayos, una vez efectuada la hinca, se utilizará el siguiente equipamiento:

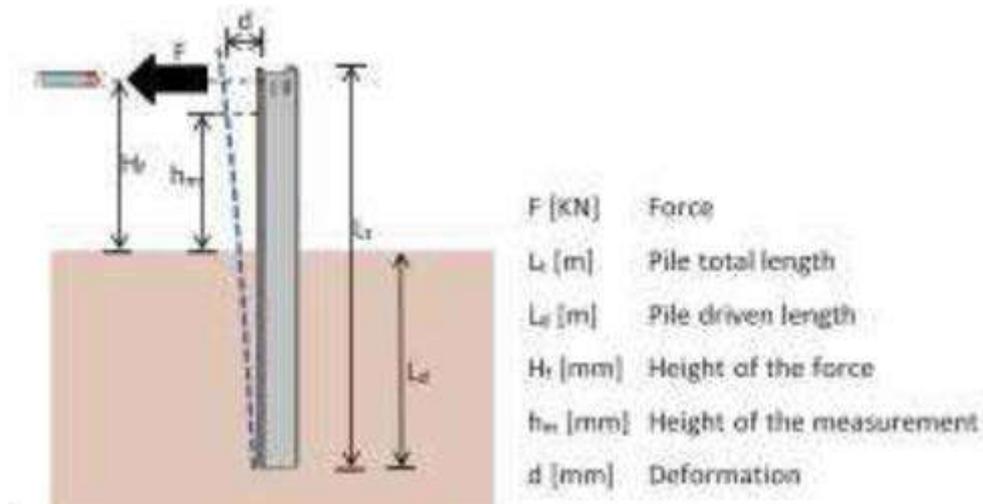
1. Herramienta de aplicación de la carga tanto en horizontal como en vertical, la cual puede ser una grúa, máquina perforadora, excavadora, gato hidráulico, etc., capaz de aplicar la carga necesaria.
2. Un dinamómetro debidamente calibrado con tolerancias de +/- 1kN.
3. Un herramienta de medición de desplazamiento con una tolerancia de +/- 1 mm.
4. Un cronómetro con una tolerancia de +/- 1 s.

Se realizan ensayos de tracción vertical y horizontal

Ensayo de tracción vertical:



Ensayo de tracción horizontal:



Para cada escalón de carga se realiza la correspondiente medida de desplazamiento. El ensayo termina cuando finalicen todos los escalones de carga, cuando en algún momento se supere la tolerancia de deformación permitida, o cuando se extraiga el perfil.

Una vez realizados los ensayos se elabora un informe con la siguiente información:

- Explicación de los ensayos realizados, en cuanto a número de ensayos, zonas establecidas, maquinaria, herramienta utilizada para los ensayos, estado del terreno, fechas, climatología, etc. Características geotécnicas generales de la zona de estudio. Apéndice fotográfico.
- Plano de situación de los ensayos realizados, donde se observe la posición con coordenadas UTM en "x" y en "y".
- Se adjuntará una ficha por cada ensayo con la siguiente información:
- Denominación del proyecto, número de ensayo, tipo de poste, longitud.

- Descripción de la cimentación ejecutada (hinca directa, pretaladro, profundidad empotramiento,
- inclinación de la carga, etc.).
- Cargas de diseño.
- Tabla con valores numéricos de cargas y desplazamientos.
- Criterio de validación.
- Gráfica donde se relacione la carga y el desplazamiento.
- Conclusiones.
- Comprobación de que la agresividad del terreno no supere los valores indicados por el fabricante de las hincas a través de ensayos físico-químicos.
- Demás comprobaciones:
- Anclajes según normativa UNE EN 1537:2001
- Revisión óptica y superficial
- Muestras al azar de las conexiones atornilladas
- Colocación correcta de las grapas de los módulos y comprobación de los puntos de sujeción según especificaciones del fabricante

#### **CABLEADO**

- Uso de conectores de un mismo fabricante
- Verificación de especificaciones y secciones según el proyecto
- Comprobación de una fijación correcta, sobre todo también en tendido verticales, preferiblemente a través de arazaderas, evitando bridas
- Verificación de un reparto de módulos y strings según proyecto
- Evitar roces y/o dobleces

#### **INVERSORES**

- Verificación de un montaje profesional con sombra y un suministro libre para la ventilación, evitando cortocircuito del aire ventilado

#### **DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN**

- Comprobación del uso de prensacables adecuados
- Comprobación de una fijación firme de las conexiones
- Comprobación del uso de terminales de cables adecuados (en concreto también en la transición de cables de aluminio a conexiones de cobre)
- Ensayo de todos los componentes y equipos relevantes de seguridad
  - Equipotencial
  - Puesta a tierra
  - Protección contra rayos
  - Componentes de voltaje de sobretensión
  - Protecciones de la red y de la instalación

#### **MÓDULOS FOTOVOLTAICOS**

- Inspección visual
- Comprobación del tipo y del número instalado
- Comprobación de una instalación de módulos con la misma clase de rendimiento
- Revisión de anomalías en la parte frontal del módulo como síntomas de delaminación y defectos celulares, así como daños en la lámina posterior o suciedad debido al montaje
- Examen termográfico

### **MONITORIZACIÓN**

- Verificación del correcto funcionamiento
- Supervisión y verificación después de unos tres meses de funcionamiento, comparando los datos con los valores de rendimiento previstos para demostrar la funcionalidad y el rendimiento del sistema fotovoltaico

### **RECONCILIACIÓN CON EL INFORME DE PRODUCCIÓN**

- Comparación de la ejecución con el informe de rendimiento. Los datos utilizados en el informe se comparan con respecto a las distancias entre filas y alineaciones y orientación e inclinación de las filas
- Verificación de las sombras de la instalación

### **DOCUMENTACIÓN**

- Comprobación de la integridad y conformidad de la documentación del sistema con el estado actual del sistema instalado:
  - Planos
    - Plano de situación
    - Plano de emplazamiento
    - Layout general
    - Esquema unifilar
    - Detalle canalizaciones AC
    - Detalle canalizaciones DC
    - Detalle zanjas y arquetas
    - Detalle estructura

Artà, julio 2020

Ingeniero técnico industrial: Jaume Sureda Bonnin  
COL: 700 C.O.E.T.I.B.

Ingeniero industrial: Fernando Peral Gutiérrez  
COL: 584 C.O.E.I.B.

ESTUDIO DE GESTIÓN DE RESIDUOS

**INSTALACIÓN DE PARQUE  
FOTOVOLTAICO DE 1608,00 kW<sub>P</sub> Y  
1.140,00 kW “SON BORDILLS”**

**Polígono 4 - Parcelas 39 y 152; T.M. Inca; Illes Balears**

- 0.- Antecedentes.
- 1.- Estimación de la cantidad de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra.
- 2.- Medidas para la prevención de residuos en la obra.
- 3.- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
- 4.- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- 5.- Planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
- 6.- Prescripciones del Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares del proyecto.
- 7.- Valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición de la obra.

---

## **0.- ANTECEDENTES**

Se prescribe el presente Estudio de Gestión de Residuos, como anejo al presente proyecto, con objeto de dar cumplimiento a lo establecido en el **Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero**, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición y a la Ley 8/2019 de 19 de Febrero de la CAIB.

El presente estudio se redacta por encargo expreso del Promotor, y se basa en la información técnica por él proporcionada. Su objeto es servir de referencia para que el Constructor redacte y presente al Promotor un Plan de Gestión de Residuos en el que se detalle la forma en que la empresa constructora llevará a cabo las obligaciones que le incumben en relación con los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en cumplimiento del Artículo 5 del citado Real Decreto.

Dicho Plan de Gestión de Residuos, una vez aprobado por la Dirección Facultativa y aceptado por el Promotor, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

## **1.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA**

En la siguiente tabla se indican las cantidades de residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra. Los residuos están codificados con arreglo a la lista europea de residuos (LER) publicada por la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero.

Los tipos de residuos corresponden al capítulo 17 de la citada Lista Europea, titulado “Residuos de la construcción y demolición” y al capítulo 15 titulado “Residuos de envases”. También se incluye un concepto relativo a la basura doméstica generada por los operarios de la obra.

Los residuos que en la lista aparecen señalados con asterisco (\*) se consideran peligrosos de conformidad con la Directiva 91/689/CEE.

- **Primero** se consideran los residuos generados por la excavación de la zanja y el desbroce de la parcela:
  - Longitud de zanja: 434 ml (correspondientes a zanja MT)

+ 308 ml (correspondientes a zanja BT)

o Volumen por ml :  $434 \cdot 0,5 = 217\text{m}^3$

$308 \cdot 0,36 = 111\text{m}^3$

La estimación de pesos y volúmenes de los residuos se realiza a partir del dato de la longitud de las zanjas, que en este caso es: **V = 328m<sup>3</sup> o 525 Tn** (1,6 Tn/m<sup>3</sup>) de residuo inerte LER 17 05 04 y de residuos vegetales LER 02 01 03

- **Segundo** se consideran los residuos de construcción procedentes de obra nueva (Centros de Transformación y CMM). Se considera que los residuos procedentes de esta construcción son Obra de fábrica LER 17 01 02, hormigón y morteros LER 17 01 01, Pétreos LER 01 04 08, Embalajes LER 07 02 13.

**Se considera un volumen total de residuos de 3,03m<sup>3</sup> y un peso de 1,25 toneladas.**

- **Tercero** se consideran los residuos procedentes de obra nueva (embalajes de las placas fotovoltaicas, elementos eléctricos y demás materiales). Se considera que los residuos son Embalajes LER 07 02 13 (plásticos, madera, cartón)

**Se considera un volumen total de residuos de 52,48m<sup>3</sup> y un peso de 10,25 toneladas.**

En la siguiente tabla se pueden ver los posibles residuos que se generarán en el proceso de construcción del parque solar fotovoltaico.

Código	RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN
<b>De naturaleza pétreo</b>	
17 01 01	Hormigón
17 01 07	Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, distintas a las especificadas en el código 17 01 06 (1)
17 02 02	Vidrio
17 09 04	Residuos mezclados de construcción y demolición distintos a los especificados en los códigos 17 09 01(2), 17 09 02 (3) y 17 09 03 (4)
<b>De naturaleza no pétreo</b>	
17 02 01	Madera
17 02 03	Plástico
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las especificadas en el código 17 03 01 (5)
17 04 07	Metales mezclados
17 04 11	Cables distintos a los especificados en el código 17 04 10 (6)
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos a los especificados en los códigos 17 06 01(7) y 17 06 03 (8)
17 08 02	Materiales de construcción a partir de yeso distintos a los especificados en el código 17 08 01 (9)
<b>Potencialmente peligrosos y otros</b>	
15 01 06	Envases mezclados

15 01 10 *	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas
17 04 10 *	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (basura)
<b>NOTAS :</b>	
(1) 17 01 06 – Mezclas, o fracciones separadas, de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos, que contienen sustancias peligrosas.	
(2) 17 09 01 – Residuos de construcción y demolición que contienen mercurio.	
(3) 17 09 02 – Residuos de construcción y demolición que contienen PCB.	
(4) 17 09 03 – Otros residuos de construcción y demolición (incluidos los residuos mezclados) que contienen sustancias peligrosas.	
(5) 17 03 01 – Mezclas bituminosas que contienen alquitrán de hulla.	
(6) 17 04 10 – Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas.	
(7) 17 06 01 – Materiales de aislamiento que contienen amianto.	
(8) 17 06 03 – Otros materiales de aislamiento que consisten en, o contienen, sustancias peligrosas.	
(9) 17 08 01 – Materiales de construcción a partir de yeso contaminados con sustancias peligrosas.	

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales de los que están compuestos:

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002

RCD de Nivel I

1 Tierras y pétreos de la excavación

RCD de Nivel II

RCD de naturaleza no pétreo

1 Asfalto

2 Madera

3 Metales (incluidas sus aleaciones)

4 Papel y cartón

5 Plástico

6 Vidrio

7 Yeso

RCD de naturaleza pétreo

1 Arena, grava y otros áridos

2 Hormigón

3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos

RCD potencialmente peligrosos

1 Basuras

2 Otros

## **2.- MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RESIDUOS EN LA OBRA**

En la lista anterior puede apreciarse que la mayor parte de los residuos que se generarán en la obra son de naturaleza no peligrosa NIVEL 1- RESIDUOS PETREOS PROCEDENTES DEL TRITURADO DE LA ZANJADORA. Entre ellos predominan los residuos procedentes de la apertura ZANJAS MEDIANTE MAQUINA ZANJADORA, la cual el 90% se reutiliza para el relleno de la misma y el 10% restante para nivelación del camino.

Para ello el material triturado (árido) se deposita en el borde de la zanja y una vez colocado el entubado se reutiliza para el relleno de la zanja.

Con respecto a las moderadas cantidades de residuos contaminantes o peligrosos procedentes de restos de materiales o productos industrializados, así como los envases desechados de productos contaminantes o peligrosos, se tratarán con precaución y preferiblemente se retirarán de la obra a medida que su contenido haya sido utilizado.

En este sentido, el Constructor se encargará de almacenar separadamente estos residuos hasta su entrega al “gestor de residuos” correspondiente y, en su caso, especificará en los contratos con los subcontratistas la obligación que éstos contraen de retirar de la obra todos los residuos y envases generados por su actividad, así como de responsabilizarse de su gestión posterior.

### **3.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA**

En la tabla siguiente se indican los tipos de residuos que van a ser objeto de **valorización** dentro de la obra, así como el sistema a emplear por el Constructor para conseguir dicha valorización.

<b>Código</b>	<b>RESIDUOS A VALORIZAR EN LA OBRA</b>	<b>Sistema</b>
17 05 05	ARIDO PROCEDENTE DE LA EXCAVACION	RELLENOS
17 01 01	HORMIGON	RELLENOS

En el plano que se incluye en el punto 5 de este estudio, se señalan las zonas de la obra donde se irán colocando estos residuos que, antes de ser recubiertos por capas más superficiales de otros materiales, serán objeto de regularización, riego, nivelación y compactación.

En la tabla siguiente se indican los tipos de residuos que van a ser objeto de **entrega a un gestor de residuos**, con indicación de la frecuencia con la que su retirada deberá llevarse a cabo.

<b>Código</b>	<b>RESIDUOS A ENTREGAR A UN GESTOR</b>	<b>Frecuencia</b>
17 02 01	Madera	ESPORÁDICA
17 02 03	Plástico	ESPORÁDICA
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas a las del código 17 03 01	ACELERADA
17 04 07	Metales mezclados	ACELERADA
17 04 10 *	Cables que contienen hidrocarburos, alquitrán de hulla y otras sustancias peligrosas	ACELERADA
17 04 11	Cables distintos a los especificados en el código 17 04 10	ACELERADA
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos a los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03	ESPORÁDICA
15 01 06	Envases mezclados	ESPORÁDICA
15 01 10 *	Envases que contienen restos de sustancias peligrosas o están contaminados por ellas	ACELERADA
20 03 01	Mezcla de residuos municipales (basura)	ACELERADA (1)

La frecuencia **ESPORÁDICA** puede consistir en la retirada de los residuos cada vez que el contenedor instalado a tal efecto esté lleno; o bien de una sola vez, en la etapa final de la ejecución del edificio.

La frecuencia **ACELERADA** indica que los residuos se irán retirando separadamente (preferiblemente cada día) a medida que se vayan generando. A esta categoría corresponden los residuos producidos por la actividad de los subcontratistas.

(1) – La basura doméstica generada por los operarios de la obra se llevará diariamente a los contenedores municipales.

### **4.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS EN OBRA**

Dado que las cantidades de residuos de construcción y demolición estimadas para la obra objeto del presente proyecto son superiores a las asignadas a las fracciones indicadas en el punto 5 del artículo 5 del RD 105/2008, será obligatorio separar los residuos por fracciones.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra en que se produzcan. Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

## **5.- PLANO DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y, EN SU CASO, OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DENTRO DE LA OBRA**

### **1. Gestión residuos**

## **6.- PRESCRIPCIONES DEL PLIEGO DE PRESCRIPCIONES TÉCNICAS PARTICULARES DEL PROYECTO**

- Se atenderán los criterios municipales establecidos (ordenanzas, condicionados de la licencia de obras), especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición. En este último caso se deberá asegurar, por parte del contratista, la realización de una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación. Y también, considerar las posibilidades reales de llevarla a cabo: que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.
- En la contratación de la gestión de los RCDs se deberá asegurar que los destinos finales (Planta de reciclaje, Vertedero, Cantera, Incineradora, Centro de reciclaje de plásticos y/o madera...) sean centros autorizados. Así mismo el Constructor deberá contratar sólo transportistas o gestores autorizados e inscritos en los registros correspondientes. Se realizará un control documental, de modo que los transportistas y los gestores de RCDs deberán aportar los vales de cada retirada y entrega en destino final.
- Se deberá aportar evidencia documental del destino final para aquellos RCDs (tierras, pétreos...) que sean reutilizados en otras obras o proyectos de restauración.
- Los residuos de carácter urbano generados en las obras (restos de comidas, envases, lodos de fosas sépticas...) serán gestionados de acuerdo con los preceptos marcados por la legislación vigente y las autoridad municipales.

## **7.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA**

El coste previsto para la **manipulación** y el **transporte** de los residuos de construcción y demolición de la obra descrita en el presente proyecto está incluido en cada uno de los costes de las unidades y partidas de obra, al haberse considerado dentro de los costes indirectos de éstas.

Artà, julio 2020

Ingeniero técnico industrial: Jaume Sureda Bonnin  
COL: 700 C.O.E.T.I.B.

Ingeniero industrial: Fernando Peral Gutiérrez  
COL: 584 C.O.E.I.B.



ESCALA 1:2.000

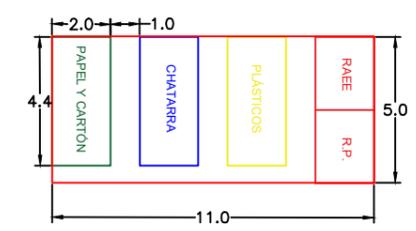
**LEYENDA**

	ZANJAS DE BAJA TENSIÓN PRIVADAS		ZONA DE COTENEDORES - OBRA
	ZANJAS DE MEDIA TENSIÓN PRIVADAS		RESIDUOS DE LA ZANJA SE VUELVEN A RELLENAR
	ZANJAS DE MEDIA TENSIÓN A CEDER A ENDESA		CASETA DE OBRAS - OFICINA
			CASETA DE OBRAS - VESTUARIOS

CASETA DE OBRA (2,4m x 8,0m)



RESIDUOS



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1.608,00 kWp Y 1.140,00 kW "SON BORDILLS"

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 4 PARCELAS 39 Y 152 T.M. INCA, ILLES BALEARS		FECHA: JUNIO 2020
PROMOTOR: ENERGIA SON BORDILLS S.L. CIF: B-16.655.938		NUM PLANO: 01
PLANO DE: GESTIÓN DE RESIDUOS		ESCALA: 1:2.000 A3
JAUME SUREDA BONNIN INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL col:700 C.O.E.T.I.B. FERNANDO PERAL GUTIÉRREZ INGENIERO INDUSTRIAL col:584 C.O.E.I.B. TÉCNICOS CONSULTORES C/FRAY JUNIPER SERRA, 3 -T.M. ARTA-		

PRESUPUESTO

**INSTALACIÓN DE PARQUE  
FOTOVOLTAICO DE 1608,00 kW<sub>P</sub> Y  
1.140,00 kW “SON BORDILLS”**

**Polígono 4 - Parcelas 39 y 152; T.M. Inca; Illes Balears**

# RESUMEN DE PRESUPUESTO

## PARQUE FOTOVOLTAICO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
CAPÍTULO 01	CAMPO SOLAR.....	606.336,60	57,94
CAPÍTULO 02	ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO .....	37.252,52	3,56
CAPÍTULO 03	OBRA CIVIL .....	36.655,50	3,50
CAPÍTULO 04	INVERSORES .....	109.209,53	10,44
CAPÍTULO 05	INSTALACIONES ELECTRICAS DE BT.....	87.333,92	8,35
CAPÍTULO 06	INSTALACIONES ELECTRICAS DE MT .....	68.569,86	6,55
CAPÍTULO 07	MONITORIZACION .....	20.901,67	2,00
CAPÍTULO 08	CONTRAINCENDIOS Y VIDEOVIGILANCIA.....	63.627,74	6,08
CAPÍTULO 09	SEGURIDAD Y SALUD.....	16.518,74	1,58
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>1.046.406,08</b>	
	21,00 % I.V.A. ....	261.496,88	
	<b>PRESUPUESTO DE EJECUCIÓN POR CONTRATA</b>	<b>1.506.720,11</b>	
	<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>1.506.720,11</b>	

Asciende el presupuesto a la expresada cantidad de UN MILLÓN QUINIENTOS SEIS MIL SETECIENTOS VEINTE EUROS con ONCE CÉNTIMOS

Artà, a julio 2020.

El promotor

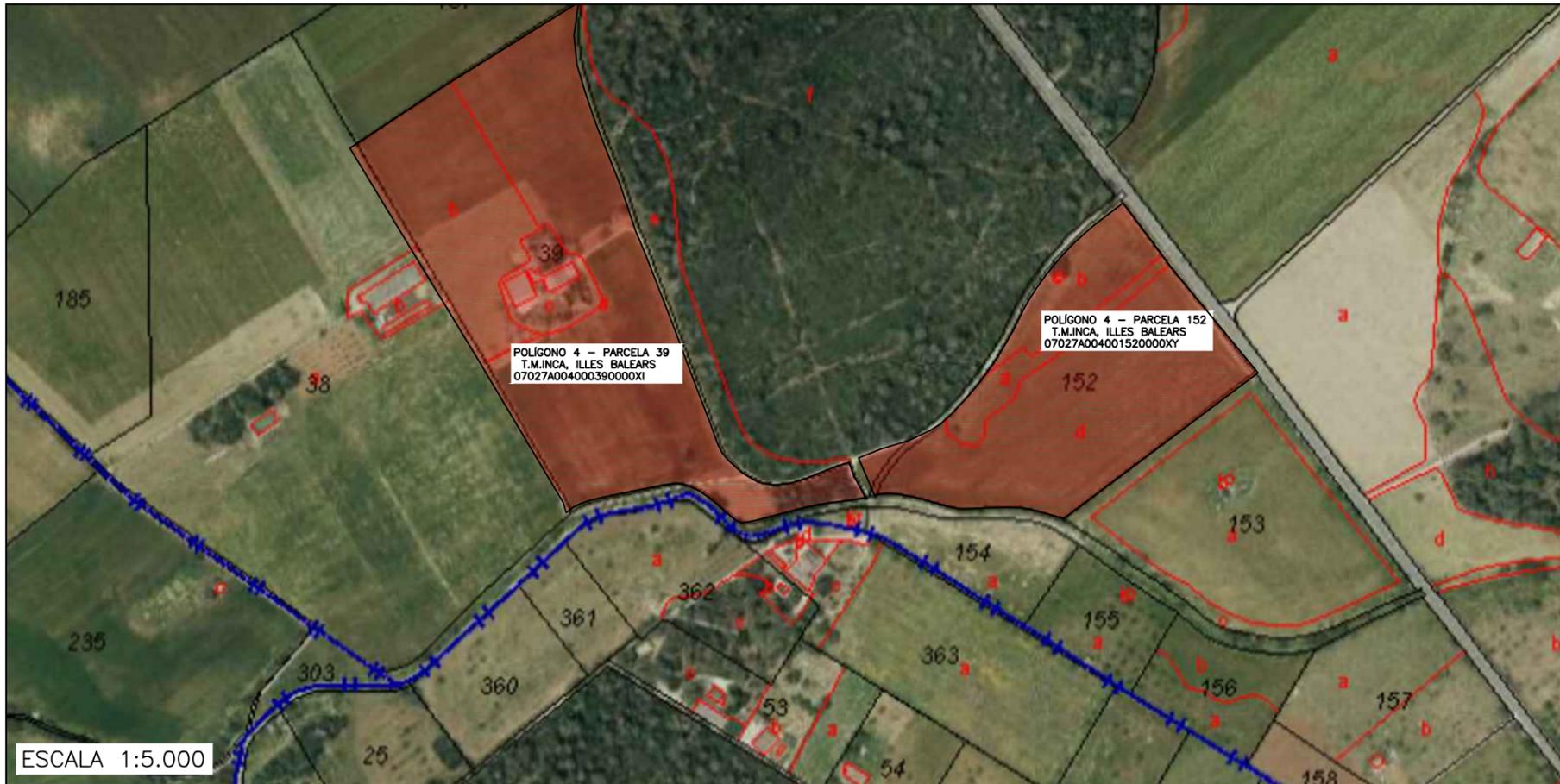
El Projectista

Ingeniero Técnico Industrial: Jaume Sureda Bonnin Col. 700 COETIB  
Ingeniero Industrial: Fernando Peral Gutiérrez Col. 584 COEIB

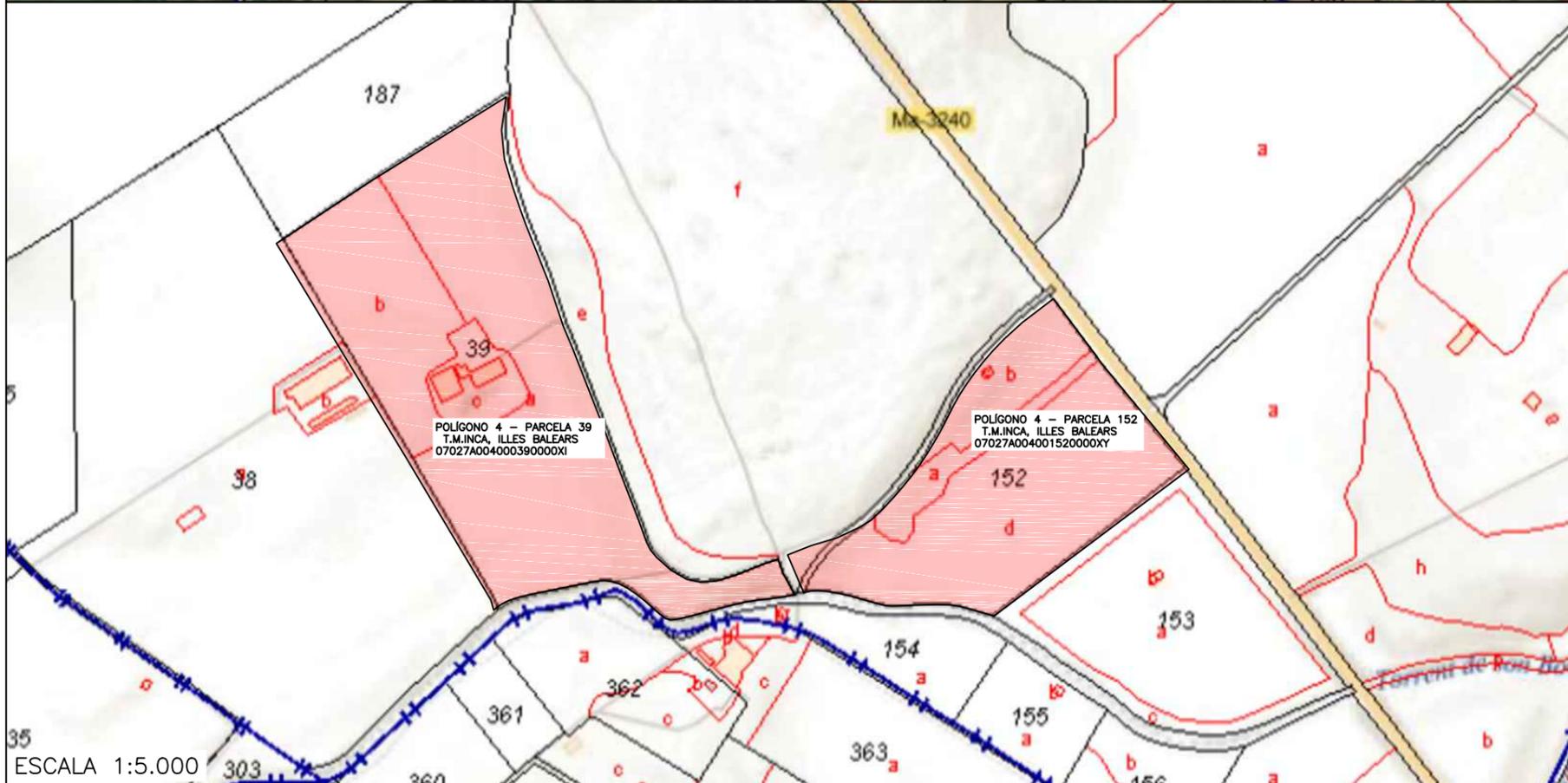
DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

**INSTALACIÓN DE PARQUE  
FOTOVOLTAICO DE 1608,00 kW<sub>P</sub> Y  
1.140,00 kW “SON BORDILLS”**

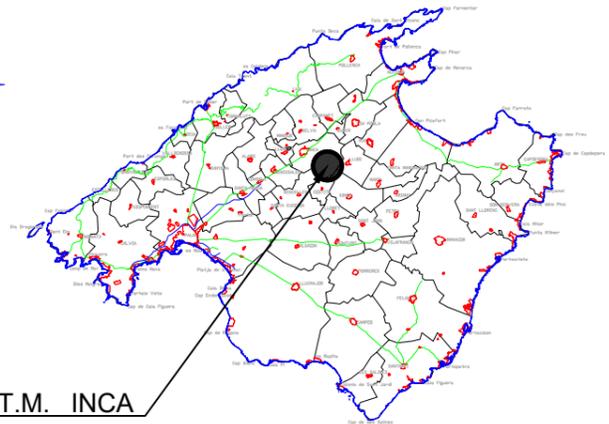
**Polígono 4 - Parcelas 39 y 152; T.M. Inca; Illes Balears**



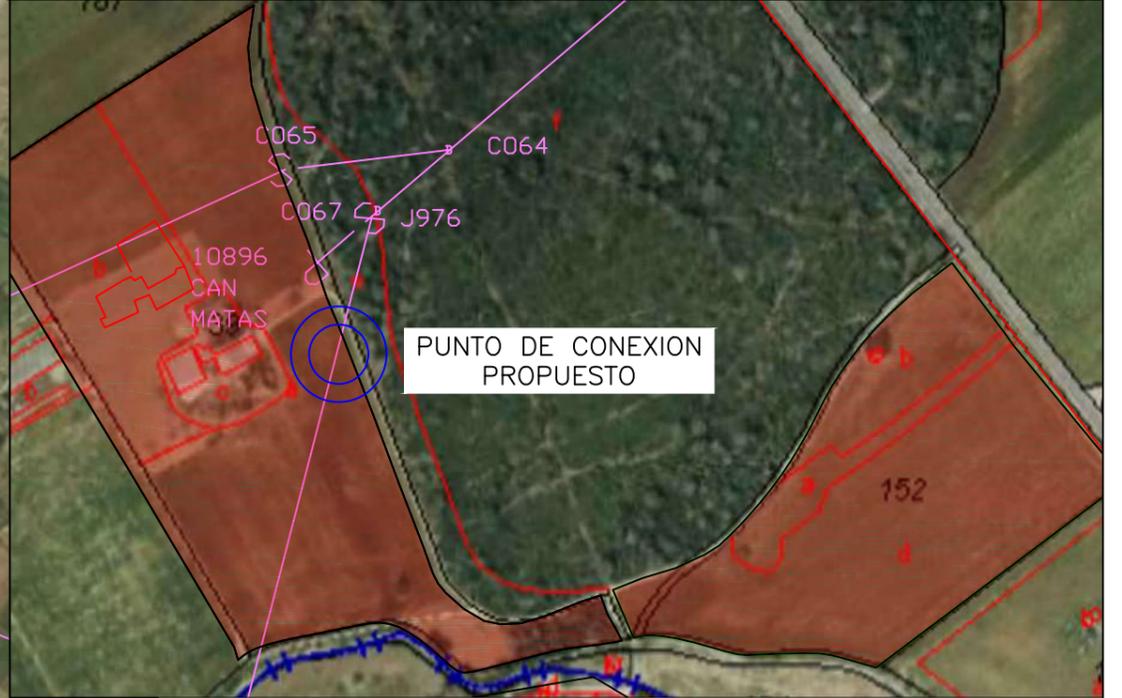
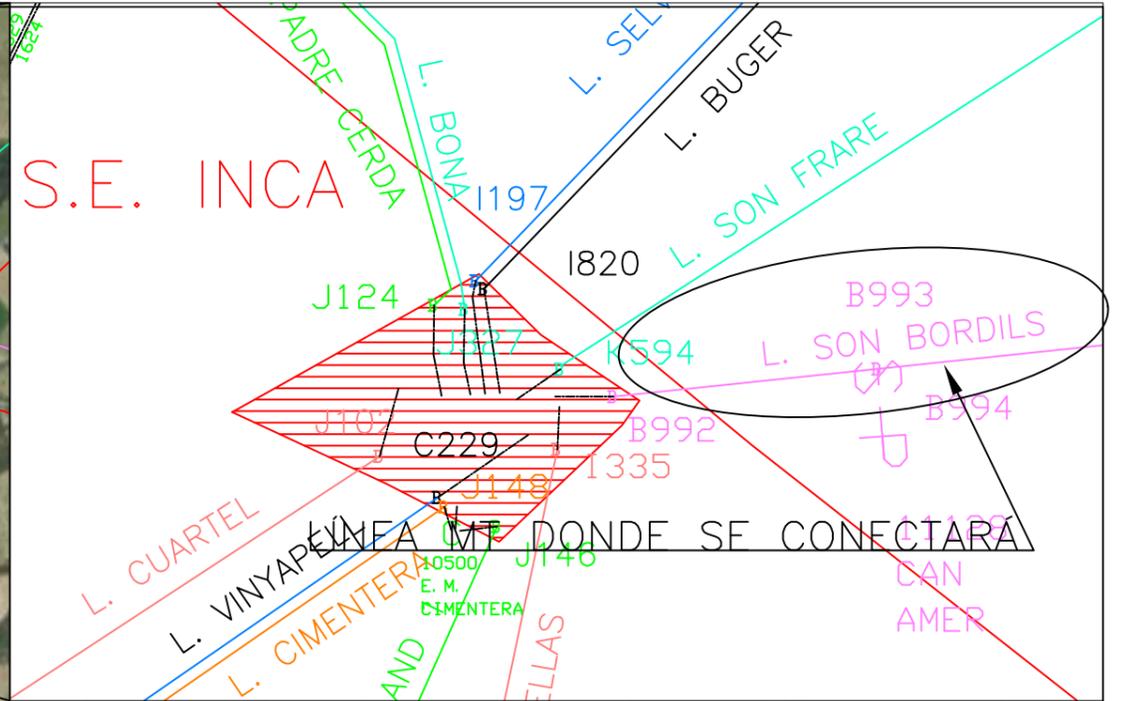
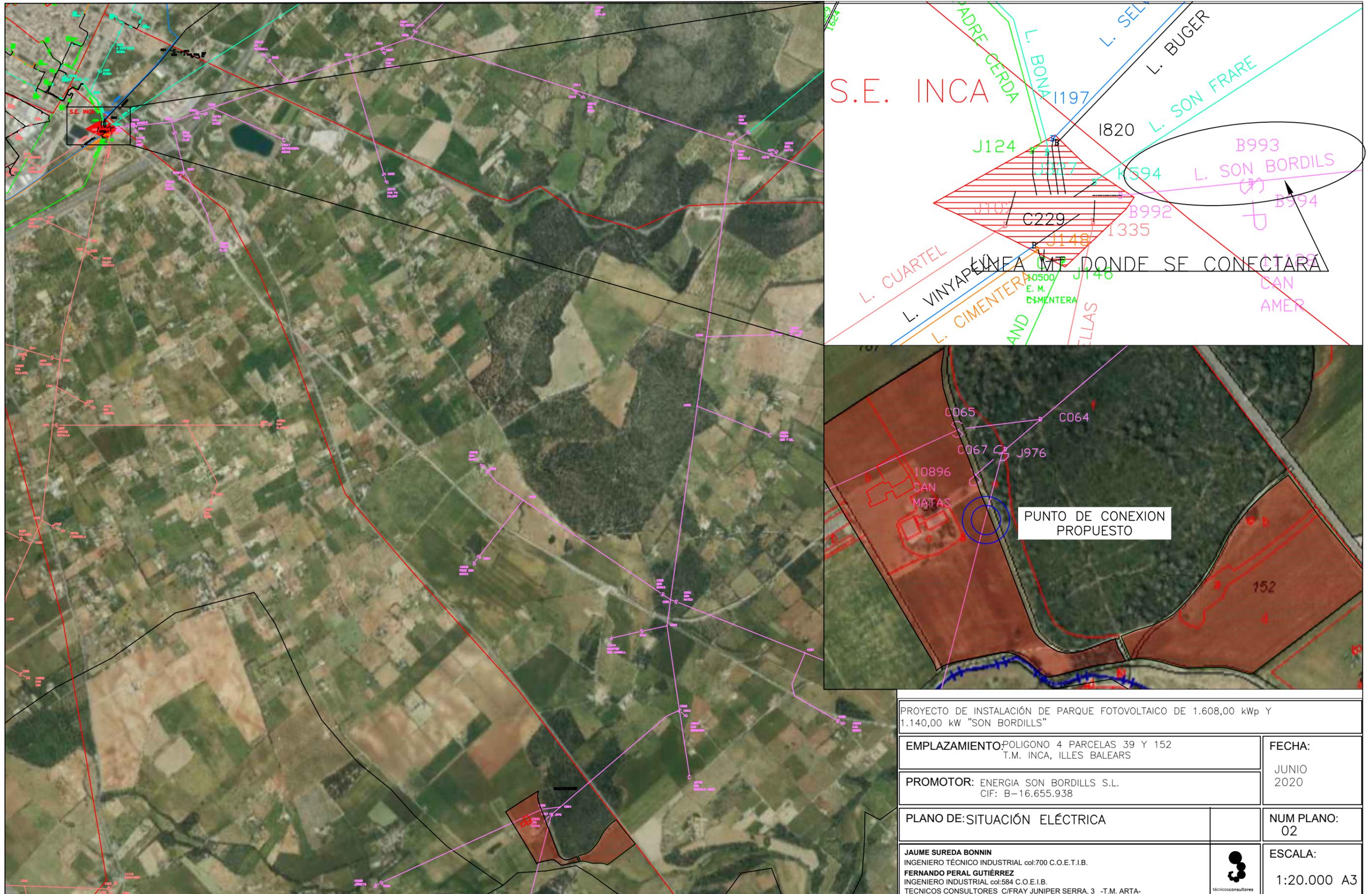
ESCALA 1:5.000



ESCALA 1:5.000



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1.608,00 kWp Y 1.140,00 kW "SON BORDILLS"	
EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 4 PARCELAS 39 Y 152 T.M. INCA, ILLES BALEARS	FECHA: JUNIO 2020
PROMOTOR: ENERGIA SON BORDILLS S.L. CIF: B-16.655.938	NUM PLANO: 01
PLANO DE: EMPLAZAMIENTO	ESCALA: S/E A3
<b>JAUME SUREDA BONNIN</b> INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL col:700 C.O.E.T.I.B. <b>FERNANDO PERAL GUTIÉRREZ</b> INGENIERO INDUSTRIAL col:584 C.O.E.I.B. TÉCNICOS CONSULTORES C/FRAY JUNIPER SERRA, 3 -T.M. ARTA-	



PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1.608,00 kWp Y 1.140,00 kW "SON BORDILLS"	
<b>EMPLAZAMIENTO:</b> POLIGONO 4 PARCELAS 39 Y 152 T.M. INCA, ILLES BALEARS	<b>FECHA:</b> JUNIO 2020
<b>PROMOTOR:</b> ENERGIA SON BORDILLS S.L. CIF: B-16.655.938	<b>NUM PLANO:</b> 02
<b>PLANO DE:</b> SITUACIÓN ELÉCTRICA	<b>ESCALA:</b> 1:20.000 A3
<b>JAUME SUREDA BONNIN</b> INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL col:700 C.O.E.T.I.B. <b>FERNANDO PERAL GUTIÉRREZ</b> INGENIERO INDUSTRIAL col:584 C.O.E.I.B. TÉCNICOS CONSULTORES C/FRAY JUNIPER SERRA, 3 -T.M. ARTA-	





FOTO DRON 1



FOTO DRON 2



FOTO DRON 3



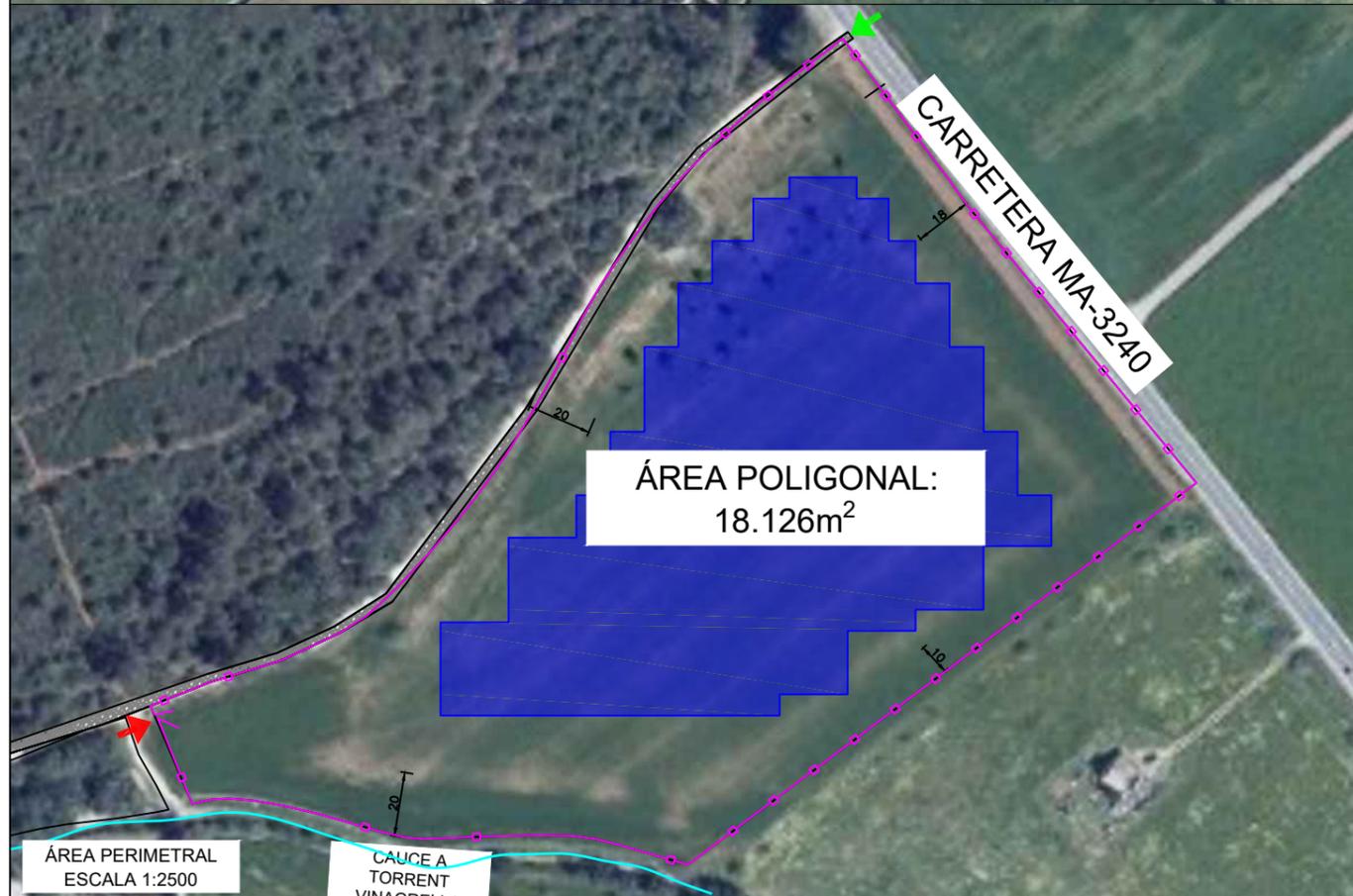
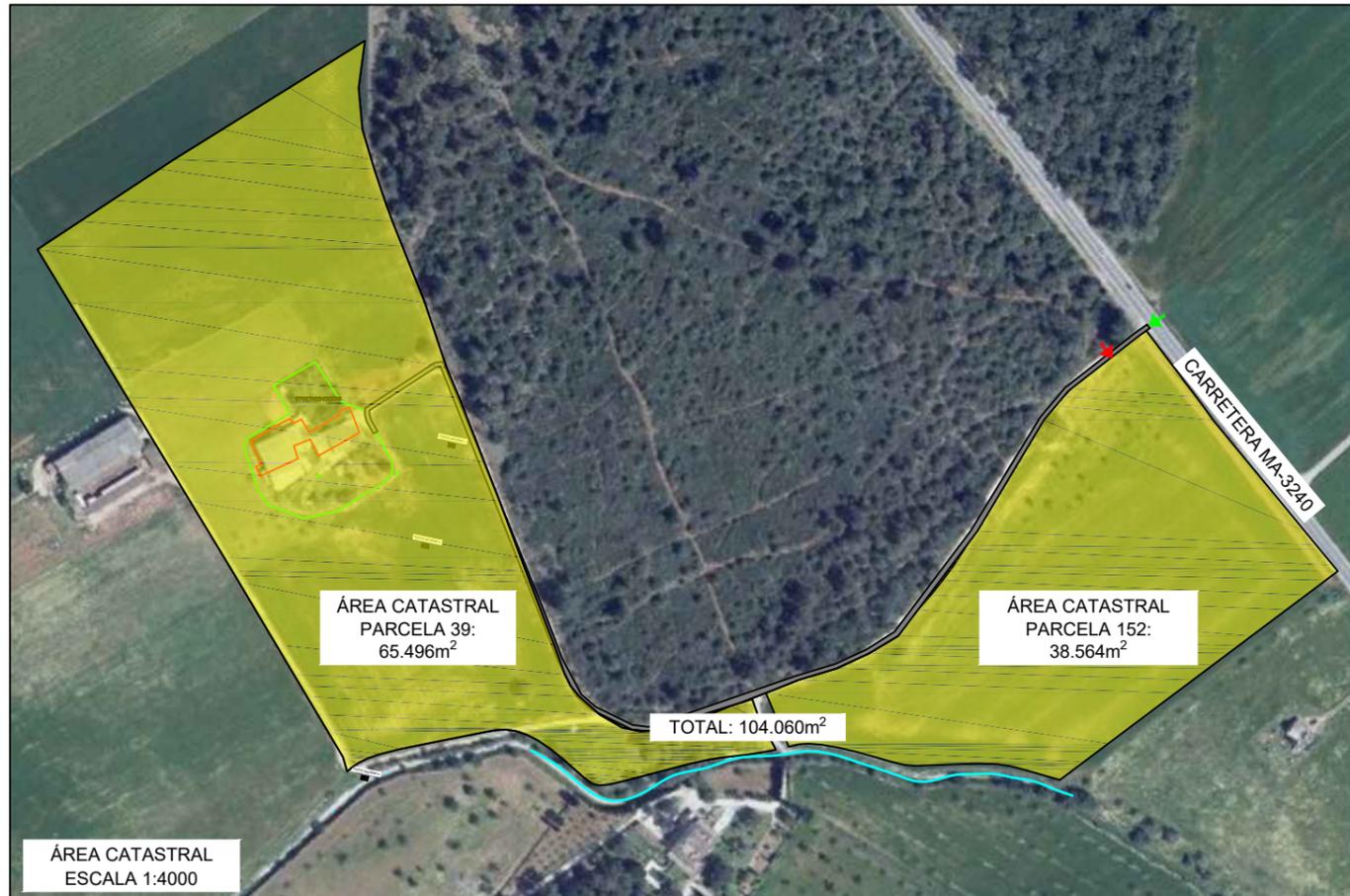
FOTO DRON 4



ESCALA 1:2.000

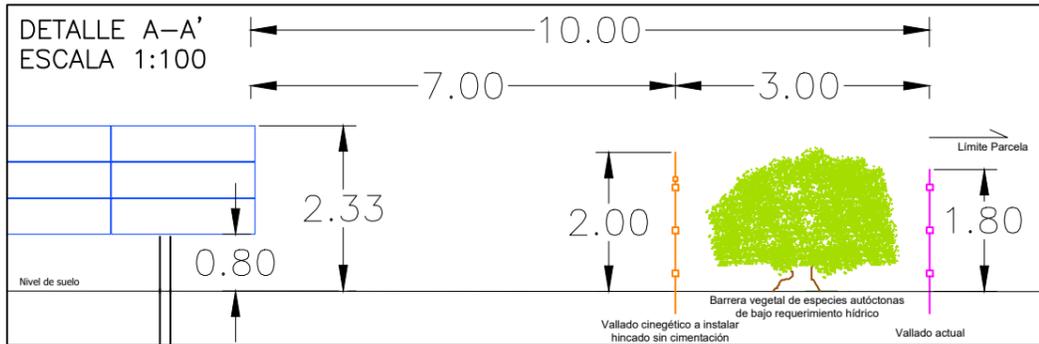
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1.608,00 kWp Y 1.140,00 kW "SON BORDILLS"	
EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 4 PARCELAS 39 Y 152 T.M. INCA, ILLES BALEARS	FECHA: JUNIO 2020
PROMOTOR: ENERGIA SON BORDILLS S.L. CIF: B-16.655.938	NUM PLANO: 03
PLANO DE: ESTADO ACTUAL DEL TERRENO	ESCALA: 1:1.500 A3
JAUME SUREDA BONNIN INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL col:700 C.O.E.T.I.B. FERNANDO PERAL GUTIÉRREZ INGENIERO INDUSTRIAL col:584 C.O.E.I.B. TÉCNICOS CONSULTORES C/FRAY JUNIPER SERRA, 3 -T.M. ARTA-	





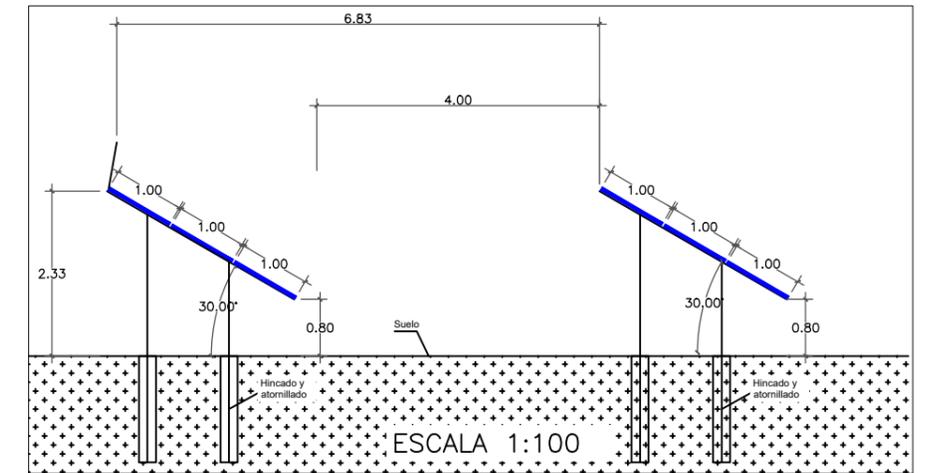
IMPLANTACIÓN:	
Superficie catastral:	104.060 m <sup>2</sup>
Superficie instalable:	26.296m <sup>2</sup>
Superficie poligonal:	18.126m <sup>2</sup>
Ocupación (%):	17,42%
Ratio ocupación/potencia pico:	1,127 ha/MWp

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1.608,00 kWp Y 1.140,00 kW "SON BORDILLS"	
EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 4 PARCELAS 39 Y 152 T.M. INCA, ILLES BALEARS	FECHA: JUNIO 2020
PROMOTOR: ENERGIA SON BORDILLS S.L. CIF: B-16.655.938	NUM PLANO: 04
PLANO DE: SUPERFICIE DEL PARQUE FOTOVOLTAICO Y RETRANQUEOS	ESCALA: S/E A3
<b>JAUME SUREDA BONNIN</b> INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL col:700 C.O.E.T.I.B. <b>FERNANDO PERAL GUTIÉRREZ</b> INGENIERO INDUSTRIAL col:584 C.O.E.I.B. TÉCNICOS CONSULTORES C/FRAY JUNIPER SERRA, 3 -T.M. ARTA-	



### LEYENDA

	LÍMITE PARCELA CATASTRAL		BARRERA VEGETAL ESPECIES AUTOCTONAS BAJO REQUERIMIENTO HIDRICO
	AREA TOTAL DISPONIBLE		CAMINO DE ACCESO A LA VIVIENDA
	VALLA ACTUAL		ZONA RESERVADA PARA ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA CON BATERÍAS
	VALLA CINÉTICA A INSTALAR		ENTRADA AL PARQUE FV
	MESA 3X10 MODULOS DE 400Wp		ENTRADA AL CAMINO DE LA VIVIENDA
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN 1.500kVA		



### PLANTA FOTOVOLTAICA - SON BORDILLS

#### DISEÑO

Azimuth de los módulos: 0°  
Inclinación módulos: 30°  
Número de módulos: 4.020  
Estructura string: 3Hx10  
Número de estructuras: 134  
Separación entre filas: 4,00 m  
Separación Este-Oeste: 0.40 m  
Retranqueo a colindantes: 10m  
Retranqueo a carretera: 20m  
Retranqueo a torrente: 20m

#### ELÉCTRICO

Potencia nominal módulo: 400 W  
Tipo de módulo: Bifacial  
Número de módulos por string: 20  
Número de strings: 201  
Número de inversores: 19  
Tipo de inversor: SUN2000-60KTL-M0  
Potencia DC: 1.608,00 kWp  
Potencia AC: 1.140,00 kWp  
Relación Pnom: 1,41

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1.608,00 kWp Y 1.140,00 kW "SON BORDILLS"

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 4 PARCELAS 39 Y 152  
T.M. INCA, ILLES BALEARS

FECHA:  
JUNIO  
2020

PROMOTOR: ENERGIA SON BORDILLS S.L.  
CIF: B-16.655.938

PLANO DE: IMPLANTACIÓN PARQUE FOTOVOLTAICO

NUM PLANO:  
05

JAUME SUREDA BONNIN  
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL col:700 C.O.E.T.I.B.  
FERNANDO PERAL GUTIÉRREZ  
INGENIERO INDUSTRIAL col:584 C.O.E.I.B.  
TECNICOS CONSULTORES C/FRAY JUNIPER SERRA, 3 -T.M. ARTA-

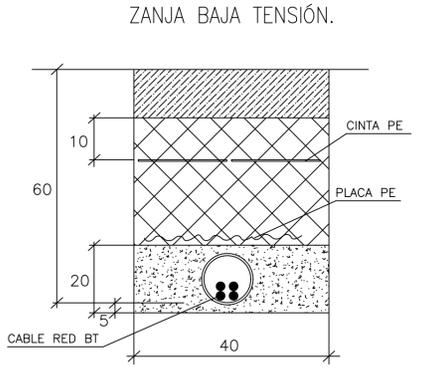
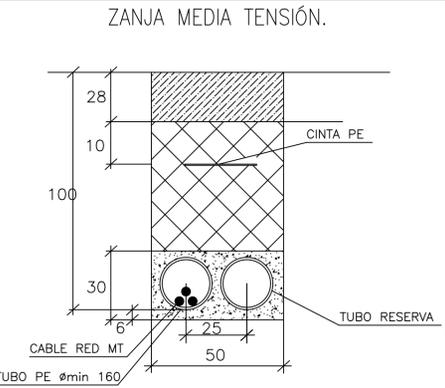


ESCALA:  
1:1.500 A3



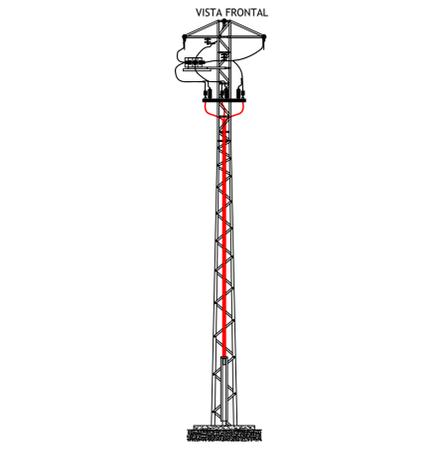
**LEYENDA**

	INVERSOR HUAWEI 60kW		ZANJAS DE BAJA TENSION PRIVADAS
	CENTRO DE TRANSFORMACION 700kVA		ZANJAS DE MEDIA TENSION PRIVADAS
	CENTRO DE MANDO Y MEDIDA PLUS		ZANJAS DE MEDIA TENSION A CABLE A ENDESA
			LINEAS AEREAS MT EXISTENTES



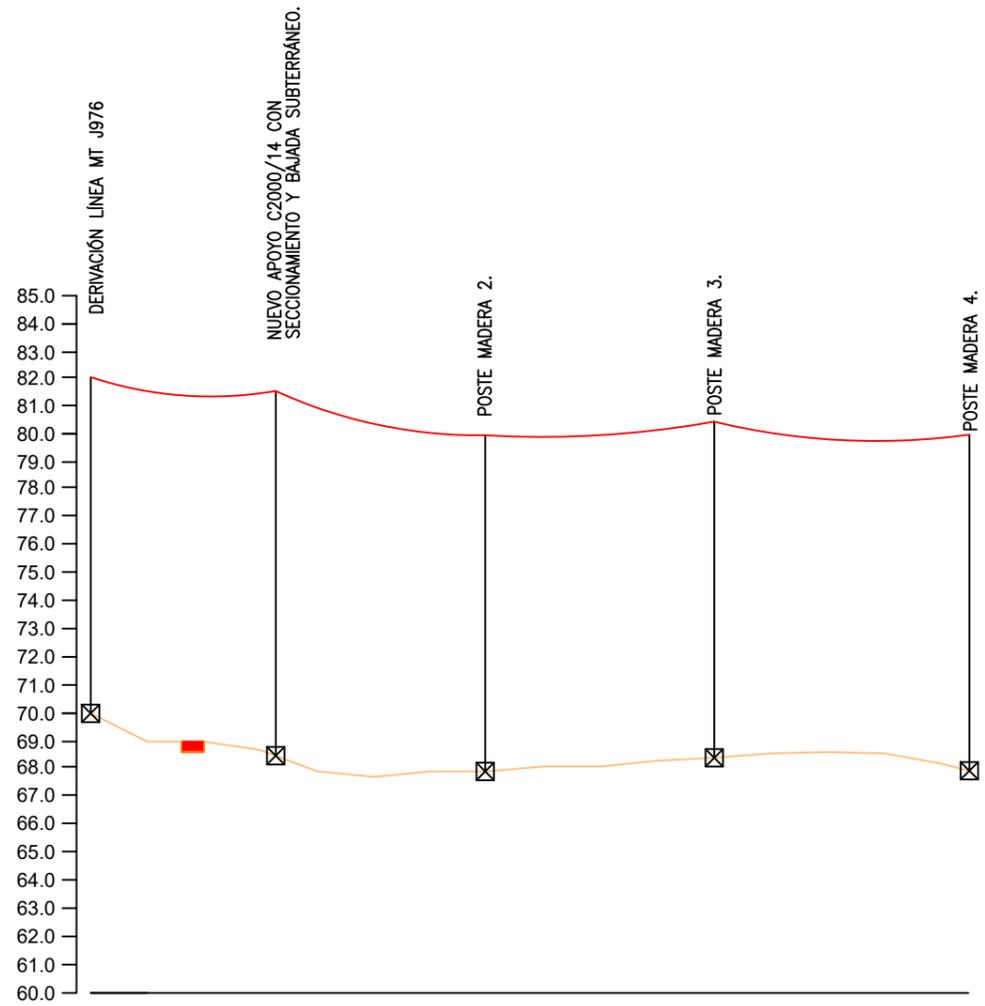
- ACABADO SUPERFICIAL
- CAPA DE TIERRA COMPACTADA
- CAPA HORMIGON EN MASA H-100

PUNTO DE CONEXION: REEMPLAZAR POSTE DE MADERA ACTUAL POR UN C2000-14 COMO EL SIGUIENTE:



PROYECTO DE INSTALACION DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1.608,00 kWp Y 1.140,00 kW "SON BORDILS"	
EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 4 PARCELAS 39 Y 152 T.M. INCA, ILLES BALEARS	FECHA: JUNIO 2020
PROMOTOR: ENERGIA SON BORDILS S.L. CIF: B-16.655.938	NUM PLANO: 06
PLANO DE: ZANJAS E INTERCONEXIONADO	ESCALA: 1:1.000 A1
JAUME SUREDA BONNIN INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL col:700 C.O.E.T.I.B. FERNANDO PERAL GUTIERREZ INGENIERO INDUSTRIAL col:584 C.O.E.I.B. TECNICOS CONSULTORES C/FRAY JUNIPER SERRA, 3 -T.M. ARTA-	

ESCALA 1:1.000



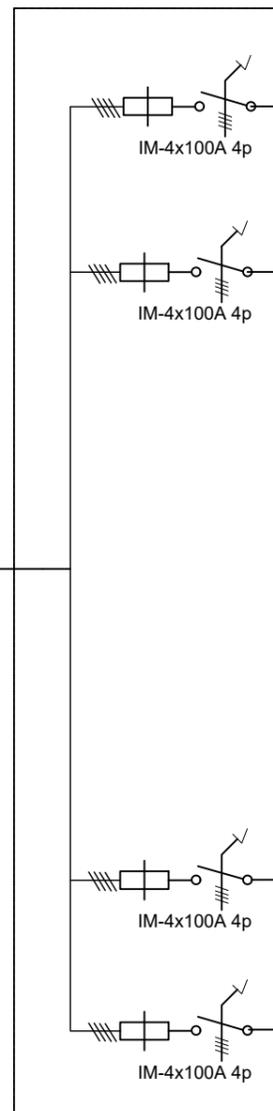
APOYO	1	2	3	4	5
DISTANCIAS AL ORIGEN	0.00	52.40	111.70	177.40	248.5
DISTANCIAS PARCIALES	0.00	52.40	59.30	65.7	71.1

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1.608,00 kWp Y 1.140,00 kW "SON BORDILLS"	
EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 4 PARCELAS 39 Y 152 T.M. INCA, ILLES BALEARS	FECHA: JUNIO 2020
PROMOTOR: ENERGIA SON BORDILLS S.L. CIF: B-16.655.938	NUM PLANO: 07
PLANO DE: PERFIL LINEA ELÉCTRICA SON BORDILLS	ESCALA: 1:2.000 A3
<b>JAUME SUREDA BONNIN</b> INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL col:700 C.O.E.T.I.B. <b>FERNANDO PERAL GUTIÉRREZ</b> INGENIERO INDUSTRIAL col:584 C.O.E.I.B. TECNICOS CONSULTORES C/FRAY JUNIPER SERRA, 3 -T.M. ARTA-	

ESCALA 1:2.000

# CBT TRAF0 1 19 ENTRADAS DE HASTA 250 A

A CT 1



4x35 mm<sup>2</sup> Al 1000V

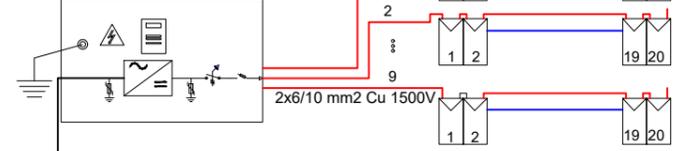
4x35 mm<sup>2</sup> Al 1000V

4x35 mm<sup>2</sup> Al 1000V

4x35 mm<sup>2</sup> Al 1000V

## Inversor 1

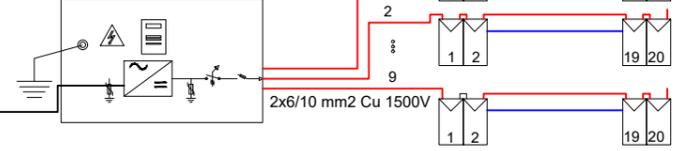
HUAWEI SUN 2000-60KTL-HV-D1-001



10 strings de 20  
módulos de 400 Wp  
Total 200 módulos  
x  
400 Wp = 80,00 kWp

## Inversor 2

HUAWEI SUN 2000-60KTL-HV-D1-001

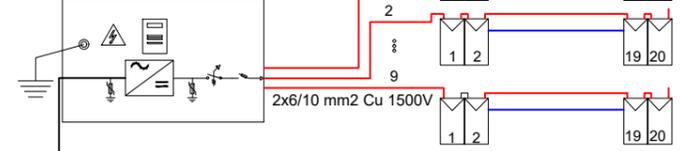


10 strings de 20  
módulos de 400 Wp  
Total 200módulos  
x  
400 Wp = 80,00 kWp

## 19 INVERSORES

## Inversor 18

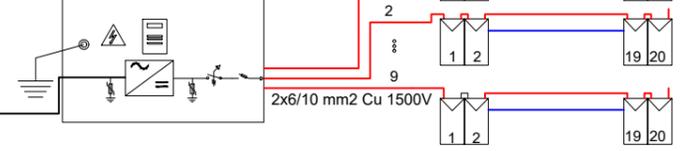
HUAWEI SUN 2000-60KTL-HV-D1-001



11 strings de 20  
módulos de 400 Wp  
Total 220 módulos  
x  
400 Wp = 88,00kWp

## Inversor 19

HUAWEI SUN 2000-60KTL-HV-D1-001



11 strings de 20  
módulos de 400 Wp  
Total 220 módulos  
x  
400 Wp = 88,00 kWp

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1.608,00 kWp Y 1.140,00 kW "SON BORDILLS"

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 4 PARCELAS 39 Y 152  
T.M. INCA, ILLES BALEARS

FECHA:  
JUNIO  
2020

PROMOTOR: ENERGIA SON BORDILLS S.L.  
CIF: B-16.655.938

PLANO DE: UNIFILAR BAJA TENSIÓN

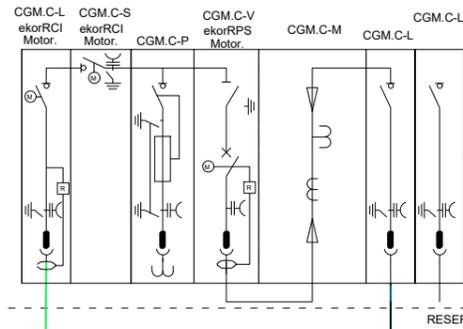
NUM PLANO:  
08

JAUME SUREDA BONNIN  
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL col:700 C.O.E.T.I.B.  
FERNANDO PERAL GUTIÉRREZ  
INGENIERO INDUSTRIAL col:584 C.O.E.I.B.  
TECNICOS CONSULTORES C/FRAY JUNIPER SERRA, 3 -T.M. ARTA-



ESCALA:  
S/E A3

CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA FOTOVOLTAICO (CMM FV) ORMAZABAL PFU5

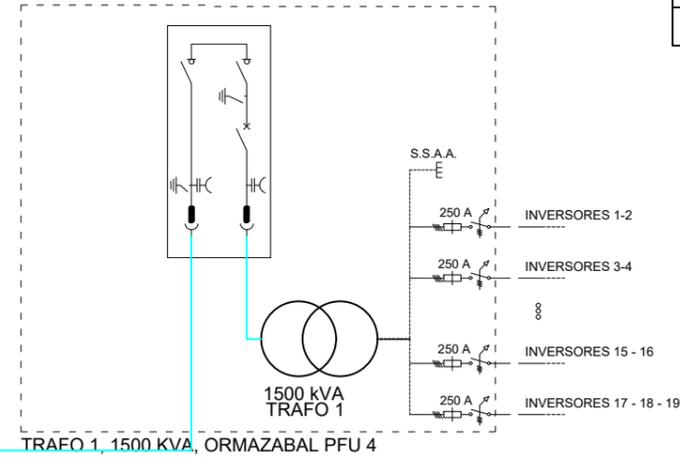


RESERVA

3x150 mm<sup>2</sup> Al  
Línea Subterránea SA 150 Al 12/20 kV  
395 m

Línea Subterránea SA 150 Al  
30 m

Interconexión con red de Media Tensión  
de Endesa Distribución existente.



TRAFO 1, 1500 KVA, ORMAZABAL PFU 4

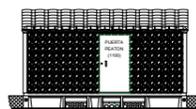
Relés asociados a interruptor frontera

Código ANSI	Descripción
50	Relé instantáneo de sobreintensidad sobre fases
50N	Relé instantáneo de sobreintensidad sobre neutro
51	Relé de sobreintensidad temporizado sobre fases
51N	Relé de sobreintensidad temporizado sobre neutro
27	Relé de protección de mínima tensión trifásica
64	Relé de protección de máxima tensión trifásica
59N	Relé de protección contra sobretensión homopolar
81M	Relé protección máxima frecuencia
81m	Relé protección mínima frecuencia

APOYO C/2000-14



CMM



Centro Transformador 1



Línea Subterránea MT  
desde CMM a P.C  
Distancia cable 30 m  
(3x150 Al)

Línea Subterránea MT  
desde CMM a CT1  
Distancia cable 395 m  
(3x150 Al)

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1.608,00 kWp Y  
1.140,00 kW "SON BORDILLS"

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 4 PARCELAS 39 Y 152  
T.M. INCA, ILLES BALEARS

FECHA:  
JUNIO  
2020

PROMOTOR: ENERGIA SON BORDILLS S.L.  
CIF: B-16.655.938

PLANO DE: UNIFILAR MEDIA TENSIÓN

NUM PLANO:  
09

JAUME SUREDA BONNIN  
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL col:700 C.O.E.T.I.B.  
FERNANDO PERAL GUTIÉRREZ  
INGENIERO INDUSTRIAL col:584 C.O.E.I.B.  
TECNICOS CONSULTORES C/FRAY JUNIPER SERRA, 3 -T.M. ARTA-



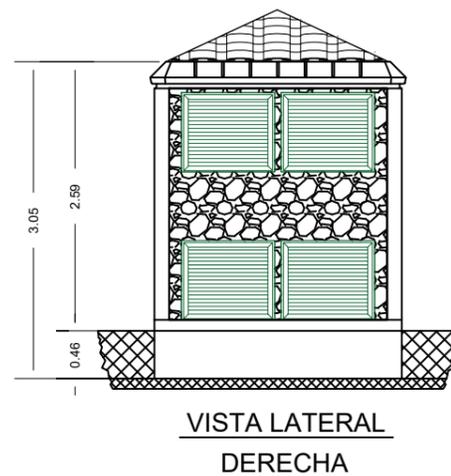
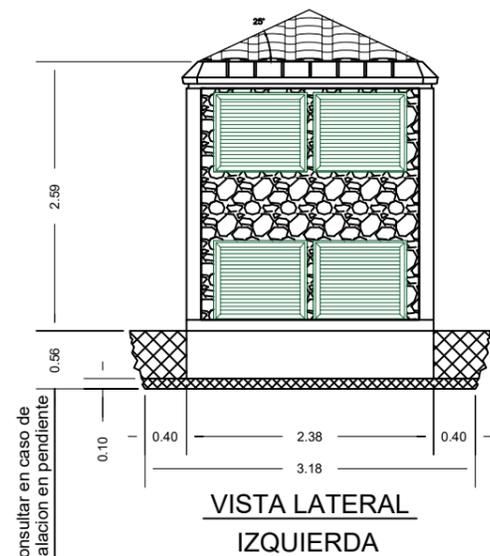
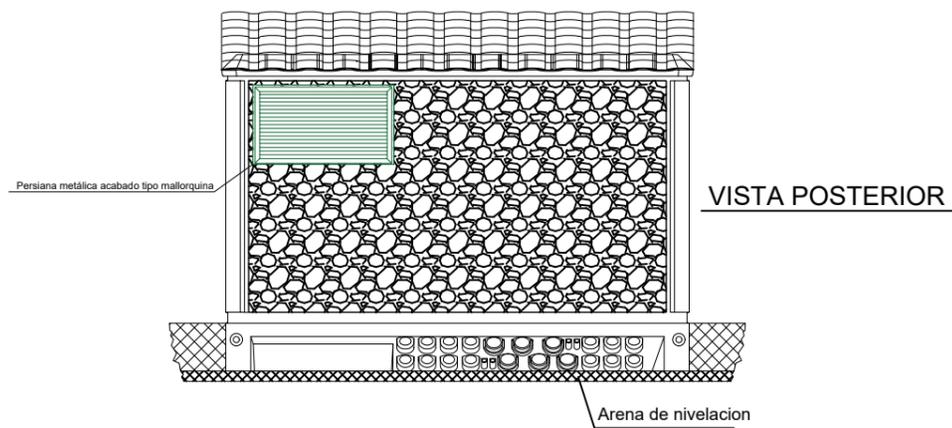
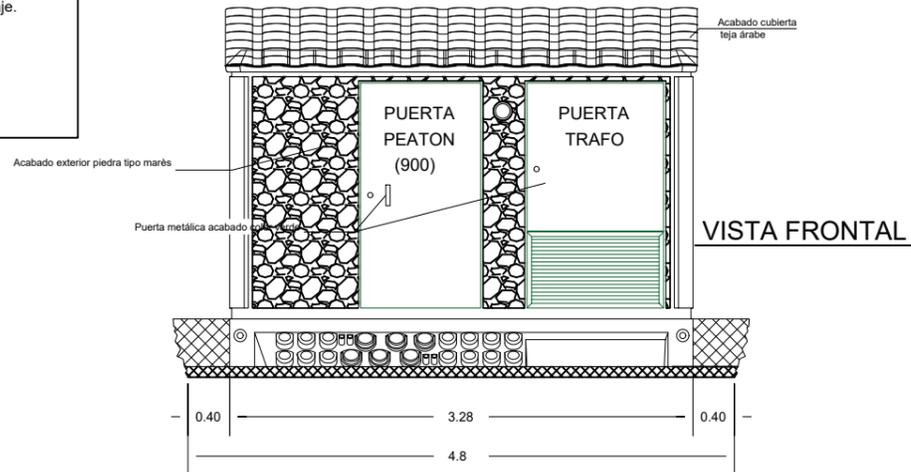
ESCALA:  
S/E A3

El acabado exterior de la caseta de control se llevará a cabo con piedra tipo marés

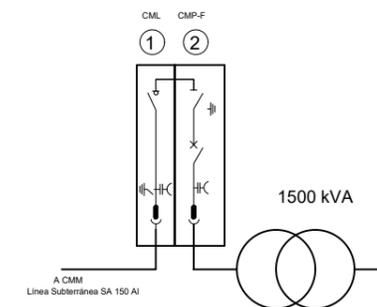
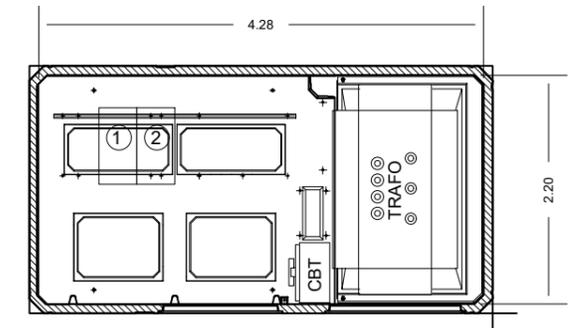
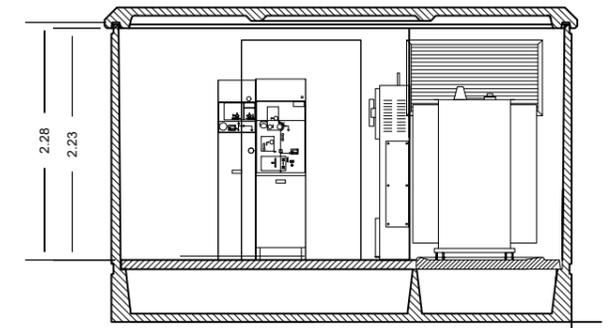
Todas las puertas y ventanas, son de tipo persiana mallorquina color verde carruaje.

Las aceras de 1,2 m de ancho se finalizarán con uno de los siguientes acabados:

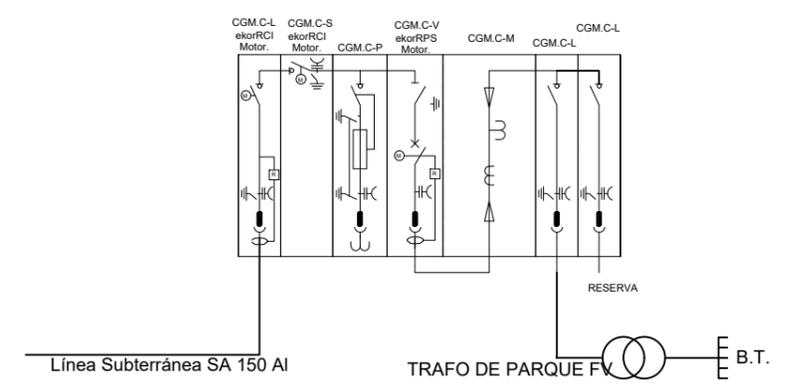
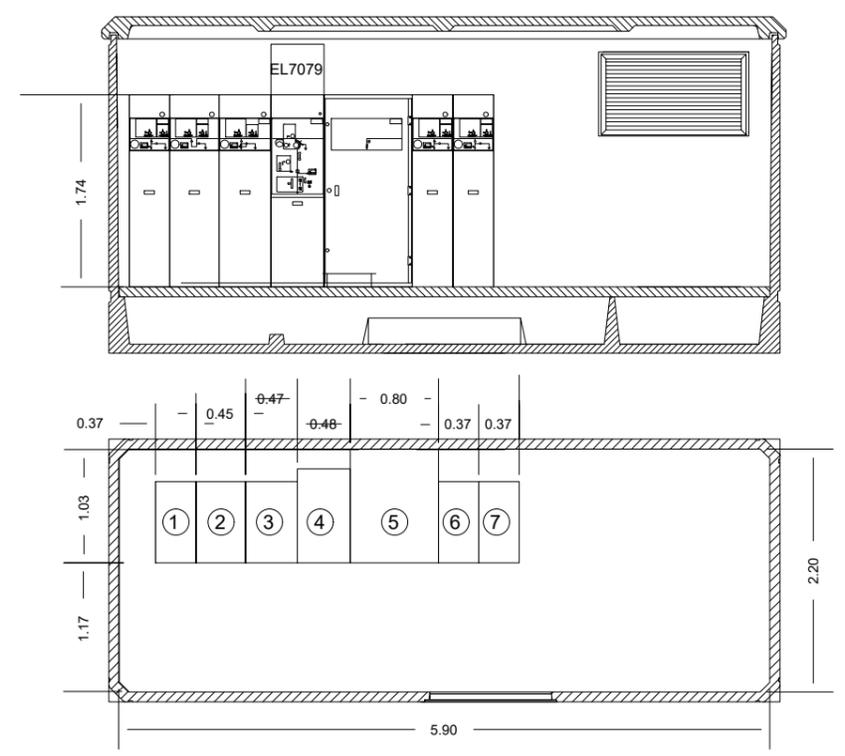
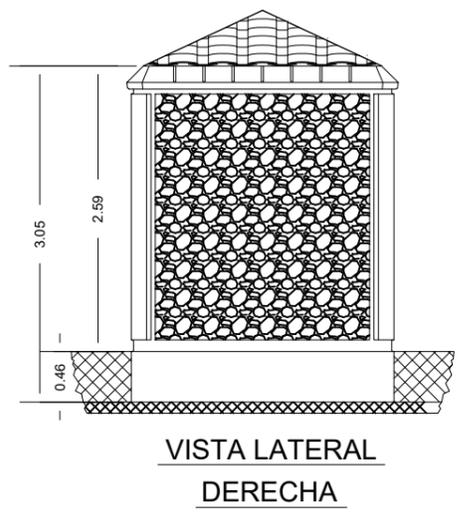
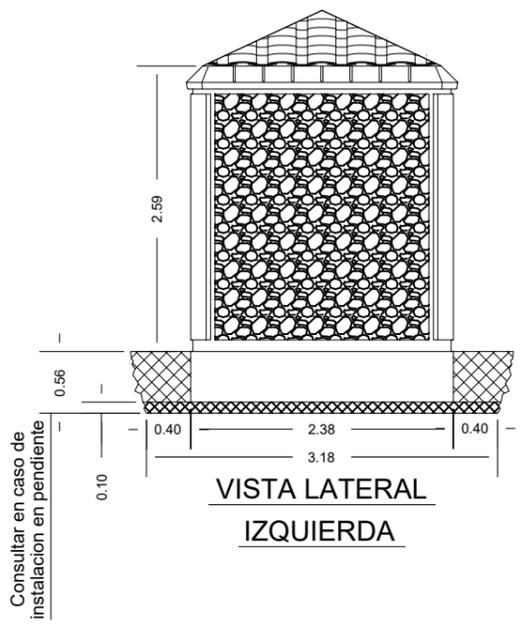
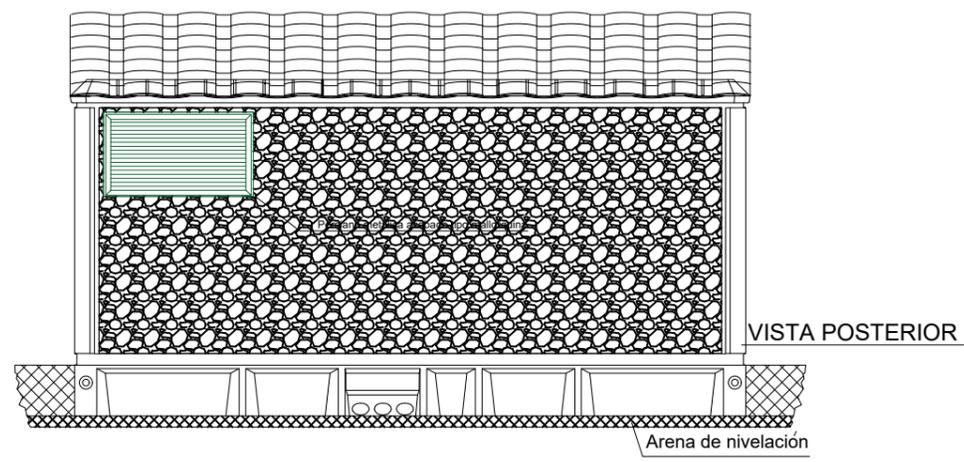
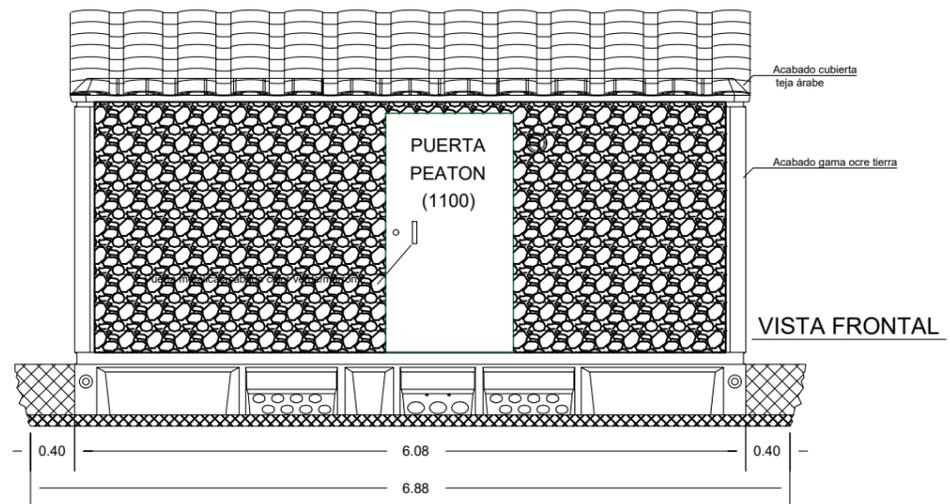
- Piedra caliza.
- Marés plano.
- Baldosas terrazo.



DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
5.26 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.



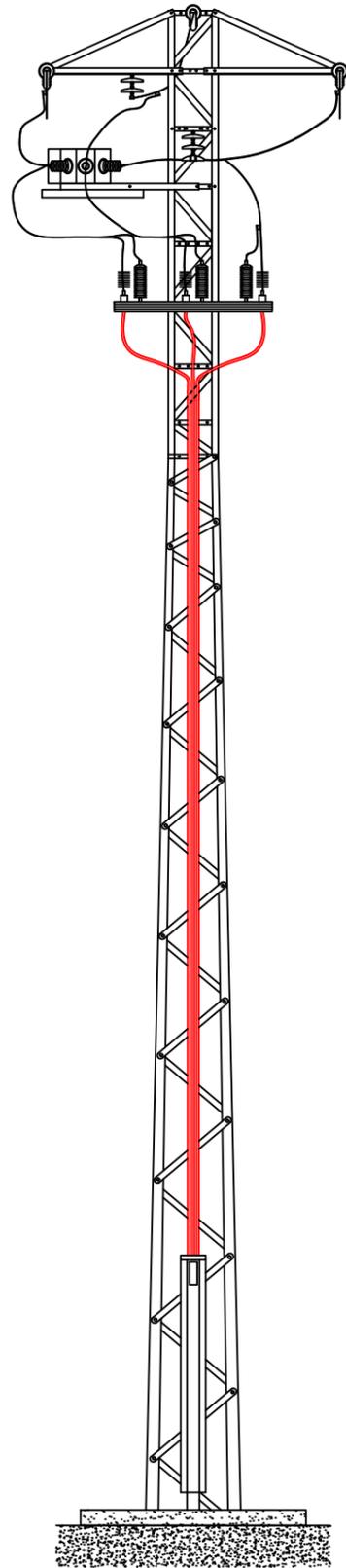
PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1.608,00 kWp Y 1.140,00 kW "SON BORDILLS"	
EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 4 PARCELAS 39 Y 152 T.M. INCA, ILLES BALEARS	FECHA: JUNIO 2020
PROMOTOR: ENERGIA SON BORDILLS S.L. CIF: B-16.655.938	NUM PLANO: 10
PLANO DE: CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PFU-4	ESCALA: S/E A3
<p>JAUME SUREDA BONNIN INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL col:700 C.O.E.T.I.B.</p> <p>FERNANDO PERAL GUTIÉRREZ INGENIERO INDUSTRIAL col:584 C.O.E.I.B.</p> <p>TECNICOS CONSULTORES C/FRAY JUNIPER SERRA, 3 -T.M. ARTA-</p>	



**DIMENSIONES DE LA EXCAVACION**  
6.88 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1.608,00 kWp Y 1.140,00 kW "SON BORDILLS"	
EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 4 PARCELAS 39 Y 152 T.M. INCA, ILLES BALEARS	FECHA: JUNIO 2020
PROMOTOR: ENERGIA SON BORDILLS S.L. CIF: B-16.655.938	NUM PLANO: 11
PLANO DE: CENTRO DE MANIOBRA Y MEDIDA PFU-5	ESCALA: S/E A3
<b>JAUME SUREDA BONNIN</b> INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL col:700 C.O.E.T.I.B. <b>FERNANDO PERAL GUTIÉRREZ</b> INGENIERO INDUSTRIAL col:584 C.O.E.I.B. TÉCNICOS CONSULTORES C/FRAY JUNIPER SERRA, 3 -T.M. ARTA-	

### VISTA FRONTAL

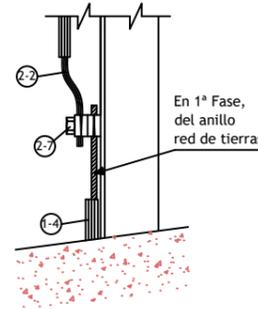


SE INSTALARÁ UNA TORRE METÁLICA TIPO C-2000 EN FINAL DE LINEA MT AEREA.  
EN DICHA TORRE SE REALIZARÁ LA CONVERSIÓN AÉREA-SUBTERRÁNEA.

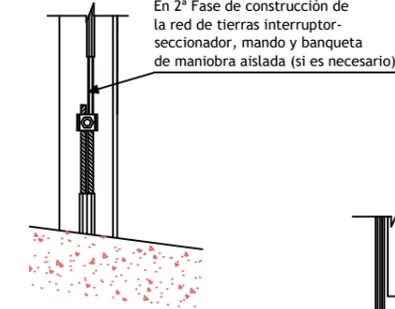
LA CONVERSIÓN AÉREO-SUBTERRANEO SE REALIZARÁ CON LAS SIGUIENTES CONDICIONES:

- El punto de entronque se realizará a través de una torre metálica en amarre.
- Se instalará un interruptor-seccionador de hexafluoruro, los pararrayos y las terminaciones.
- El apoyo estará conectado a tierra mediante un anillo cerrado y enterrado alrededor del empotramiento del apoyo, a un metro de la arista exterior del cuadro que forma la cimentación.
- El valor de la resistencia de difusión anterior deberá ser igual o inferior a 20 ohmios.

### VISTA LATERAL

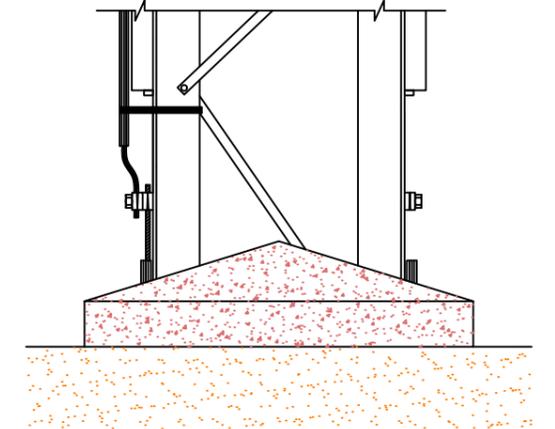


### VISTA FRONTAL

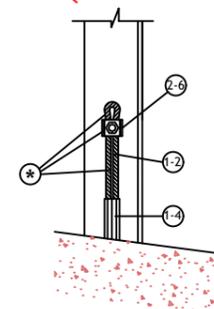


DETALLES CONEXION ELECTRODO DE PUESTA A TIERRA EN APOYO CELOSIA CON APARATO DE MANIOBRA

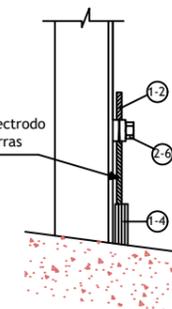
### ALZADO VISTA LATERAL



### VISTA FRONTAL

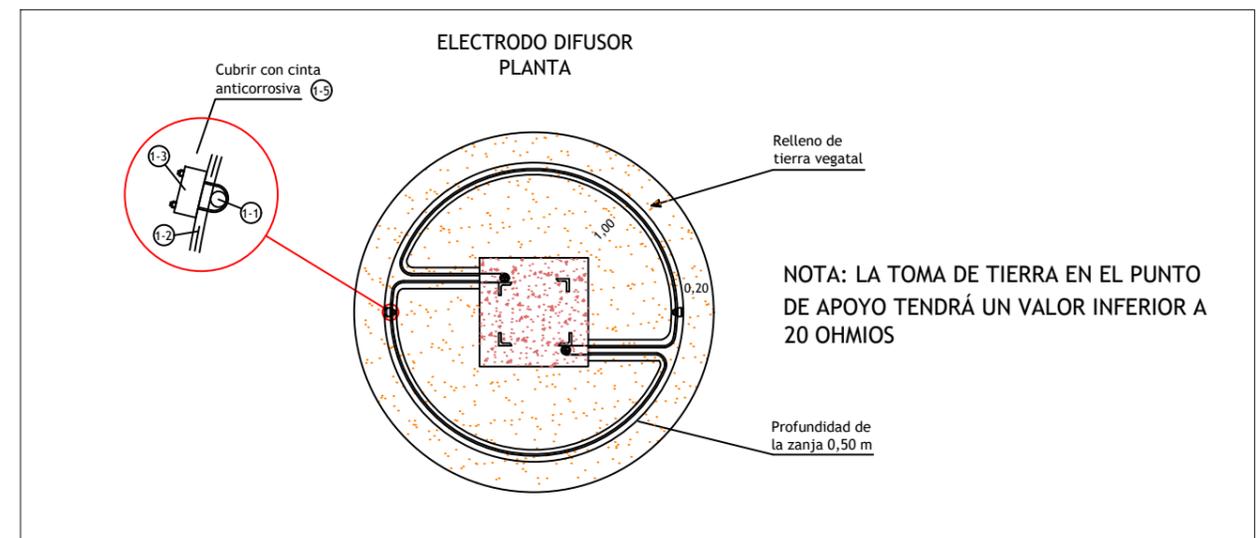


### VISTA LATERAL



NOTA: \* El conector y el conductor de CU visible se cubrirán primero con la cinta autovulcanizable (2-18) y segundo con la cinta adhesiva de PVC (2-15)

### PUESTA A TIERRA APOYO CELOSIA CON MANIOBRA MT.



Denominación	Altura (m)	Esfuerzo Nominal (daN)	Coef. de seguridad	Secundario (daN)	Coef. de seguridad	Vertical (daN)	Coef. de seguridad	Torsión (daNxm)	Coef. de seguridad
C-2000-14	14	2000	1,5000	2000	1,5000	800	1,5000	2100	1,2000

PROYECTO DE INSTALACIÓN DE PARQUE FOTOVOLTAICO DE 1.608,00 kWp Y 1.140,00 kW "SON BORDILLS"

EMPLAZAMIENTO: POLIGONO 4 PARCELAS 39 Y 152 T.M. INCA, ILLES BALEARS

FECHA:  
JUNIO 2020

PROMOTOR: ENERGIA SON BORDILLS S.L. CIF: B-16.655.938

PLANO DE: APOYO A INSTALAR

NUM PLANO:  
12

JAUME SUREDA BONNIN  
INGENIERO TÉCNICO INDUSTRIAL col:700 C.O.E.T.I.B.  
FERNANDO PERAL GUTIÉRREZ  
INGENIERO INDUSTRIAL col:584 C.O.E.I.B.  
TECNICOS CONSULTORES C/FRAY JUNIPER SERRA, 3 -T.M. ARTA-



ESCALA:  
S/E A3

DOCUMENTOS ANEXOS

**INSTALACIÓN DE PARQUE  
FOTOVOLTAICO DE 1608,00 kW<sub>P</sub> Y  
1.140,00 kW “SON BORDILLS”**

**Polígono 4 - Parcelas 39 y 152; T.M. Inca; Illes Balears**

Carrer Fray Junipero Serra, 3 Baixos – 07570 – Artà – T. 971 835 498 – F. 971 829 133 - @. tecnicosconsultores@yahoo.es

## A.1.- Información urbanística y ambiental

1. **Fichas catastrales**
2. **Pla territorial de Mallorca**
3. **Aptitud fotovoltaica**



# CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

**REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE**  
**07027A004001520000XY**

## DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN

**Polígono 4 Parcela 152**

**BOR BAIX. INCA [ILLES BALEARS]**

USO PRINCIPAL

**Agrario**

AÑO CONSTRUCCIÓN

--

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN

**100,00000**

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m<sup>2</sup>]

--

## PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN

**Polígono 4 Parcela 152**

**BOR BAIX. INCA [ILLES BALEARS]**

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m<sup>2</sup>]

--

SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA [m<sup>2</sup>]

**38.564**

TIPO DE FINCA

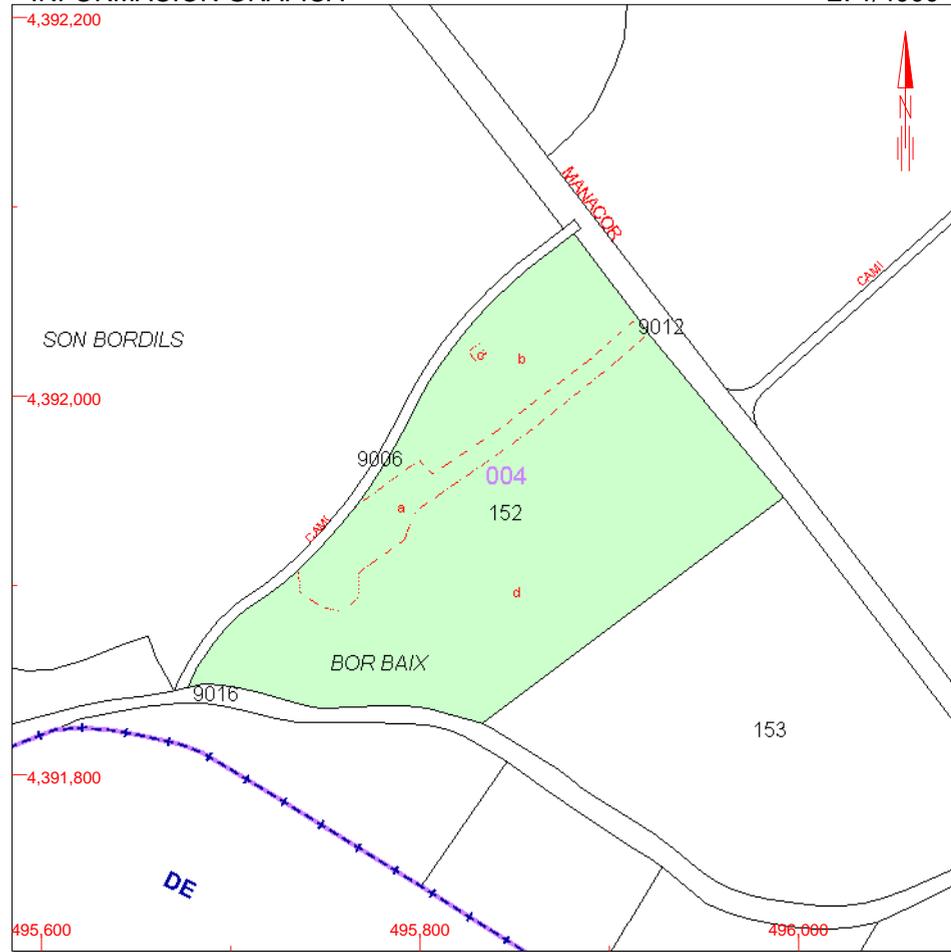
--

## CULTIVO

Subparcela	CC	Cultivo	IP	Superficie m <sup>2</sup>
a	R-	Higueras secano	00	3.806
b	AM	Almendo secano	03	7.041
c	I-	Improductivo	00	43
d	C-	Labor o Labradío secano	02	27.341

## INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/4000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

496,000 Coordenadas U.T.M. Huso 31 ETRS89

- Límite de Manzana
- Límite de Parcela
- Límite de Construcciones
- Mobiliario y aceras
- Límite zona verde
- Hidrografía

Lunes , 24 de Junio de 2019



GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE HACIENDA

SECRETARÍA DE ESTADO DE HACIENDA

DIRECCIÓN GENERAL DEL CATASTRO

# CONSULTA DESCRIPTIVA Y GRÁFICA DE DATOS CATASTRALES DE BIEN INMUEBLE

**REFERENCIA CATASTRAL DEL INMUEBLE**  
**07027A004000390000XI**

## DATOS DESCRIPTIVOS DEL INMUEBLE

LOCALIZACIÓN

Polígono 4 Parcela 39 0001002 - 00DD99B

BOR DALT. INCA [ILLES BALEARS]

USO PRINCIPAL

Agrario

AÑO CONSTRUCCIÓN

1920

COEFICIENTE DE PARTICIPACIÓN

100,000000

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m<sup>2</sup>]

923

## PARCELA CATASTRAL

SITUACIÓN

Polígono 4 Parcela 39 0001002 - 00DD99B

BOR DALT. INCA [ILLES BALEARS]

SUPERFICIE CONSTRUIDA [m<sup>2</sup>]

923

SUPERFICIE GRÁFICA PARCELA [m<sup>2</sup>]

65.496

TIPO DE FINCA

Parcela construida sin división horizontal

## CONSTRUCCIÓN

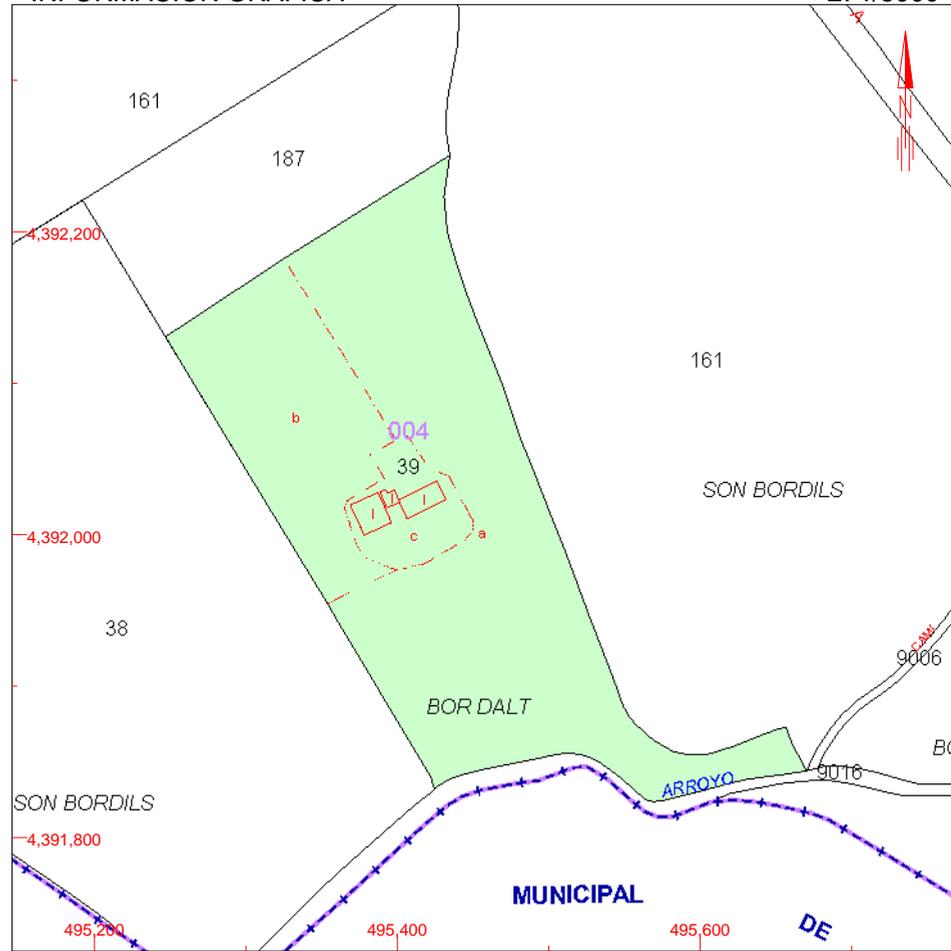
Destino	Escalera	Planta	Puerta	Superficie m <sup>2</sup>
VIVIENDA	1	00	01	94
AGRARIO	2	00	01	439
AGRARIO	2	00	02	390

## CULTIVO

Subparcela	CC	Cultivo	IP	Superficie m <sup>2</sup>
a	C-	Labor o Labradío seco	02	44.301
b	CR	Labor o labradío regadío	02	16.576
c	I-	Improductivo	00	3.694

## INFORMACIÓN GRÁFICA

E: 1/5000



Este documento no es una certificación catastral, pero sus datos pueden ser verificados a través del 'Acceso a datos catastrales no protegidos' de la SEC.

495,600 Coordenadas U.T.M. Huso 31 ETRS89  
 Límite de Manzana  
 Límite de Parcela  
 Límite de Construcciones  
 Mobiliario y aceras  
 Límite zona verde  
 Hidrografía

Lunes , 24 de Junio de 2019



**Pla territorial insular de Mallorca**  
 Aprovat definitivament el 13/12/2004. Inclou la modificació núm. 1 aprovada el 3/6/2010 i la modificació núm. 2 aprovada el 13/1/2011

Escala 1:5.000  
 Projectió UTM Fus31. Datum ETRS89



**Normativa relacionada**

- Pla territorial insular de Mallorca**
- AANP
  - ANEI
  - ARIP Boscós
  - ARIP
  - AIA Extensiva Oliverar
  - AIA Extensiva Vinya
  - AIA Intensiva
  - SRG-Forestal
  - SRG
  - AT Creixement
  - AT Harmonització
  - AAPI a Sòl Rústic
  - Àrees de desenvolupament: AAPI Urbà i Urbanitzable
  - Àrees de desenvolupament: Sòl Urbà i Urbanitzable
  - Sistema General Sòl Rústic
  - APT Carreteres
  - APT Costa
  - Àrea de prevenció de risc d'erosió
  - Àrea de prevenció de risc d'esllavissament
  - Àrea de prevenció de risc d'incendis
  - Àrea de prevenció de risc d'inundacions
  - Unitats de paisatge

## A.2.- Estudio de Producción de Energía (PVSYST)

## Sistema conectado a la red: Parámetros de simulación

**Proyecto :** **SON BORDILS**

<b>Sitio geográfico</b>	<b>Costitx</b>	<b>País</b>	<b>España</b>	
<b>Situación</b>	Latitud	39.68° N	Longitud	2.95° E
Tiempo definido como	Hora Legal	Zona horaria UT+1	Altitud	77 m
	Albedo	0.20		
<b>Datos meteo:</b>	<b>Costitx</b>	Meteonorm 7.2 (1991-2010), Sat=64% - Sintético		

**Variante de simulación :** **Nueva variante de simulación**

Fecha de simulación 30/06/20 12h44

<b>Parámetros de simulación</b>	Tipo de sistema	<b>Cobertizos ilimitados</b>		
<b>Orientación plano de colector</b>	Inclinación	30°	Azimut	0°
<b>Configuración de cobertizos</b>	Núm. de cobertizos	25	Cobertizos ilimitados	
	Espaciamiento cobertizos	8.10 m	Ancho de colector	2.65 m
Ángulo límite de sombreado	Ángulo límite de proyección	0.00	Eficiencia de cobertura del suelo (GCR)	
				32.7%
<b>Modelos usados</b>	Transposición	Perez	Difuso	Perez, Meteonorm
			Circunsolar	separado
<b>Horizonte</b>	Horizonte libre			
<b>Sombreados cercanos</b>	Sombreados mutuos de cobertizos			
<b>Necesidades del usuario :</b>	Carga ilimitada (red)			

### Características del conjunto FV

<b>Módulo FV</b>	Si-mono	Modelo	<b>JKM400M-72H-TV-Bifacial</b>		
Base de datos PVSyst original		Fabricante	Jinkosolar		
Número de módulos FV		En series	20 módulos	En paralelo	201 cadenas
Número total de módulos FV		núm. de módulos	4020	Unidad Nom. Potencia	400 Wp
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	<b>1608 kWp</b>	En cond. de funcionam.	1472 kWp (50°C)
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	739 V	I mpp	1993 A
Área total		Área del módulo	<b>8230 m<sup>2</sup></b>	Área celular	7178 m <sup>2</sup>

### Inversor

Definición de parámetros personalizados	Modelo	<b>SUN2000-60KTL-HV-D1-001</b>		
Características	Fabricante	Huawei Technologies		
	Unidad Nom. Potencia	<b>60.0 kWca</b>	Voltaje de funcion.	600-1480 V
	Potencia máx. (=>25°C)	66.0 kWca		
Paquete de inversores	Potencia total	<b>1140 kWca</b>	Proporción Pnom	1.41
	Núm. de inversores	19 unidades		
<b>Total</b>	Potencia total	<b>1140 kWca</b>	Proporción Pnom	1.41

### Factores de pérdida del conjunto FV

Pérdidas de suciedad del conjunto			Fracción de pérdida	3.0 %
Factor de pérdida térmica	Uc (const)	20.0 W/m <sup>2</sup> K	Uv (viento)	0.0 W/m <sup>2</sup> K / m/s
Pérdida óhmica en el cableado	Res. conjunto global	3.9 m	Fracción de pérdida	1.0 % en STC
Pérdida diodos serie	Caída de voltaje	0.7 V	Fracción de pérdida	0.1 % en STC
LID - Degradación Inducida por Luz			Fracción de pérdida	2.0 %
Pérdida de calidad módulo			Fracción de pérdida	-0.8 %
Pérdidas de desajuste de módulo			Fracción de pérdida	1.0 % en MPP
Pérdidas de desajuste de cadenas			Fracción de pérdida	0.10 %

## Sistema conectado a la red: Parámetros de simulación

Efecto de incidencia (IAM): Recubrimiento Fresnel 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

### Factores de pérdida del sistema

Inversor de pérdida de cable CA a transfo Voltaje inversor 800 Vca tri  
Cables: 3 x 2000 mm<sup>2</sup> 350 m Fracción de pérdida 0.8 % en STC

### Transfo MV

Voltaje de Red 20 kV

Transfo de MV

Pérdidas operativas en STC Pérdida de hierro (Conexión 24/24) 1.58 kW Fracción de pérdida 0.1 % en STC  
Pérdida de cobre (resistiva) 3 x 4.06 m Fracción de pérdida 1.0 % en STC

## Sistema conectado a la red: Resultados principales

**Proyecto :** SON BORDILS

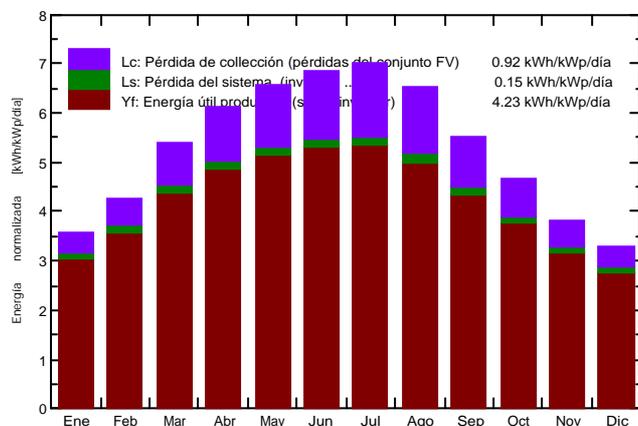
**Variante de simulación :** Nueva variante de simulación

<b>Principales parámetros del sistema</b>	<b>Tipo de sistema</b>	<b>Cobertizos ilimitados</b>
Orientación campo FV	Disposición de cobertizos, inclinación	30° azimut 0°
Módulos FV	Modelo	JKM400M-72H-TV-Bifacial Pnom 400 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	4020 Pnom total <b>1608 kWp</b>
Inversor	Modelo	SUN2000-60KTL-HV-D1-001 Pnom 60.0 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	19.0 Pnom total <b>1140 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)	

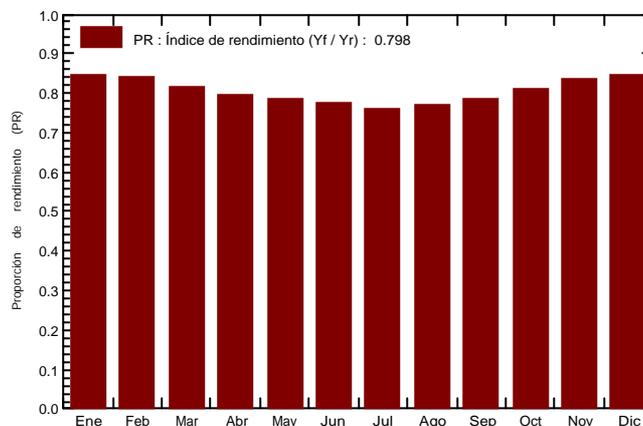
### Resultados principales de simulación

Producción del sistema	<b>Energía producida 2484 MWh/año</b>	Prod. específica 1545 kWh/kWp/año
	Proporción de rendimiento (PR)	79.84 %

Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 1608 kWp



Proporción de rendimiento (PR)



### Nueva variante de simulación Balances y resultados principales

	GlobHor kWh/m <sup>2</sup>	DiffHor kWh/m <sup>2</sup>	T_Amb °C	GlobInc kWh/m <sup>2</sup>	GlobEff kWh/m <sup>2</sup>	EArray MWh	E_Grid MWh	PR proporción
Enero	68.0	25.35	8.41	111.3	104.1	157.3	151.8	0.848
Febrero	83.4	35.27	9.36	119.6	111.2	167.6	161.8	0.842
Marzo	133.7	51.17	12.37	167.3	154.9	227.0	219.2	0.815
Abril	167.1	65.53	15.12	183.1	168.1	243.1	234.8	0.798
Mayo	204.3	79.71	19.33	203.1	185.9	265.7	256.7	0.786
Junio	216.8	80.08	23.37	205.7	187.3	264.5	255.6	0.773
Julio	225.8	70.40	25.74	217.0	198.3	275.4	266.0	0.762
Agosto	190.8	71.67	25.70	201.9	184.9	258.1	249.4	0.768
Septiembre	142.0	55.64	21.46	165.9	152.9	216.8	209.4	0.785
Octubre	107.5	46.19	18.65	144.2	133.6	194.1	187.5	0.809
Noviembre	72.7	29.67	13.16	114.4	106.6	158.9	153.4	0.834
Diciembre	60.4	26.20	9.82	101.9	95.0	143.8	138.8	0.847
<b>Año</b>	<b>1672.3</b>	<b>636.88</b>	<b>16.92</b>	<b>1935.3</b>	<b>1782.9</b>	<b>2572.3</b>	<b>2484.5</b>	<b>0.798</b>

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

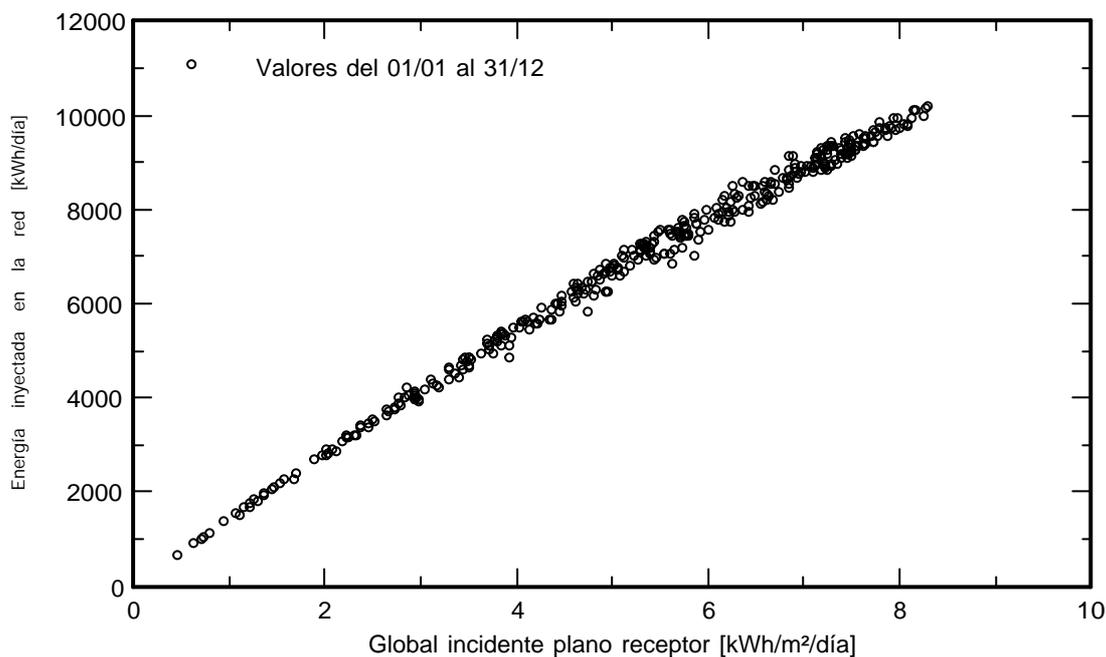
## Sistema conectado a la red: Gráficos especiales

**Proyecto :** SON BORDILS

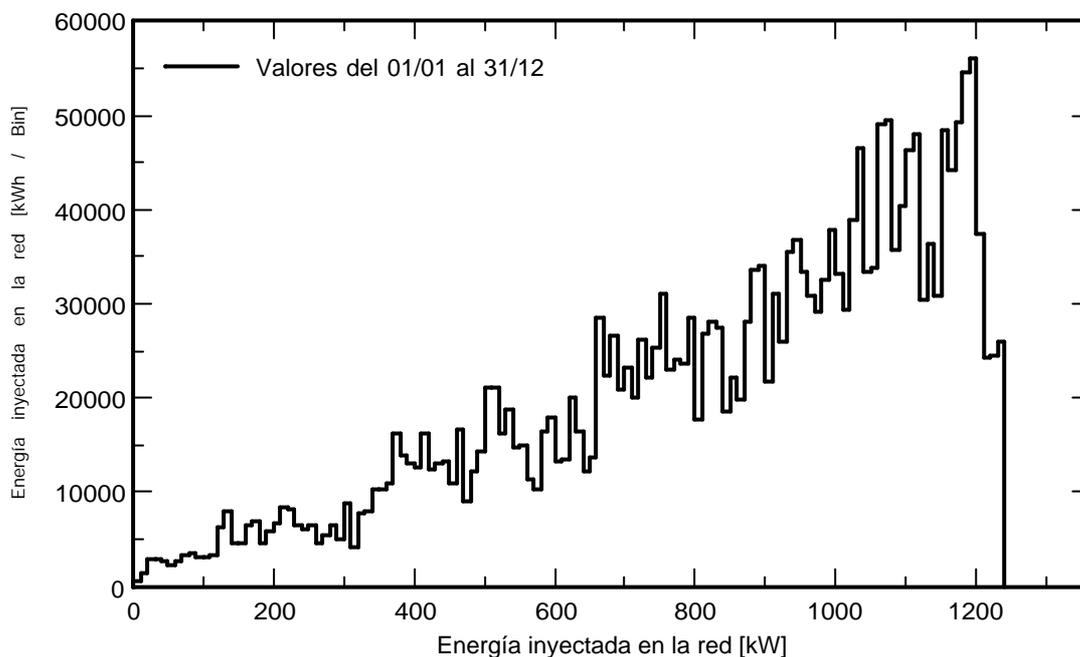
**Variante de simulación :** Nueva variante de simulación

<b>Principales parámetros del sistema</b>	Tipo de sistema	<b>Cobertizos ilimitados</b>		
Orientación campo FV	Disposición de cobertizos, inclinación	30°	azimut	0°
Módulos FV	Modelo	JKM400M-72H-TV-Bifacial	Pnom	400 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	4020	Pnom total	<b>1608 kWp</b>
Inversor	Modelo	SUN2000-60KTL-HV-D1-001	Pnom	60.0 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	19.0	Pnom total	<b>1140 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)			

### Diagrama entrada/salida diaria



### Distribución de la potencia de salida del sistema



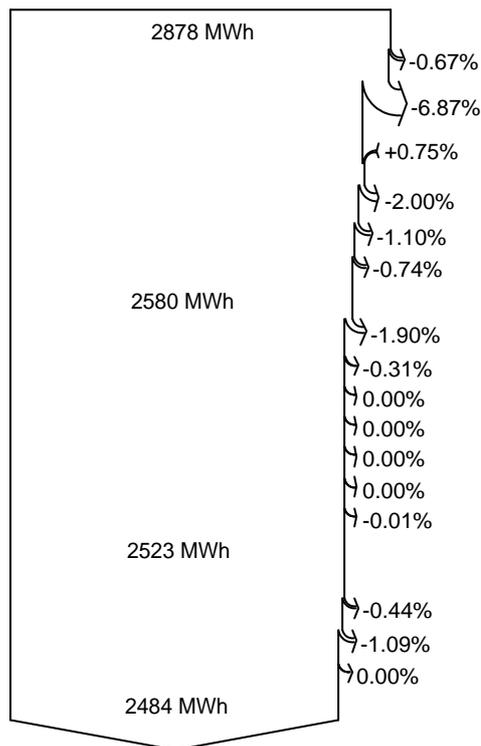
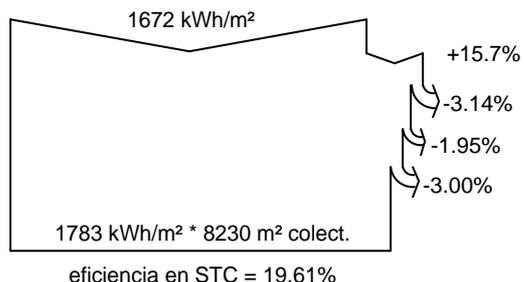
## Sistema conectado a la red: Diagrama de pérdida

**Proyecto :** SON BORDILS

**Variante de simulación :** Nueva variante de simulación

Principales parámetros del sistema	Tipo de sistema	Cobertizos ilimitados	
Orientación campo FV	Disposición de cobertizos, inclinación	30°	azimut 0°
Módulos FV	Modelo	JKM400M-72H-TV-Bifacial	Pnom 400 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos	4020	Pnom total <b>1608 kWp</b>
Inversor	Modelo	SUN2000-60KTL-HV-D1-001	Pnom 60.0 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades	19.0	Pnom total <b>1140 kW ac</b>
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)		

### Diagrama de pérdida durante todo el año



**Irradiación horizontal global**

**Global incidente plano receptor**

Sombreados cercanos: pérdida de irradiancia

Factor IAM en global

Factor de pérdida de suciedad

**Irradiancia efectiva en colectores**

Conversión FV

**Conjunto de energía nominal (con efic. STC)**

Pérdida FV debido al nivel de irradiancia

Pérdida FV debido a la temperatura.

Pérdida calidad de módulo

LID - Degradación inducida por luz

Pérdidas de desajuste, módulos y cadenas

Pérdida óhmica del cableado

**Energía virtual del conjunto en MPP**

Pérdida del inversor durante la operación (eficiencia)

Pérdida del inversor sobre potencia inv. nominal

Pérdida del inversor debido a la corriente de entrada máxima

Pérdida de inversor sobre voltaje inv. nominal

Pérdida del inversor debido al umbral de potencia

Pérdida del inversor debido al umbral de voltaje

Consumo nocturno

**Energía disponible en la salida del inversor**

Pérdidas óhmicas CA

Pérdida de transfo de voltaje medio

Pérdida óhmica de línea MV

**Energía inyectada en la red**

### A.3.- Documentación Técnica de los componentes

# Swan Bifacial 72H 385-405 Watt

MONOCRYSTALLINE MODULE

Positive power tolerance of 0~+3%

ISO9001:2015, ISO14001:2015, OHSAS18001 certified factory.

IEC61215, IEC61730, UL1703 certified products.



PERC



## KEY FEATURES



### 5 Busbar Solar Cell

5 busbar solar cell adopts new technology to improve the efficiency of modules, offers a better aesthetic appearance, making it perfect for rooftop installation.



### PID Resistance

Excellent Anti-PID performance guarantee limited power degradation for mass production.



### Higher Lifetime Power Yield

0.5% annual power degradation  
30 year linear power warranty



### Saving BOS Cost

Designed for high voltage systems of up to 1500 VDC, saving BOS cost



### Higher power output

Module power increases 5-25% generally (per different reflective condition)  
lower LCOE and higher IRR



### Better low-light performance

Excellent performance in low-light environments (e.g. early morning, dusk, and cloud, etc.)

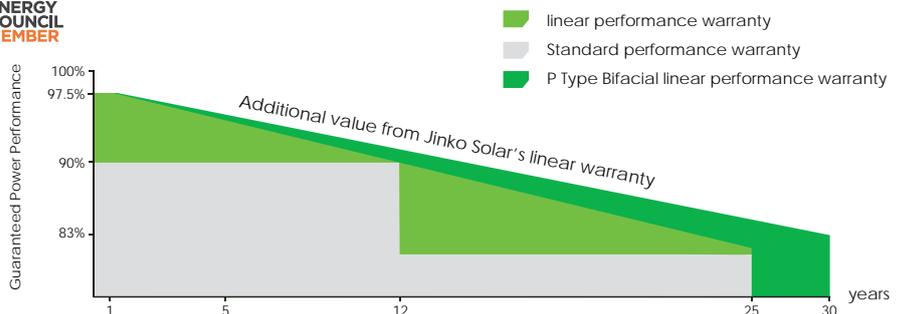


### Strengthened Mechanical Support

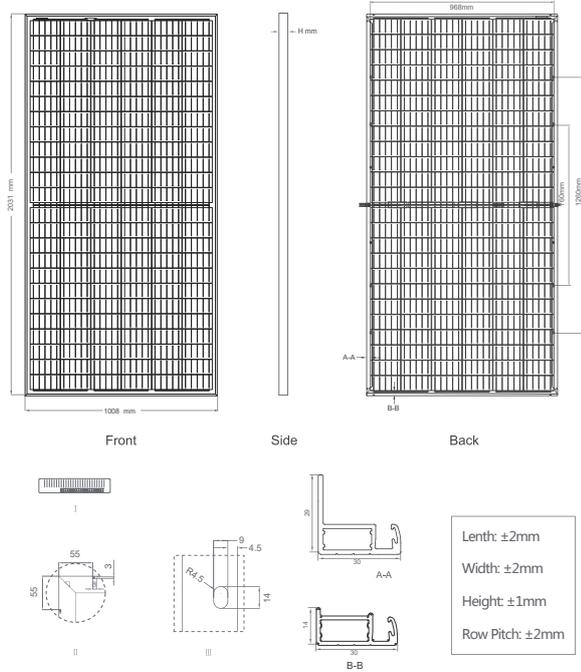
5400 Pa snow load, 2400 Pa wind load

## LINEAR PERFORMANCE WARRANTY

12 Year Product Warranty • 30 Year Linear Power Warranty  
0.5% Annual Degradation Over 30 years



## Engineering Drawings

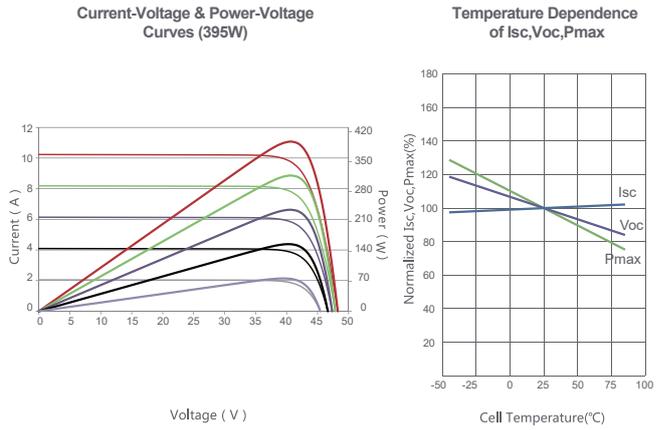


## Packaging Configuration

( Two pallets = One stack )

35pcs/pallets, 70pcs/stack, 770pcs/ 40'HQ Container

## Electrical Performance & Temperature Dependence



## Mechanical Characteristics

Cell Type	Mono PERC 158.75×158.75mm
No. of cells	144 (6×24)
Dimensions	2031×1008×30mm (79.96×39.69×1.18 inch)
Weight	26.6kg (58.64 lbs)
Front Glass	2.0mm, Anti-Reflection Coating
Back Glass	2.0mm heat strengthened glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy
Junction Box	IP67 Rated
Output Cables	TUV 1×4.0mm <sup>2</sup> (+): 250mm, (-): 150mm or customized length

## SPECIFICATIONS

Module Type	JKM385M-72H-BDVP		JKM390M-72H-BDVP		JKM395M-72H-BDVP		JKM400M-72H-BDVP		JKM405M-72H-BDVP	
	STC	NOCT								
Maximum Power (Pmax)	385Wp	285Wp	390Wp	289Wp	395Wp	293Wp	400Wp	296Wp	405Wp	300Wp
Maximum Power Voltage (Vmp)	40.3V	36.6V	40.6V	36.8V	40.8V	37.0V	41.0V	37.2V	41.2V	37.4V
Maximum Power Current (Imp)	9.56A	7.80A	9.62A	7.86A	9.69A	7.92A	9.76A	7.97A	9.83A	8.03A
Open-circuit Voltage (Voc)	48.1V	44.2V	48.3V	44.4V	48.5V	44.6V	48.8V	44.8V	49.0V	45.0V
Short-circuit Current (Isc)	10.04A	8.13A	10.11A	8.18A	10.17A	8.24A	10.24A	8.29A	10.30A	8.34A
Module Efficiency STC (%)	18.81%		19.05%		19.29%		19.54%		19.78%	
Operating Temperature(°C)	-40°C~+85°C									
Maximum system voltage	1500VDC (IEC)									
Maximum series fuse rating	20A									
Power tolerance	0~+3%									
Temperature coefficients of Pmax	-0.35%/°C									
Temperature coefficients of Voc	-0.29%/°C									
Temperature coefficients of Isc	0.048%/°C									
Nominal operating cell temperature (NOCT)	45±2°C									
Refer. Bifacial Factor	70±5%									

## BIFACIAL OUTPUT-REAR SIDE POWER GAIN

		JKM385M-72H-BDVP	JKM390M-72H-BDVP	JKM395M-72H-BDVP	JKM400M-72H-BDVP	JKM405M-72H-BDVP
5%	Maximum Power (Pmax)	404Wp	410Wp	415Wp	420Wp	425Wp
	Module Efficiency STC (%)	19.75%	20.00%	20.26%	20.52%	20.77%
15%	Maximum Power (Pmax)	443Wp	449Wp	454Wp	460Wp	466Wp
	Module Efficiency STC (%)	21.63%	21.91%	22.19%	22.47%	22.75%
25%	Maximum Power (Pmax)	481Wp	488Wp	494Wp	500Wp	506Wp
	Module Efficiency STC (%)	23.51%	23.81%	24.12%	24.42%	24.73%

\* STC: Irradiance 1000W/m<sup>2</sup> Cell Temperature 25°C

AM=1.5

NOCT: Irradiance 800W/m<sup>2</sup> Ambient Temperature 20°C

AM=1.5

Wind Speed 1m/s

\* Power measurement tolerance: ± 3%

The company reserves the final right for explanation on any of the information presented hereby.  
SWAN DG JKM385-405M-72H-BDVP-F30-A1-EN

# Smart String Inverter

SUN2000-60KTL-HV-D1-001



## Smart

- 8 strings intelligent monitoring and fast trouble-shooting
- Power Line Communication (PLC) supported
- Smart I-V Curve Diagnosis supported

## Efficient

- Max. efficiency 99.0%
- European efficiency 98.8%
- 4 MPPT per unit, effectively reducing string mismatch

## Safe

- DC switch integrated, safe and convenient for maintenance
- Residual Current Monitoring Unit (RCMU) integrated
- Fuse free design

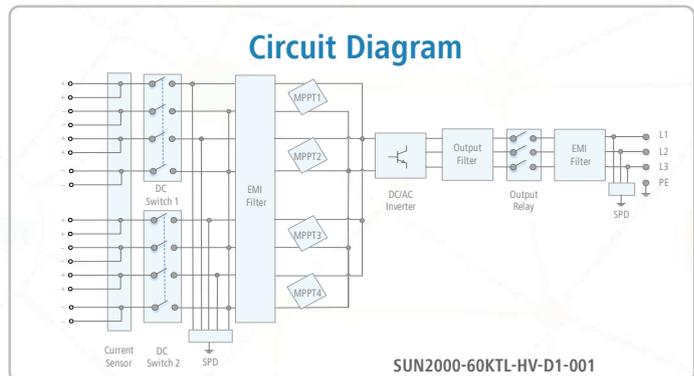
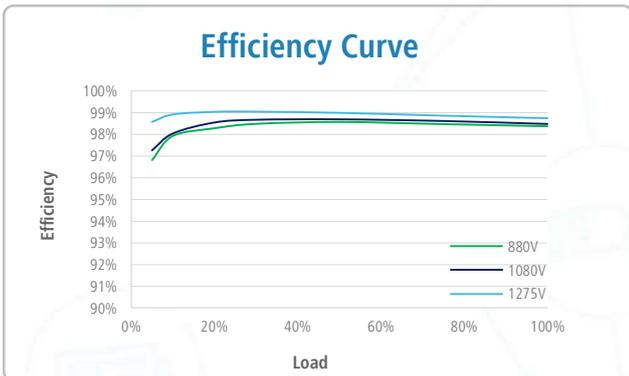
## Reliable

- Natural cooling technology
- Protection degree of IP65
- Type II surge arresters for both DC and AC

# Smart String Inverter (SUN2000-60KTL-HV-D1-001)



Technical Specifications	SUN2000-60KTL-HV-D1-001
	<b>Efficiency</b>
Max. Efficiency	99.0%
European Efficiency	98.8%
	<b>Input</b>
Max. Input Voltage	1,500 V
Max. Current per MPPT	22 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	30 A
Start Voltage	650 V
MPPT Operating Voltage Range	600 V ~ 1,450 V
Rated Input Voltage	1,080 V
Number of Inputs	8
Number of MPP Trackers	4
	<b>Output</b>
Rated AC Active Power	60,000 W
Max. AC Apparent Power	66,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	66,000 W
Rated Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	43.3 A
Max. Output Current	48 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 3%
	<b>Protection</b>
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
	<b>Communication</b>
Display	LED Indicators, Bluetooth + APP
RS485	Yes
USB	Yes
Power Line Communication (PLC)	Yes
	<b>General</b>
Dimensions (W x H x D)	930 x 600 x 270 mm (36.6 x 23.6 x 10.6 inch)
Weight (with mounting plate)	62 kg (136.7 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol UTX
AC Connector	Waterproof PG Terminal + OT Connector
Protection Degree	IP65
Topology	Transformerless
	<b>Standard Compliance (more available upon request)</b>
Certificate	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683
Grid Code	IEC 61727, G59/3, UTE C 15-712-1, RD 661, RD 413, RD 1699, P.O. 12.3, BDEW, VDE4120, UNE 206007-1 IN, UNE 2006006 IN, ABNT NBR 16149, ABNT NBR 16150, ABNT NBR IEC 62116



The text and figures reflect the current technical state at the time of printing. Subject to technical changes. Errors and omissions excepted. Huawei assumes no liability for mistakes or printing errors. For more information, please visit solar.huawei.com. Version No.:01-(201807)

#### A.4.- Justificación de no necesidad de certificado energético

La planta fotovoltaica y sus edificios tanto casetas transformadores como el CMM son de carácter INDUSTRIA por tanto se EXCLUYEN del ámbito de aplicación del RD 235/2013.

##### **Exclusiones del Real Decreto 235/2013**

*Apartado :2. Se excluyen del ámbito de aplicación:*

*a) Edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico.*

*b) Edificios o partes de edificios utilizados exclusivamente como lugares de culto y para actividades religiosas.*

*c) Construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años.*

*d) **Edificios industriales**, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres, procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales.*

*e) Edificios o partes de edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>.*

*f) Edificios que se compren para reformas importantes o demolición.*

*g) Edificios o partes de edificios existentes de viviendas, cuyo uso sea inferior a cuatro meses al año, o bien durante un tiempo limitado al año y con un consumo previsto de energía inferior al 25 por ciento de lo que resultaría de su utilización durante todo el año, siempre que así conste mediante declaración responsable del propietario de la vivienda.*