



**PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
CÁCERES II**

T.M. Casar de Cáceres (Cáceres)

Titular: “MACRINA SOLAR 3, S.L.”

Madrid, mayo de 2023

Jaime Goñi Aguilar, Ingeniero Industrial del I.C.A.I.



ÍNDICE GENERAL

01- MEMORIA DESCRIPTIVA

02- ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD

03- PLIEGO DE CONDICIONES

04- PRESUPUESTO

05- ANEXOS

06- PLANOS



1. MEMORIA DESCRIPTIVA

INDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	4
1.1	Justificación del proyecto.....	4
1.2	Antecedentes	6
1.3	Objeto del proyecto	8
2	TITULAR.....	9
3	NORMATIVA.....	10
4	SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	13
4.1	Puntos de accesos	13
4.2	Coordenadas perimetrales	13
4.3	Afecciones a la instalación.....	15
5	DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA	16
5.1	Sistema de generación fotovoltaica.....	17
5.1.1	Características generales	17
5.1.2	Configuración de los módulos fotovoltaicos.....	19
5.2	Estructura de soporte.....	20
5.2.1	Características generales	21
5.2.2	Fijación al terreno.....	22
5.3	Inversores	23
5.4	Power Plant Controller (PPC)	26
5.5	Instalación eléctrica en baja tensión.....	27
5.5.1	Cableado de continua. String.....	28
5.5.2	Cableado de continua. Fin del string – Inversor.....	28
5.5.3	Cableado de alterna. Inversor – Transformador.....	28
5.6	Centros de transformación	28
5.7	Servicios auxiliares	29

5.8	Líneas internas de MT.....	29
5.8.1	Generalidades.....	30
5.8.2	Normativa.....	30
5.8.3	Conductor.....	31
5.8.4	Aislamiento.....	31
5.8.5	Pantalla sobre el aislamiento.....	31
5.8.6	Cubiertas de separación.....	31
5.8.7	Cubierta exterior.....	31
5.9	Red de puesta a tierra.....	32
5.9.1	Puesta a tierra de protección.....	32
5.9.2	Puesta a tierra de servicio.....	34
5.10	Obra civil.....	34
5.10.1	Movimiento de tierras.....	34
5.10.2	Montaje de edificaciones y cimentaciones.....	35
5.10.3	Red de viales interiores.....	35
5.10.4	Vallado perimetral.....	35
5.11	Sistema de vigilancia y seguridad.....	36
5.12	Sistema de monitorización y control.....	37
5.12.1	Estación meteorológica.....	37
5.12.2	Contador.....	38
5.12.3	Inversor.....	38
5.12.4	Sistema de control de planta.....	39
5.13	Zona de almacenamiento.....	39
6	ESTUDIO DE PRODUCCIÓN Y EMISIONES.....	41
7	CONCLUSIONES.....	43

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación del proyecto

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

En los próximos años se prevé una gran demanda de uso de la energía solar impuesta por el contexto que tratan de desarrollar las políticas energéticas materializadas en diferentes planes de actuación a nivel europeo, nacional y regional.

A nivel nacional, el marco de la política energética y climática está determinada por la Unión Europea, la cual solicita a cada Estado Miembro la elaboración de un Plan Nacional Integrado de Energía y clima 2021-2030 (PNIEC). Como resultado de la ejecución del PNIEC en España, entre otros objetivos, se pretende alcanzar una presencia de las energías renovables sobre el total de la energía consumida en España del 42%, lo cual creará grandes oportunidades de inversión y empleo e incrementará enormemente la participación porcentual actual de este tipo de energías en el sistema energético nacional.

Existen algunos signos que indican un cambio inminente en la política energética del país, y específicamente en lo que a la solar fotovoltaica se refiere:

- La aprobación del Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, estableciendo un marco regulatorio que garantice una rentabilidad razonable de los proyectos de esta tecnología, después de varios años de incertidumbre y falta de un marco estable.
- El empuje del autoconsumo, con la creciente petición del espectro parlamentario pidiendo una metodología de peajes y cargos más favorables al desarrollo de estos proyectos.
- La continua bajada de precios de las instalaciones en todo el mundo, que hacen más viable la rentabilidad de este tipo de inversiones sin primas estatales.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	MEMORIA DESCRIPTIVA
		Página 5 de 43

- La subastas realizadas y proyectadas en 2017, orientadas a reconducir la situación y poder cumplir con el objetivo de energía de UE en 2020.

En lo que respecta a la regulación comunitaria, a finales del mes de noviembre de 2016 la Comisión Europea publicó, bajo el título genérico de “Energía limpia para todos los europeos”, una propuesta de desarrollo legislativo, a la que se ha denominada coloquialmente como “Winter Package”, que incluye, en lo que se refiere al sector eléctrico, una propuesta de nueva Directiva comunitaria, que sustituirá a la actualmente en vigor Directiva 2009/72/CE, y de sus correspondientes desarrollos reglamentarios.

El Winter Package se enmarca en el objetivo de la Unión Europea de liderar la transición hacia una energía limpia, para lo que en febrero de 2015 ya se dio el primer paso con la publicación del paquete no legislativo de la “Unión de la Energía”, que definió un nuevo marco estratégico para lograr los objetivos comunitarios de política energética en el horizonte 2030 (40% de reducción de emisiones respecto a 1990, 27% de cuota de renovables sobre el consumo final de energía, 27% de ahorro energético respecto a las previsiones de consumo y 15% de capacidad de interconexión entre países miembros.)

De esta forma, el Winter Package, una vez que se apruebe tras un proceso de tramitación que puede prolongarse durante unos dos años, se convertirá en el espaldarazo normativo necesario para conseguir una transición hacia una energía limpia acorde con los principios de la política energética de UE, incluyendo a tal efecto propuestas legislativas relativas a la eficiencia energética, las energías renovables, el diseño del mercado de la electricidad, la seguridad del abastecimiento de electricidad y la normas de gobernanza de la Unión de la Energía.

Por otro lado, y desde el punto de vista del sector eléctrico español actual, el informe del sistema eléctrico de 2016, publicado por REE pone de manifiesto varios puntos relevantes:

- La demanda en 2016 creció por segundo año consecutivo tras la crisis económica.
- Los programas de intercambio de energía de España con otros países registraron, por primera vez desde el año 2013, un saldo importador.
- La potencia instalada del parque generador de energía eléctrica en España desciende en 2016, tras una larga senda de crecimiento continuado con la única excepción de la leve caída experimentada en 2014. Debido a la baja de varias centrales de carbón.

Los puntos anteriores hacen que resulte conveniente incorporar al sistema eléctrico nueva potencia de generación con energía barata en el mercado, como es el caso de las energías renovables. Esto está en línea con las indicaciones europeas de objetivos de energías renovables más ambiciosos para la siguiente década.

Además, si bien en 2016 el porcentaje de demanda cubierto con energías renovables aumentó respecto a años anteriores debido a la gran participación de la energía hidráulica, 2017 está siendo un año muy seco, con los embalses en niveles muy bajos y esta situación es probable que se repita, lo que hace que resulte necesario incorporar potencia de otras tecnologías renovables.

Todo lo anterior justifica por lo tanto el desarrollo de proyectos como el que es objeto de este documento y que se hace teniendo en cuenta la planificación de la infraestructura de la red de transporte de REE, fundamentalmente para conseguir los objetivos de la Unión Europea, manteniendo en todo momento la calidad del servicio en los índices que REE está consiguiendo en los últimos años, como también se pone de manifiesto en el citado informe del año 2016.

Circle Renewable Services, S.L. es una compañía de referencia y gran experiencia a nivel mundial en el sector de las energías renovables no convencionales, que, apuesta con firmeza por la energía solar fotovoltaica, trabajando en compañía de otras empresas en proyectos de I+D+i que garanticen la viabilidad de esta tecnología sin ayudas públicas.

1.2 Antecedentes

En 2021, se constituye la sociedad MACRINA SOLAR 3, S.L., con objeto de realizar estudios, redacción y dirección de proyectos de instalaciones eléctricas, el desarrollo, gestión e instalación de sistemas de energía, etc.

Dicha sociedad plantea el desarrollo de un proyecto solar fotovoltaico denominado “Cáceres II” en el municipio de Casar de Cáceres, en la provincia de Cáceres. Este proyecto se ubicará colindante al proyecto “Cáceres I”, cuyo promotor es MACRINA SOLAR 2, S.L., con el cual se compartirán las infraestructuras de evacuación.

Ambos proyectos obtuvieron punto de conexión en barras de 45 kV de la subestación de distribución Cáceres 45 kV, propiedad de Iberdrola Distribución Eléctrica, con las siguientes características:

- Cáceres I:
 - Potencia instalada: 33,8 MW
 - Capacidad de acceso: 30 MW
- Cáceres II:
 - Potencia instalada: 14,7 MW
 - Capacidad de acceso: 12,72 MW

La infraestructura de evacuación prevista constará de una nueva subestación de planta de 30/45 kV con un transformador de 50 MVA para evacuar la generación de ambas plantas. Desde dicha

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	MEMORIA DESCRIPTIVA
		Página 7 de 43

subestación saldrá una nueva línea aérea de 45 kV que seccionará la nueva línea aérea de evacuación de 45 kV del proyecto “Arcos I”. Este último tramo será tramitado por la sociedad Gandasolar 16, S.L. y llegará hasta la subestación de Cáceres 45 kV, propiedad de Iberdrola Distribución, donde los 3 parques han obtenido el punto de conexión. La nueva subestación de planta y la primera línea aérea de 45 kV serán objeto de un proyecto independiente, y serán parte del expediente administrativo de Cáceres II.

Con las características de los parques antes descritas, el tamaño del transformador de la nueva subestación tendría que superar los 50 MVA con objeto de cumplir con el código de red. Por ello, se reducirán ligeramente los tamaños de las plantas fotovoltaicas según se describen más adelante y se instalarán baterías de condensadores en la nueva subestación eléctrica, para cumplir con el código de red.

Adicionalmente, en las parcelas donde se pretenden ubicar los proyectos se han encontrado restos arqueológicos que obligan a mantener unos determinados retranqueos a los seguidores del proyecto Cáceres II, según se indica a continuación:

- En fecha 25 de marzo de 2022, a solicitud de Macrina Solar 3, S.L. la consultora Arketyo Arqueología y Patrimonio registró el informe final de prospección arqueológica superficial de cobertura total, con número de expediente INT/2022/139.
- En fecha 3 de mayo de 2022, la Dirección General de Bibliotecas, Archivos y Patrimonio Cultural emitió informe de viabilidad de referencia HCG/JJCC, en el que se determina un radio de protección de 100 metros, respecto al cercado en piedra seca para el ganado.
- El 20 de mayo de 2022, Macrina Solar 3, S.L. solicita la reducción de perímetro de protección
- En fecha 27 de mayo de 2022, se recibe resolución de la Dirección General de Bibliotecas, Archivos y Patrimonio Cultural para reducir el perímetro de protección a 25 metros, alrededor el bien etnológico del cercado de piedra seca.
- El 30 de agosto de 2022 se recibe la autorización para la intervención arqueológica de lo que se pensaba que era una cista prehistórica.
- El 13 de diciembre de 2022, se recibe resolución de la Dirección General de Bibliotecas, Archivos y Patrimonio Cultural para reducir el perímetro de protección a 25 metros, en el entorno de lo que resultó ser un pozo y no una cista prehistórica.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	MEMORIA DESCRIPTIVA
		Página 8 de 43

1.3 Objeto del proyecto

Por todo ello, se redacta a petición del promotor MACRINA SOLAR 3, S.L. el siguiente **Proyecto de ejecución de la planta solar fotovoltaica “Cáceres II”**, con el objeto de respetar los requisitos de la Dirección General de Bibliotecas, Archivos y Patrimonio Cultural, así como las directrices de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, la normativa del Código de Red para obtener las **Autorizaciones Administrativas Previa y de Construcción**.

El proyecto de Cáceres II se proyecta con una **potencia pico de 14,67 MWp** y una **potencia nominal de 14,52 MWn**, dando lugar a una **potencia instalada de 14,52 MW**.

En este proyecto se definen las instalaciones de generación, inversores, centros de transformación y líneas de evacuación de BT y MT hasta la nueva **“SE Elevadora 45/30 kV Cáceres I y II y Línea Aérea de Alta Tensión 45 kV de PVs Cáceres I y II”**, objeto de un proyecto independiente y parte del mismo expediente administrativo. Desde dicha línea aérea de 45 kV se llegará a la línea aérea de evacuación de 45 kV del proyecto “Arcos I”, la cual conecta con el punto de conexión SET Cáceres 45/220 kV, propiedad de la compañía distribuidora.

El objeto del presente proyecto es definir y establecer todos los componentes que formarán parte de la instalación para su tramitación, y al mismo tiempo exponer ante los Organismos competentes que se reúnen las condiciones y garantías mínimas exigidas por el Real Decreto 413/2014, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energías renovables, cogeneración y residuos; por el 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; por el Real Decreto 23/2020, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica; por el Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica por los Reglamentos Técnicos aplicables, con el fin de obtener la Autorización Administrativa Previa y de Construcción de la instalación.

2 TITULAR

La sociedad promotora y a efectos de notificaciones es la siguiente:

Nombre	MACRINA SOLAR 3, S.L.
CIF	B06933576
Domicilio	Calle Velázquez, 90, 28006, Madrid
Localidad	Madrid
Teléfono	689449906
e-mail	desarrollo@galileo.energy

3 NORMATIVA

Instalaciones eléctricas

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 52.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 187/2016, de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Real Decreto 1066/2001 de 28 de septiembre por el que se aprueba el Reglamento que establece condiciones de protección del dominio público radioeléctrico, restricciones a las emisiones radioeléctricas y medidas de protección sanitaria frente a emisiones radioeléctricas.
- Real Decreto 23/2020, de 23 de junio, por el que se aprueban medidas en materia de energía y en otros ámbitos para la reactivación económica.
- Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica.
- Todas las instalaciones cumplirán la Normativa Europea EN, la Normativa CNELEC, las normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Instrucciones técnicas de los fabricantes y suministradores de equipos.

Instalaciones Fotovoltaicas

- 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.

Municipales

- Plan General Municipal (PGM) del Ayuntamiento de Casar Cáceres.

Estructuras y obra civil

- Eurocódigo 1: acciones generales y Acciones del viento en estructuras. UNE-EN 1991-1-4:2007/A1:2010.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Decreto 3565/1972, de 23 de diciembre, por el que se establecen las normas tecnológicas de la edificación (NTE) y modificaciones posteriores, tanto en cuanto a la ejecución de los trabajos como en lo relativo a mediciones.
- Orden de 6 de febrero de 1976 del Ministerio de Obras Públicas, por la que se aprueba el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes (PG-3) y sus modificaciones posteriores.

Seguridad y salud

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, con las modificaciones de la ley 54/2003 de 12 de diciembre.
- Real Decreto 1267/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud de las obras de construcción.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba del Reglamento de los Servicios de Prevención.

Medioambiente

- Ley 21/2013, de 9 de diciembre, de evaluación ambiental, que establece las bases que deben regir la evaluación ambiental de los planes, programas y proyectos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, garantizando en todo el territorio del Estado un elevado nivel de protección ambiental.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	MEMORIA DESCRIPTIVA
		Página 12 de 43

- Directiva 2011/92/EU del Parlamento Europeo y del Consejo, de 13 de diciembre de 2011, relativa a la evaluación de las repercusiones de determinados proyectos públicos y privados sobre el medio ambiente.
- Ley 26/2007, de 23 de octubre, de Responsabilidad Medioambiental, que regula la responsabilidad de los operadores de prevenir, evitar y reparar los daños ambientales.

4 SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

Las parcelas donde se va a instalar la planta fotovoltaica se localizan en el municipio de Casar de Cáceres, provincia de Cáceres (Extremadura).

Las coordenadas UTM ETRS89 son:

- X – 715.328
- Y - 4.372.455
- Huso – 29

La superficie del proyecto, en cuanto a vallado, es de **26,09 ha**, con un perímetro total de **2.426 metros**. La planta fotovoltaica se localiza en la siguiente parcela:

Polígono	Parcela	Referencia Catastral
14	11	10050A014000110000OU

Tabla 1. Localización parcela.

La subestación eléctrica se localiza en la siguiente parcela:

Polígono	Parcela	Referencia Catastral
14	11	10050A014000110000OU

Tabla 2. Localización de subestación.

4.1 Puntos de accesos

Accesos			
ETRS89			
Punto	Coord. X	Coord. Y	Huso UTM
1	715.097,27	4.372.497,01	29
2	715.609,69	4.372.834,27	29

Tabla 3. Coordenadas Accesos

Se podrá acceder a la planta desde la carretera N-521, tomando la primera salida de la rotonda en el kilómetro 58 hacia calle la Serena, después tomar el camino de tierra al acabar la calle hasta el Camino de los Arenales y recorrer 2 km hasta los accesos de la planta.

4.2 Coordenadas perimetrales

A continuación, se indican las coordenadas del vallado perimetral.

Vallado perimetral			
ETRS89			
Punto	Coord. X	Coord. Y	Huso UTM
1	715.186,70	4.372.049,37	29
2	715.174,21	4.372.085,18	29
3	715.152,31	4.372.114,78	29
4	715.126,22	4.372.140,48	29
5	715.097,39	4.372.166,47	29
6	715.064,92	4.372.178,21	29
7	715.039,91	4.372.193,15	29
8	715.107,57	4.372.551,55	29
9	715.121,43	4.372.543,56	29
10	715.144,75	4.372.543,13	29
11	715.175,90	4.372.548,96	29
12	715.190,85	4.372.557,84	29
13	715.200,04	4.372.569,19	29
14	715.207,59	4.372.594,64	29
15	715.211,69	4.372.616,33	29
16	715.211,33	4.372.629,01	29
17	715.207,24	4.372.649,74	29
18	715.302,42	4.372.677,21	29
19	715.365,81	4.372.810,08	29
20	715.379,25	4.372.849,66	29
21	715.493,08	4.372.815,96	29
22	715.522,25	4.372.872,01	29
23	715.612,20	4.372.833,18	29
24	715.558,69	4.372.540,23	29
25	715.528,50	4.372.545,67	29
26	715.515,67	4.372.474,52	29
27	715.482,12	4.372.437,07	29
28	715.462,01	4.372.391,30	29
29	715.437,24	4.372.286,58	29
30	715.465,70	4.372.248,65	29
31	715.462,52	4.372.219,39	29
32	715.401,66	4.372.218,10	29
33	715.369,42	4.372.179,50	29
34	715.388,94	4.372.124,05	29
35	715.383,31	4.372.089,84	29
36	715.240,30	4.372.055,72	29
37	715.233,20	4.372.061,36	29

Tabla 4. Coordenadas vallado perimetral

4.3 Afecciones a la instalación

Las principales afecciones que se encuentran en las parcelas en las cuales se instalará el parque son las expuestas a continuación, respetando la distancia de servidumbre correspondiente a cada afección.

- Ayuntamiento de Casar de Cáceres
 - Caminos: 15 metros.
- Renfe
 - Vía ferroviaria: 50 metros.
- Confederación Hidrográfica del Tajo
 - Servidumbre al arroyo: 5 metros.
- Consejería de Cultura, Turismo y Deportes de Extremadura
 - Zona de protección arqueológica: 25 metros.

5 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA

“Cáceres II”	
MÓDULOS	
Fabricante	Risen Energy
Modelo	RSM132-8-695BHDG
Potencia pico (Wp)	695
Módulos por string	28
Nº strings	754
Nº módulos	21.112
Potencia pico de la planta (MWp)	14,67
INVERSORES	
Fabricante	Huawei
Modelo	SUN2000-330KTL-H1
Potencia nominal inversor (kVA)	300
Potencia máxima inversor (kVA)	330
Nº inversores	44
Potencia nominal máxima de la planta (MWn) (*)	14,52
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 1	
Fabricante	Huawei
Modelo	JUPITER STS-9000K-H1
Potencia transformadora (40°C)	9.000 kVA
Nº de CTs	1
CENTRO DE TRANSFORMACIÓN TIPO 2	
Fabricante	Huawei
Modelo	JUPITER STS-6000K-H1
Potencia transformadora (40°C)	6.600 kVA
Nº de CTs	1
ESTRUCTURA	
Fabricante	Trina Tracker
Modelo	Vanguard 1P
Tipo	Seguimiento E-O
Configuración	1V x 28 / 1V x 56
Nº de seguidores	170 / 292
Ángulo de giro	± 55 °
Pitch (m)	5,50

Tabla 5. Configuración de planta.

(*) El Power Plant Controller (PPC) limitará a **12,72 MW** la **potencia en el Punto de conexión**.

5.1 Sistema de generación fotovoltaica

La instalación solar fotovoltaica propuesta se divide en los siguientes sistemas:

- Sistema de generación con módulos fotovoltaicos de tecnología monocristalina bifacial.
- Estructuras de soporte de los módulos, con tecnología de seguimiento solar a 1 eje (“seguidores”).
- Sistema de conversión continua/alterna y control de potencia, tensión y factor de potencia con inversores.
- Centros de transformación.
- Líneas eléctricas de baja tensión.
- Líneas eléctricas de media tensión.
- Sistema de monitorización de la instalación.
- Iluminación interior y abastecimiento en baja tensión de servicios auxiliares.
- Obra civil: hincados, casetas, canalizaciones, cimentación de centros de transformación y líneas de media y baja tensión necesarias.
- Sistema de seguridad y vigilancia.

La energía fotovoltaica utiliza parte del espectro electromagnético de la energía del sol para producir electricidad.

El generador fotovoltaico es el dispositivo encargado de transformar la radiación solar en electricidad. Está constituido por una asociación serie-paralelo de módulos que, a su vez, son el resultado de una agrupación serie-paralelo de células solares.

Las células están formadas por materiales semiconductores como el silicio. Al incidir la luz del sol sobre la superficie de la célula fotovoltaica, los fotones de la luz solar transmiten su energía a los electrones del material semiconductor, para así poder circular dentro del sólido. La tecnología fotovoltaica consigue que parte de estos electrones salgan al exterior del material semiconductor generándose así una corriente eléctrica capaz de circular por un circuito externo.

La instalación se diseñará para un dimensionado óptimo, con lo que se consigue maximizar el rendimiento energético y minimizar el tiempo de amortización.

5.1.1 Características generales

El módulo fotovoltaico para el diseño de las plantas se ha elegido de acuerdo a las siguientes características:

- Tecnología monocristalina bifacial.
- 132 células.
- Degradación lineal.
- Resistente al PID.
- Todos los módulos deberán satisfacer las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, así como estar cualificados por un laboratorio reconocido, lo cual se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente, cumpliendo con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como con las directivas comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2004/108/CE).
- Certificado según las normas: IEC 61.215 (Módulos fotovoltaicos de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación) y IEC 61.730 (cualificación de seguridad eléctrica de los módulos).
- Tolerancia positiva.
- Fabricante primer nivel. Fabricado en plantas homologadas con ISO 9001 y ISO 14001.

Se ha realizado el diseño con módulos fotovoltaicos **RSM132-8-695BHDG Bifacial Monocristalino con potencia pico de 695Wp tipo 1.500V**, del fabricante **Risen Energy** o similar, con las siguientes características principales:

MÓDULO FOTOVOLTAICO – STC (*)	
Fabricante	Risen Energy
Modelo	RSM132-8-695BHDG
Potencia pico	695
Tensión de Máxima Potencia, V_{mmp} (V)	41,71
Corriente de Máxima Potencia, I_{mmp} (A)	16,68
Tensión de circuito abierto, V_{oc} (V)	49,74
Corriente de Cortocircuito, I_{sc} (A)	17,74
Coef. de temperatura de I_{sc} (%/°C)	0,047
Coef. de temperatura de V_{oc} (%/°C)	-0,22
Coef. de temperatura P_{max} (%/°C)	-0,24
Tensión máxima del sistema (V_{DC})	1.500
Temperatura de operación de la célula, TONC (°C)	43±2
Dimensiones	2,384 m x 1,303 m x 0,035 m

Tabla 6. Características del módulo.

(*) Condiciones Estándar de Medida (STC) son unas determinadas condiciones de irradiancia y temperatura de célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y

generadores solares y definidas del modo siguiente: Irradiancia solar 1000 W/m², distribución espectral: AM 1,5G y temperatura de célula: 25°C.



Ilustración 1. Módulo bifacial monocristalino

La ficha de características técnicas de la estructura se adjunta en el **Anexo de Fichas Técnica**

Cada serie dará una corriente diferente que se sumará a la del resto de las series hasta el inversor. Las tensiones de las series serán las mismas, y vendrán fijadas por el inversor DC/AC en su búsqueda del punto de máxima potencia.

El módulo fotovoltaico llevará de forma claramente visible e indeleble el modelo y nombre o logotipo del fabricante, así como una identificación individual o número de serie trazable a la fecha de fabricación.

5.1.2 Configuración de los módulos fotovoltaicos

El generador fotovoltaico está formado por la interconexión en serie y en paralelo de una serie de módulos fotovoltaicos. Los módulos se conectan en serie formando ramas o strings, las cuales se conectan en paralelo en cajas de conexión con fusibles de protección por cada rama. La línea en corriente continua llega hasta el inversor, donde se transforma en corriente alterna.

Atendiendo a las especificaciones de los módulos e inversores elegidos para esta instalación, calcularemos el máximo y mínimo número de módulos, tanto en serie como en paralelo, que formarán el generador fotovoltaico.

El número máximo de módulos conectados en serie por ramal se determina por el cociente entre la tensión máxima de entrada al inversor y la tensión a circuito abierto del módulo a su temperatura mínima (-10°C).

$$N_s(\text{max.}) = \frac{U_p(\text{max.})}{U_{oc}(T_c)}$$

El mínimo número de módulos conectados en serie por ramal se determina por el cociente entre la tensión mínima de entrada al inversor y la tensión mínima del módulo en el punto de máxima potencia y temperatura máxima (60°C).

$$N_s(\text{mín.}) = \frac{U_p(\text{mín.})}{U_{oc}(T_c)}$$

El número de ramales en paralelo se determina como el cociente entre la potencia pico del generador y la potencia pico de un ramal, debiendo cumplirse que la corriente de cortocircuito máxima de cada ramal por el número de ramales sea menor que la corriente máxima admisible de entrada al inversor, que se produce con la temperatura máxima del módulo (60°C).

$$N_p = \frac{P_{inv}}{(N_s \times P_p)} \quad \text{Siempre que } N_p \times I_{cc_{\text{modulo}}} < I_{\text{max}_{\text{inversor}}}$$

5.2 Estructura de soporte

La estructura soporte (o tracker) es el elemento mecánico que sujeta los módulos fotovoltaicos para instalarlos sobre el terreno. Tiene las funciones principales de servir de soporte y fijación segura de los módulos fotovoltaicos, así como proporcionarles la inclinación y orientación adecuadas, con el objetivo de obtener el máximo aprovechamiento de la energía solar incidente.

La estructura seccionada es de tipo **seguidor monofila a un eje N-S**, modelo Vanguard 1P de la marca Trina Tracker o similar. Este tracker tendrá 1 fila en posición vertical (**1V**). Se dispondrá de **170 seguidores 1Vx28 (1 string) y 292 seguidores 1Vx 56 (2 strings)**.



Ilustración 2. Estructura solar N-S

Los módulos fotovoltaicos se instalan en dicho seguidor o tracker, que permite un giro alrededor del eje N-S de $\pm 55^\circ$ y con acimut de 0° dirección Sur. De esta forma, se garantiza aprovechar un mayor número de horas de radiación y permite maximizar la producción a lo largo del año.

La separación entre filas será de **5,5 m** entre puntos homólogos equivalentes de seguidores (**pitch**).

El control del seguidor hará un movimiento de back-tracking que evita el sombreado entre filas consecutivas, disminuyendo la inclinación de los módulos a primeras horas del día y a últimas horas de la tarde.

5.2.1 Características generales

Estructura metálica con las siguientes características:

- Estructura de acero.
- Tratamiento superficial de la superficie de la estructura a base de galvanizado en caliente por inmersión de acuerdo a la Norma EN ISO 1.461:2009 o ASTM A123/A 123-M-15.
- Tornillería del módulo: acero inoxidable.
- Elemento aislante que se puede incluir entre el marco de aluminio del panel y la estructura galvanizada con el fin de asegurar que no se produzca la corrosión galvánica.
- Se deben realizar Pull Out Test para definir la profundidad de hincado.

ESTRUCTURA	
Fabricante	Trina Tracker
Modelo	Vanguard 1P
Configuración	1Vx28 / 1Vx56
Angulo de giro	$\pm 55^\circ$
Azimuth	0°
Módulos por fila	28 / 56
Pitch (mínimo)	5,5 m
Dimensiones	37,24 m x 2,384 m / 74,01 m x 2,384 m
Altura máxima	2,473 m

Tabla 7. Características del seguidor.

La ficha de características técnicas de la estructura se adjunta en el **Anexo de Fichas Técnica**.

Para situaciones de viento continuo de más de 50 km/h y 10 segundos de duración o más de tres vientos racheados de más de 50 km/h y 3 segundos de duración en menos de un minuto, se contempla la posición de bandera del seguidor, con un ángulo válido para esta posición desde -30° para los seguidores exteriores y 5° para los seguidores interiores.

5.2.2 Fijación al terreno

Inicialmente se plantea un anclaje de la estructura metálica al terreno, mediante hincados y unión a estos de la estructura por medio de pernos. Estas hincas serán idénticas y estarán separadas a una distancia constante entre ellas.

Las estructuras hincadas, permiten el recorte de los tiempos de ejecución de la obra y la reducción de los costes de mano de obra y materiales necesarios, frente a la cimentación de micro-pilotes a base de hormigón. Se instala por hincado directo sobre el terreno permitiendo su montaje sin necesidad de llevar a cabo obra civil (excavaciones, hormigonado, placas de anclaje, etc.). Este tipo de cimentación exige menores nivelaciones del terreno.

Para la ejecución de los trabajos de hincado se utilizará maquinaria especializada, maquina hincaposte, que satisface las exigencias del hincado de postes en condiciones difíciles, en campo abierto y con pendientes importantes.



Ilustración 3. Máquina de hincapostes

La cimentación de la estructura ha de resistir los esfuerzos derivados de:

- Sobrecarga del viento en cualquier dirección.
- Peso propio de la estructura y módulos soportados.

5.3 Inversores

El inversor será el equipo encargado de la conversión de la corriente continua generada por los módulos fotovoltaicos en corriente alterna a la misma frecuencia de la red. Desde la salida del inversor se evacuará la energía al transformador que será el encargado de elevar la tensión establecida para la red de Media Tensión de la planta.

El funcionamiento del inversor es totalmente automático. A partir de que los módulos solares generan potencia suficiente, la electrónica de potencia implementada en el inversor supervisa la tensión, la frecuencia de red y la producción de energía. A partir de que ésta es suficiente, el inversor comienza a inyectar a la red.

El inversor trabaja de forma que toman la máxima potencia posible (seguimiento del punto de máxima potencia) de los módulos solares. Cuando la radiación solar que incide sobre los módulos no es suficiente para suministrar corriente a la red interior, el inversor deja de funcionar. Puesto que la energía que consume la electrónica procede del generador fotovoltaico, por la noche el inversor solo consume una pequeña cantidad de energía procedente de la de suministro.

Se ha considerado una solución basada en **inversores de string fabricados por HUAWEI**, o similar, **modelo SUN2000-330KTL-H1**, con las siguientes características:

INVERSOR	
Fabricante	Huawei
Modelo	SUN2000-330KTL-H1
Voltaje DC	1.080 V
Rango de tensiones MPP	500-1.500 V
Voltaje máx. vacío	1.500 V
Potencia nominal (kW)	300
Potencia máxima (kW)	330
Tensión de salida	800 V
Eficiencia máx.	≥99,0%
Eficiencia europea	≥98,8%

Tabla 8. Características del inversor.

La ficha de características técnicas del módulo se adjunta en el **Anexo de Fichas Técnicas**.



Ilustración 4. Inversor modelo SUN2000-330KTL-H1

El bloque del inversor tiene un rendimiento de $\geq 98,80\%$. Se tendrá en cuenta la tensión de funcionamiento para seleccionar los inversores. Se elegirá un inversor que trabaje a tensión elevada con el fin de reducir las pérdidas en el cableado de baja tensión (siendo el máximo 1.500 Vcc).

Los inversores tendrán además que cumplir las siguientes características técnicas;

- Producción de una alimentación eléctrica sinusoidal síncrona con la red.
- Rápida y exacta detección y seguimiento del punto de operación (regulación MPP) con la máxima producción de potencia.
- Alta eficiencia en funcionamiento, incluso en régimen de carga parcial.
- Funcionamiento completamente automático, sencillo control operativo e indicación de fallos.

- Fiable funcionamiento, incluso con altas temperaturas ambiente, así como resistencia a la intemperie y a la temperatura.
- Opción de visualización de datos. Pantalla para mostrar rendimiento y mensaje de fallos.
- Soportará huecos de tensión, inyectará potencia reactiva y controlará la potencia activa de red.
- Cumplirán con los requerimientos técnicos y de seguridad necesarios para su interconexión a la red de baja tensión (2006/95/CE), así como las directivas Comunitarias sobre seguridad eléctrica y compatibilidad electromagnética (2004/108/CE)

Dispondrán además de:

- Desconexión inteligente a nivel de string (SSLD)
- Protección contra funcionamiento en isla.
- Protección contra sobrecorrientes y cortocircuitos en AC.
- Protección contra polaridad inversa.
- Monitorización de falla del campo fotovoltaico de Strings.
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en CC. Tipo II
- Descargadores de sobretensiones atmosféricas en AC. Tipo II
- Protección contra fallo de aislamiento en CC.
- Protección contra falla de tierra en AC.
- Kit de monitorización de la corriente residual

Con el objetivo de que la planta fotovoltaica cumpla con la Orden TED/749/2020, de 16 de julio, conocida como código de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas a la red, se ha calculado la capacidad en corriente alterna de la planta en función de la potencia máxima en corriente alterna concedida en el punto de conexión según los siguientes parámetros:

- Significatividad de la planta fotovoltaica: tipo C.
- El Módulo de Generación Eléctrica (MGE) será capaz de permanecer conectado a la red y de funcionar con derivadas de frecuencia de hasta 2 Hz/s medidas en una ventana temporal móvil de 500 ms.
- Deberá cumplir con las condiciones y ajustes para desconexión automática de MGE.
- Deberá tener capacidad de consumir o producir hasta un 30% potencia reactiva según la variación de la tensión que experimente.
- El MGE deberá ser robusto con capacidad de soportar huecos de tensión en caso de faltas.
- El MGE tendrá que ser capaz de restablecer la conexión tras una perturbación.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	MEMORIA DESCRIPTIVA
		Página 26 de 43

Por lo tanto, y teniendo en cuenta que la planta solar fotovoltaica Cáceres II tiene una subestación transformadora para elevar la tensión de 30 kV a los 45 kV del punto de conexión que permite regular la tensión, la potencia nominal de la instalación ha resultado ser 14,52 MWn, valor mayor al concedido en el punto de conexión, 12,72 MWn. Por esta razón se instalará un Power Plant Controller (PPC), que trabajará de la mano de las baterías de condensadores de la nueva subestación, para regular el aporte de reactiva siguiendo las consignas del operador de la red e impedirá que en el punto de conexión se supere la potencia activa máxima admisible según el permiso de acceso concedido.

5.4 Power Plant Controller (PPC)

Debido a que la potencia instalada en inversores es de 14,52 MWn y la potencia concedida en el punto de conexión será de 12,72 MW, se va a instalar un Power Plant Controller de la marca Power Electronics para que limite la potencia en el punto de conexión a la concedida.

El PPC es compatible con todos los modelos de inversor solar, convertidor y STATCOM. Se instala en el punto de interconexión de la planta de generación y es la interfaz entre el operador de red y los equipos que componen la planta. Cumple los requisitos de conexión a red exigidos por las normativas más restrictivas. Opera bajo las instrucciones de un controlador externo y ofrece una gran variedad de modos de control que contribuyen a garantizar la calidad y estabilidad en el sistema eléctrico.

El PPC permite:

- **Control de potencia activa:** Regula la potencia activa en lazo abierto o cerrado. En lazo abierto, la potencia activa medida en el punto de interconexión será igual a la definida menos las pérdidas en planta. En lazo cerrado, se obtendrá la referencia comandada siempre que haya suficiente potencia activa disponible en planta.
- **Control de frecuencia-potencia:** La potencia activa se puede ajustar automáticamente en respuesta a eventos de alta o baja frecuencia.
- **Control de potencia reactiva:** Regula la potencia reactiva en lazo abierto o cerrado. En lazo abierto, la potencia reactiva medida en el punto de interconexión será igual a la definida menos las pérdidas en planta. En lazo cerrado, se obtendrá la referencia comandada siempre que haya suficiente potencia reactiva disponible en planta.
- **Control de factor de potencia:** Este modo de control se implementa en lazo cerrado. Sus entradas son la potencia activa medida en el punto de interconexión y el valor ajustado de referencia de factor de potencia a obtener en dicho punto.

- Control de tensión: En función de la tensión medida en el punto de interconexión y de la consigna de tensión definida, el PPC comandará a los equipos que componen la planta el valor de potencia reactiva inductiva o capacitiva a inyectar, según se requiera reducir o aumentar el valor de tensión en el punto de interconexión para alcanzar la referencia ajustada.
- Control de tensión-potencia reactiva: La potencia reactiva se puede ajustar automáticamente en respuesta a eventos de alta o baja tensión.



Ilustración 5. PPC Pro de Power Electronics

5.5 Instalación eléctrica en baja tensión

La sección del cable empleado será la suficiente para asegurar que las pérdidas por caída de tensión y potencia cumplen normativa.

Con objeto de optimizar la eficiencia energética y garantizar la absoluta seguridad del personal, en la instalación se tendrán en cuenta los siguientes aspectos adicionales:

- Todos los equipos situados a la intemperie tendrán un grado de protección mínimo IP65 y los de interior IP32.
- La sección de los conductores será la necesaria para asegurar que las pérdidas de tensión en cables sean lo más bajas posibles, en cualquier condición de operación.
- Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrados, de acuerdo con la norma UNE 21123.
- Los cables estarán dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador. No serán propagadores de incendios, produciendo, en todo caso, emisiones de humos y opacidad reducidos, según las normas UNE 21123.

- Su longitud será la necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos disponibles, evitando la posibilidad de enganches por el tránsito normal de las personas o vehículos.

5.5.1 Cableado de continua. String

Se empleará para este tramo el cable propio del módulo fotovoltaico de 4 mm² de calidad “solar”. Estos cables están diseñados específicamente para utilización en instalaciones fotovoltaicas en intemperie que funcionan con tensiones de 1.500 V.

5.5.2 Cableado de continua. Fin del string – Inversor

Ese tramo de cableado conecta el final del string, tanto en su lado positivo como en su lado negativo con el inversor, y tendrá una tensión máxima de 1.500 V. Se empleará para este tramo cable de aluminio del tipo XZ1 (S) Al 0,6/1 kV, con la sección determinada según cálculos.

5.5.3 Cableado de alterna. Inversor – Transformador

Este tramo corresponde a la conexión entre los inversores y los transformadores se emplearán cables XZ1 (S) Al 0,6/1KV con la sección determinada según cálculos.

5.6 Centros de transformación

Se emplearán centros de transformación a los que conectarán los inversores descritos anteriormente. Estos centros tendrán una dimensión de 6,058 x 2,896 x 2,438 metros.

Serán necesarios **2** centros de transformación con la siguiente configuración:

Nº de CTs	Tipo CT	Potencia del transformador (°40C)	Nº inversores
1	STS-9000K-H1	9.000 kVA	24
1	STS-6000K-H1	6.600 kVA	20

Tabla 9. Centros de transformación.

La ficha de características técnicas del módulo se adjunta en el **Anexo de Fichas Técnicas**.

Los centros de transformación irán equipados con transformadores de 9.000 kVA o 6.600 kVA, según configuración, con relación de transformación 0,8/30 kV, embarrado de entrada de las cajas de paralelo, así como las cabinas de salida para la evacuación de la instalación.

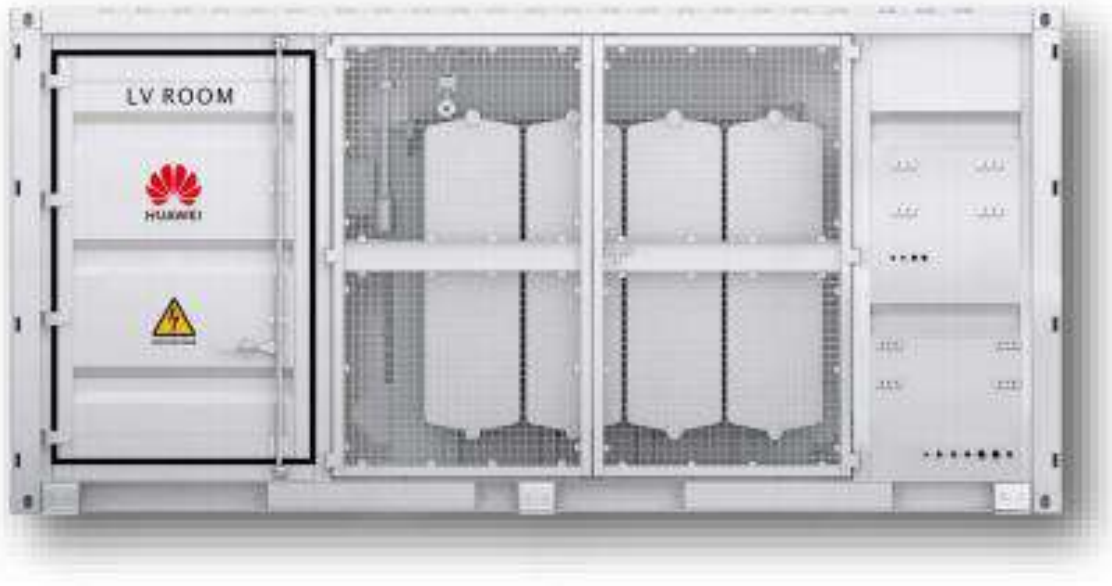


Ilustración 6. Centro de transformación STS JUPITER

5.7 Servicios auxiliares

El transformador de servicios auxiliares está dentro del alcance del proyecto “SE Elevadora 45/30 kV Cáceres I y II y Línea Aérea de Alta Tensión 45 kV de PVs Cáceres I y II”, que es objeto de un proyecto independiente. De ellos se alimentará un cuadro de SSAA para los sistemas auxiliares de los inversores y cargas varias de la planta.

5.8 Líneas internas de MT

La red de media tensión canalizada subterráneamente interconecta los centros de transformación con la sala de MT de la Subestación Cáceres II, 30/45 kV, permitiendo evacuar la energía generada por la planta a través de las mismas, tras su elevación a 30 kV en los transformadores.

La red de MT se divide en 2 tramos:

- STS2 a STS1: 494 metros.
- STS1 a SET Cáceres 30/45 kV: 405 metros.

El cableado de media tensión se realizará con cable Al RHZ1-OL 18/30 kV de secciones variables.

A continuación, se especifican las características principales del conductor:

5.8.1 Generalidades

Se proyecta el uso de cables constituidos por conductores a base de cuerda redonda compactada de hilos de aluminio según la norma UNE EN 60228 de la sección indicada anteriormente, capa semiconductor interna realizada de material conductor, aislamiento mediante polietileno reticulado (XLPE) según la norma UNE HD 620-5E-1, capa semiconductor externa de material conductor separable en frío, protección longitudinal contra el agua a base de condones higroscópicos cruzados (designación OL), pantalla metálica realizada mediante corona de alambres de cobre y cubierta exterior de poliolefina termoplástica libre de halógenos (RHZ1-OL-H).

Las tensiones nominales de los cables serán de 18/30 kV, con un nivel de aislamiento de 30 kV.

Las conexiones y los empalmes se efectuarán siguiendo métodos que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Las pantallas de los cables se conectarán a tierra en los dos extremos de la línea.

5.8.2 Normativa

Los cables utilizados en la LSMT de 30 kV de tensión nominal deberán satisfacer la vigente norma UNE-HD 632-6A:1999 para “Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV ($U_m=42$ kV) hasta 150 kV ($U_m=170$ kV). Parte 6: Prescripciones de ensayo para cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios. Sección A: Cables con aislamiento de EPR y pantalla metálica y sus accesorios (lista de ensayos 6A).”, lo que incluye calidades de los materiales que configuran cada uno de los componentes del cable, criterios de diseño, características dimensionales, así como los requisitos eléctricos que se les exige. Estos cables también cumplirán con la correspondiente Norma IEC 60502.

En concreto, la normativa con la que cumplirán los cables de las LSMT a 30 kV será:

- UNE 211067: Cables de energía con aislamiento extruido y sus accesorios, de tensión asignada superior a 150 kV ($U_m=170$ kV) hasta 400 kV ($U_m=420$ kV).
- IEC 60840: Cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco para tensiones nominales de 30 a 150 kV
- UNE-HD 632-S2: Cables de energía con aislamiento extruido y accesorios para tensiones asignadas superiores a 36 kV ($U_m=42$ kV) hasta 150 kV ($U_m=170$ kV). (Ratificada por AENOR en enero de 2012).
- UNE-EN 60754: Ensayo de los gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de los cables.

- IEC 60754: Libre de halógenos. Baja acidez y corrosividad de los gases emitidos

5.8.3 Conductor

Aluminio semirrígido de clase 2.

Los conductores de los cables estarán constituidos por cuerdas redondas compactas de aluminio. Para evitar la entrada de agua en el interior del cable durante el proceso de instalación y tendido, así como evitar su propagación a lo largo de los huecos existentes entre los alambres que forman el conductor, éstos se fabricarán rellenos con un material obturador que impida dicha propagación. Los conductores satisfarán las especificaciones de la norma UNE 21.022 y la IEC 228.

El conductor irá recubierto de una capa semiconductor para impedir por un lado la ionización del aire que, en otro caso, se encontraría entre el conductor metálico y el material aislante y mejorar la distribución del campo eléctrico en la superficie del conductor.

5.8.4 Aislamiento

El aislamiento de los cables estará constituido por polietileno químicamente reticulado (XLPE). Se trata de un material termoestable que presenta una buena rigidez dieléctrica, bajo factor de pérdidas y una óptima resistencia de aislamiento. El XLPE está capacitado para admitir en régimen permanente temperaturas de trabajo en el conductor de hasta 90 °C, tolerando temperaturas de cortocircuito de 250 °C.

El XLPE responderá a las exigencias que se especifican en la Norma UNE 21123 y en la Norma IEC 60502.

5.8.5 Pantalla sobre el aislamiento

Los cables irán apantallados mediante una corona de hilos de cobre aplicada sobre una capa semiconductor externa, la cual, a su vez, se ha colocado previamente sobre el aislamiento con el mismo propósito y se coloca la capa semiconductor interna sobre el conductor.

5.8.6 Cubiertas de separación

De acuerdo a la Norma UNE 21123, cuando la pantalla y la armadura estén constituidas por materiales diferentes, deberán estar separadas por una cubierta estanca extruida.

5.8.7 Cubierta exterior

El cable dispondrá de cubierta exterior termoplástica (poliolefina termoplástica) libre de halógenos, tal como se indica en la recomendación UNESA 3305 C.

5.9 Red de puesta a tierra

Las puestas a tierra (p.a.t) se establecen principalmente con objeto de limitar la tensión que, con respecto a tierra, puedan presentar en un momento dado las masas metálicas, asegurar la actuación de las protecciones y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en los materiales eléctricos utilizados, disminuyendo al máximo el riesgo de accidentes para personas, así como el deterioro de la propia instalación.

La p.a.t es la unión eléctrica directa, sin fusibles ni protección alguna de una parte del circuito eléctrico o de una parte conductora no perteneciente al mismo mediante una toma de tierra con un electrodo o grupos de electrodos enterrados en el suelo.

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

El diseño de la puesta a tierra cumplirá las exigencias del Reglamento de Baja Tensión, concretamente el capítulo XXIII “Puesta a Tierra”. Se instalará una red de tierras común para toda la instalación mediante cable de cobre de 50 mm² directamente enterrado. Con este cable se realizará una red mallada que garantice unos valores de tierra adecuados, según el artículo 9 “Resistencia a Tierra”, el valor de resistencia de tierra será tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a:

- 24 V en local o emplazamiento conductor.
- 50 V en los demás casos.

Estos valores para corrientes de defecto que sean eliminadas en menos de 5 segundos.

Hay que considerar dos sistemas de puesta a tierra diferentes:

5.9.1 Puesta a tierra de protección

La puesta a tierra de protección une con tierra los elementos metálicos de la instalación que son accesibles al contacto de personas que normalmente están sin tensión, pero que pueden estarlo a consecuencia de averías, accidentes, descargas atmosféricas o sobretensiones, como: módulos fotovoltaicos, estructura soporte del generador fotovoltaico, envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán, por el contrario, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

Las celdas dispondrán de una pletina de tierra que las interconectara, constituyendo el colector de tierras de protección.

En resumen, se dispondrán las siguientes puestas a tierra interconectadas:

- Red de tierras general que discurrirá por las canalizaciones subterráneas de BT y MT, formada por conductor de cobre desnudo de 50 mm² de sección.
- Puesta a tierra del generador fotovoltaico, por contacto directo de los marcos de los paneles a la estructura soporte a través de la tornillería.
- Puesta a tierra de la estructura soporte mediante la conexión del pilar extremo de cada fila con la red de tierras general mediante latiguillos de cobre aislado de 50 mm² de sección. Todas las mesas de una misma fila se interconectarán mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm².

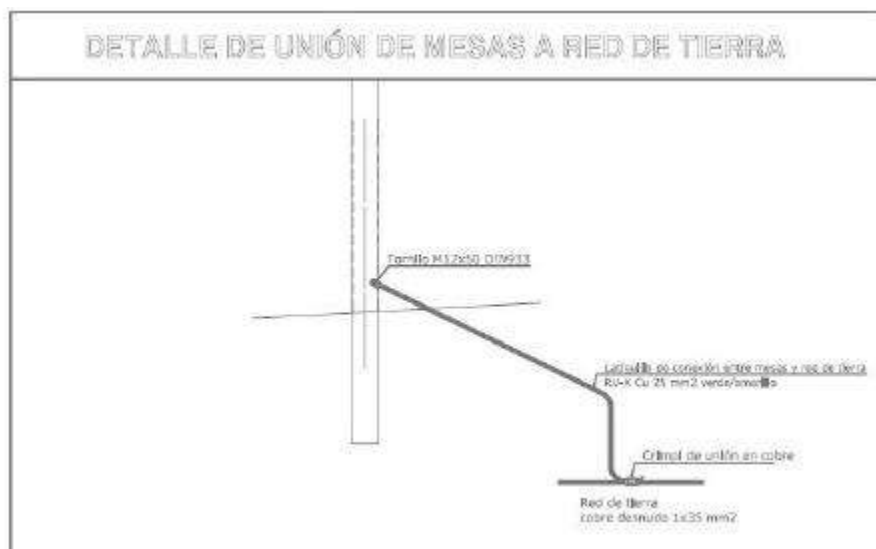


Ilustración 7. Detalle de unión de mesas a la red de tierras general

- Conexión a tierra de los cuadros de conexión, mediante latiguillos de cobre aislado de 35 mm² de sección.
- Red de tierras exterior a cada uno de los centros de transformación, formada por un anillo de conductor de cobre desnudo de 50 mm² y picas en sus extremos, unidos a una caja de seccionamiento. A esta se interconectará la red general de tierras antes descrita así con la red de tierras de todas las partes metálicas de los equipos (inversor, transformador, celdas, cuadro de BT) que se ubicaran en el interior de los centros de transformación.

5.9.2 Puesta a tierra de servicio

Se conectarán a tierra los elementos de la instalación necesarios y entre ellos:

- Los circuitos de baja tensión de los transformadores de medida.
- El neutro de los transformadores de servicios auxiliares de cada centro de transformación.
- Los limitadores, descargadores, auto válvulas, pararrayos, para eliminación de sobretensiones o descargas atmosféricas.
- Los elementos de derivación a tierra de los seccionadores de puesta a tierra.

Se utilizarán como mínimo los siguientes dispositivos de protección:

- Vigilantes permanentes de aislamiento AC en inversor.
- Dispositivos de protección de máxima corriente, tales como fusibles, interruptores automáticos.

Por tanto, tal y como ha quedado descrito, se dispone de un mallado de la red de tierras de la instalación que hace que toda la superficie ocupada por la central fotovoltaica sea equipotencial.

5.10 Obra civil

La obra civil engloba la preparación del terreno, la realización de zanjas y canalizaciones para las condiciones eléctricas, el trazado de viales, los drenajes, cunetas y badenes necesarios, así como el hincado de seguidores solares y la cimentación y la construcción de los edificios donde se situarán parte de las protecciones, los inversores y transformadores de la central fotovoltaica.

La determinación de los valores geotécnicos del lugar donde se instalarán las estructuras se realizará en el proyecto de ejecución aportando un estudio geotécnico que servirá de apoyo para el cálculo de la cimentación y estructuras.

5.10.1 Movimiento de tierras

Como actividad preliminar a la implementación de cualquier tipo de instalación, es necesario hacer una limpieza de las piedras más grandes, las cuales serán reutilizadas para llenar valles torrenciales que se encuentran a lo largo de la parcela, actuando como disipadores de energía y zanjas de drenaje asumiendo una protección adicional en caso de escurrimiento superficial temporal.

5.10.2 Montaje de edificaciones y cimentaciones

En el parque se llevarán a cabo distintas instalaciones: entre ellas estarán los centros de transformación.

Para las cimentaciones de los centros de transformación se estima una losa de hormigón armado in situ con dimensiones de 7 x 4 m. Se estima una profundidad para centros de 0,5 m.

5.10.3 Red de viales interiores

La red de viales interiores de la planta unirá los centros de transformación con el edificio de control/almacén y la subestación, para su uso durante la vida de la planta, para su operación y mantenimiento.

Estos viales de 3 m de ancho estarán formados por una subbase compactada y una base de mezcla de arena y grava de 20 cm de espesor compactada al 98% del PM. La red de viales interiores cuenta con aproximadamente **1.711 metros** de longitud.

Se realizará un cajeadado previo de los caminos, de forma que se desbroce y regularice el terreno previamente a la ejecución de la sub-base. Se sanearán todos aquellos puntos donde aparezca terreno blando. En todos aquellos puntos donde aflore agua se colocará una base de piedra y se conducirá el agua a una zona donde no afecte a las instalaciones.

El tráfico que debe soportar este viario durante la fase de explotación de la instalación es muy ligero, reduciéndose al tráfico de vehículos todo terreno y vehículos de carga para labores de mantenimiento y reparación de los paneles solares. No obstante, y de forma puntual, podrá ser necesario el acceso de vehículos pesados articulados para el transporte de equipos de gran volumen (componentes de los centros de transformación).

5.10.4 Vallado perimetral

La planta fotovoltaica contará con un cierre o vallado perimetral con objeto de evitar el ingreso de personal no autorizado a la planta.

Se instalará un cerramiento de malla anudada cinética. Los postes serán de acero galvanizado, colocándose un poste cada 4 m. La cimentación se ejecutará mediante dados de 300x300x400 de hormigón HM-20.

Para los accesos a los recintos se dispone de puertas metálicas de 6x2,7 m galvanizadas.

La planta cuenta con un perímetro de **2.426 metros**.

5.11 Sistema de vigilancia y seguridad

El sistema de vigilancia perimetral para un parque fotovoltaico tiene como principal función dotar de seguridad al parque protegiendo su interior ante cualquier intrusión que se puede producir y reaccionar ante este evento de manera automática, activando los diferentes dispositivos conectados.

El sistema de seguridad está compuesto básicamente por equipos de detección perimetral (cámaras térmicas de detección de movimiento), un equipo de grabación y transmisión de video y un sistema de control de acceso.

El sistema de seguridad será diseñado a lo largo de todo el perímetro de la instalación. El sistema tendrá al menos los siguientes componentes:

- Vallado perimetral.
- Sistema de iluminación.
- Sistema de control de acceso. En la puerta principal de acceso a la instalación fotovoltaica se instalará un sistema de acceso consistente en dos lectores de proximidad, uno por la parte exterior (de entrada) y otro por la parte interior (de salida) que indicaran al sistema la llegada y el abandono de la planta fotovoltaica, respectivamente.
- Puesto de vigilancia central con tableros e instrumentos de control.
- Sistema de circuito cerrado de cámaras que permitirá la supervisión y vigilancia de todo el perímetro de la instalación y el edificio de control y la verificación de señales de alarma generadas por las cámaras de video-detección de intrusión.
- Sistema de grabación.
- Sistema SAI/UPS (2 horas).
- Sistemas auxiliares.

Se deberá instalar en la planta FV una infraestructura suficiente que permita conectarse mediante una conexión de datos para visualizar de forma remota todas las cámaras de la instalación en tiempo real con alta calidad. El sistema será capaz de ser visto y operado remotamente a través de acceso IP. El sistema elegido está compuesto por cámaras térmicas de detección de movimiento y monitores, de forma que se transmiten señales desde las primeras a los segundos formando un circuito cerrado.

La cámara Domo de última tecnología con un zoom óptico de x30, giro 360°, con capaces de conseguir cualquier detalle enfocando a la zona de interés. Producen imágenes claras con una calidad sorprendente, incluso en situación desfavorable. Disponen de variadas funciones de

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	MEMORIA DESCRIPTIVA
		Página 37 de 43

videovigilancia, barridos de imagen a una zona preconfigurada, enfoques automáticos a zonas de interés, etc.

5.12 Sistema de monitorización y control

El sistema de monitorización de la planta solar fotovoltaica estará constituido por una red de tarjetas de comunicación instaladas en cada uno de los inversores de la planta, como sistema de supervisión de la planta. Será el encargado de adquirir los datos de campo, visualízalos y almacenarlos, además estará comunicando con el sistema de control de planta, de manera que se pueda llevar a cabo a una monitorización y gestión integral del parque.

Con la información suministrada se tendrá una visión completa del estado del parque y permitirá un mejor aprovechamiento del mismo, permitiendo detectar averías en tiempo real, tomas medidas correctoras que evitan la inutilización de un equipo y la correspondiente pérdida de producción, así como la adopción de medidas correctoras que eviten la inutilización de un inversor, por ejemplo, y la correspondiente pérdida de producción.

5.12.1 Estación meteorológica

La instalación fotovoltaica estará equipada con una estación meteorológica, situada en las proximidades del centro de control.

La estación meteorológica es un módulo de adquisición de medidas de parámetros meteorológicos (irradiancia, temperatura de panel, temperatura ambiente, velocidad de viento, etc.), deberá estar definida por los siguientes equipos:

- Piranómetro para medir radiación global.
- 2 células calibradas con una inclinación igual a la de los módulos fotovoltaicos.
- 2 células calibradas horizontales.
- 3 sondas para medir T^a de los módulos fotovoltaicos (PT100).
- Anemómetro.
- Termohigrómetro.
- Logger y comunicaciones.

En la estación meteorológica se instalarán adicionalmente dos células calibradas, una horizontal y otra inclinada, para la medición de la suciedad en módulos.

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez, N° 90, 28006 Madrid	Página 37 de 43	
---	-----------------	---

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	MEMORIA DESCRIPTIVA
		Página 38 de 43

Todos los medidores tendrán la precisión adecuada, cuyo error en ningún caso superara el $\pm 3\%$. Todos los equipos deberán contar con los correspondientes certificados de calibración para la configuración en la que se encuentre instalados.

Ningún equipo se encontrará obstaculizado por cualquier elemento, poniendo especial atención a las sombras. No habrá elementos que produzcan sombras en ningún equipo en ningún momento del año.

La estación estará siempre conectada a la Red de SSAA para evitar pérdidas de datos por descarga de baterías. Usándose estas únicamente en los casos en los que haya caídas en la línea que pudieran interrumpir la recepción correcta y normal de datos.

La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

5.12.2 Contador

Para la medición de la energía generada se instalará un contador electrónico trifásico bidireccional para medida en MT del conjunto de la instalación situado en el Edificio de Control de la subestación. Se ajusta a la normativa metrológica vigente, al reglamento de puntos de Medida y sus instrucciones técnicas complementaria.

El contador se conecta a los transformadores de tensión e intensidad del parque de intemperie en MT, y será de precisión Clase 0,2S o 0,5S. El contador dispondrá de puerto óptico local y puerto remoto serie.

Dispone de un display que permite la visualización de todos los parámetros que registra el equipo. La configuración de la pantalla de visualización es fija y completa, ya que se pueden consultar todos los parámetros que registra el equipo. Algunos de los parámetros que se pueden visualizar son:

- Energía generada absoluta por tarifa.
- Energía generada absolutas de meses anteriores.
- Tensión, corriente, factor de potencia por fase, etc.
- Potencia activa y reactiva.

La comunicación será mediante protocolo Modbus/TCP o Modbus/RTU.

5.12.3 Inversor

Incluyen un software de monitorización con versión también para Smartphone, para facilitar las tareas de mantenimiento, mediante la monitorización y registro de las variables de funcionamiento

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez, Nº 90, 28006 Madrid	Página 38 de 43	
---	-----------------	---

internas del inversor a través de internet (alarmas, producción en tiempo real, etc.), además de los datos históricos de producción.

Dispone de dos puertos de comunicación (uno para monitoreo y uno par control de planta), que permite un control rápido y simultaneo de la planta.

5.12.4 Sistema de control de planta

Se instalará una unidad de control central, coordinadora de todos los inversores de la planta, y grabación en tiempo real de todas las condiciones en la red (V, F, Q) y la planta fotovoltaica, con previsión de interfaces abiertas, protocolos estándar y conexión flexible de E/S externas para la grabación y transmisión de datos.

El sistema de control de la planta utilizará los equipos de comunicaciones (anillo de fibra óptica, convertidores Ethernet...) pero funcionará independientemente del SCADA de monitorización.

El controlador de energía de planta, a través de los inversores, gestionara todos los parámetros necesarios para garantizar una estabilidad permanente y sostenible de la red.

El controlador de planta permite al operador mantener los valores objetivo de la planta fotovoltaica y de la red. Debe garantizar que la planta se adapte a las exigencias de la red en cada fase de funcionamiento, y las consignas del operador del sistema.

La planta fotovoltaica tendrá capacidad para variar el suministro de energía reactiva, tanto por el día como por la noche, con valores constantes o dinámicos. El punto de medida de la instalación será la posición de la subestación de interconexión.

El intercambio de datos se realizará a través de interfaces abiertas y protocolos estándar.



Ilustración 8. SmartACU 2000B

5.13 Zona de almacenamiento

Puesto que la subestación de Cáceres I y II se ubicará dentro de la parcela de la planta, en ella se ubicará el Edificio de Control, que cuenta con una sala de control y comunicaciones, aseos, sala

de SCADA y la sala para las celdas de MT. La descripción de dicho edificio será objeto del proyecto independiente “SE Elevadora 45/30 kV Cáceres I y II y Línea Aérea de Alta Tensión 45 kV de PVs Cáceres I y II”.

Dentro del vallado de la planta, pero por fuera del vallado de la subestación, se dispondrá de una zona de alojamiento de 30 m x 45 m (1.350 m²) donde se ubicarán los siguientes edificios:

- **Edificio de almacén principal y secundario**, de mayor envergadura que estará destinado a servir de almacén de repuestos, materiales y otros necesarios para el correcto funcionamiento y mantenimiento de la planta. Las dimensiones del almacén será de 16 m x 16 m (256 m²) y tendrá una altura de 6 metros. Contará con una puerta para vehículos de 4 m x 5 m y una puerta para el acceso de personal de 1 m x 2 m.
- **Edificio de almacén de residuos**, de menor tamaño, se usará como punto de acopio de residuos de distinto tipo. Esta edificación tendrá planta libre, y será semi-abierta. Las dimensiones del almacén de residuos será de 6,5 m x 6,5 m (42,25 m²) y tendrá una altura de 4 metros.

El cerramiento será en todo el perímetro de paneles horizontales de hormigón prefabricado.

La cimentación se realizará mediante zapatas aisladas de hormigón o losa de cimentación en función de las características del suelo. Dichas zapatas irán unidas mediante vigas de atado que impedirán el deslizamiento unas de otras.

El hormigón a usar para las zapatas es un HA-25. Para el acero de los pernos de anclaje se utilizará el acero B-500 S.

El sistema estructural se compone de soportes de estructura metálica constituidos por pilares tipo HA y IPN.

6 ESTUDIO DE PRODUCCIÓN Y EMISIONES

La energía producida por una instalación fotovoltaica es función de tres factores: la irradiación solar recibida sobre el plano de los generadores fotovoltaicos, la potencia pico instalada y el rendimiento de la instalación (PR).

Para estimar los ratios de producción que se darán en el proyecto se utiliza el programa de simulación fotovoltaica PVsyst. Este software ha sido realizado por la universidad de Ginebra en Suiza y cuenta con el aval de ser uno de los estándares en la industria fotovoltaica.

El rendimiento de una instalación puede medirse de distintas formas. PVsyst utiliza el método de cálculo del Joint Research Centre, por el cual el rendimiento de una planta se calcula mediante los siguientes parámetros:

La producción Especifica o “Specific Yield” (SY): es el cociente entre la energía de salida de la planta (kWh) inyectada a la red eléctrica en un periodo de tiempo (un día, mes, o un año), y la potencia pico instalada en la planta (kWp) medidas en STC. Cuando el periodo de tiempo es de un año, la producción específica representa las horas equivalentes de producción de la instalación a las condiciones estándar (STC).

Tras realizar la simulación, se obtiene:

- Specific Yield: 2.175 kWh/kWp
- Performance ratio: 90,16 %
- Producción anual: 32 GWh/año

En cuanto al balance medioambiental, indicar que, la energía solar fotovoltaica ayuda a disminuir problemas medioambientales como:

- El efecto invernadero (provocado por las emisiones de CO₂)
- La lluvia ácida (provocada por las emisiones de SO_x)

Comparando las cantidades que dejan de emitirse a la atmósfera por cada MWh eléctrico producido con energía fotovoltaica, frente al mismo MWh producido con combustibles fósiles y considerando las fases de construcción y operación de una instalación como la aquí considerada, dejan de emitirse a la atmósfera las cantidades de CO₂, SO₂ y NO_x que aparecen en la tabla siguiente:

BENEFICIOS MEDIOAMBIENTALES			
(Reducción de gases de efecto invernadero)			
Producción estimada		31.918.092	kWh/año
Elemento	Reducción unitaria		Total
CO2 (ton)	1,052	ton/kWh	33.577
SO2 (kg)	0,003	kg/kWh	95.754
NOx (kg)	0,0014	kg/kWh	44.685

Tabla 10. Beneficios medioambientales.

7 CONCLUSIONES

Estimamos que, con todos estos datos, contenidos en el **Proyecto de Ejecución Planta Solar Fotovoltaica “Cáceres II”** queda justificado para la concesión de las oportunas autorizaciones por los Organismos Oficiales competentes para su aprobación, estando no obstante el autor de dicho documento técnico dispuesto a ampliar o completar cuantos aspectos se juzguen oportunos.

Madrid, mayo 2023.

El Ingeniero Industrial

Jaime Goñi Aguilar

Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

Nº colegiado: 8225/CO19



2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

DOCUMENTOS INCLUIDOS

- **MEMORIA DESCRIPTIVA**
- **PLIEGO DE CONDICIONES**
- **MEDICIONES Y PRESUPUESTO**
- **PLANOS**
- **ANEXOS**

CONCLUSIONES

Considerando suficientes los datos que se aportan para su estudio por parte de los Organismos Oficiales y estando dispuestos a aclararlos o complementarlos, si la Administración del Estado lo estimara conveniente, se espera que este proyecto merezca servir para su construcción autorizándose la aprobación del mismo para su ejecución.

Madrid, mayo de 2023.

El Ingeniero Industrial

Jaime Goñi Aguilar

Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

Nº colegiado: 8225/CO19



2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: MEMORIA DESCRIPTIVA

INDICE

1	OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO.....	6
2	ÁMBITO DE APLICACIÓN	6
3	ALCANCE	7
4	DATOS GENERALES DE LA OBRA	8
5	CONSTRUCCIÓN	8
5.1	Actividades a desarrollar en obra	8
5.2	Puestos de trabajo en la obra	9
5.3	Maquinaria a utilizar y equipos auxiliares	9
6	ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES EN LA OBRA	11
6.1	Movimiento de tierras y cimentaciones.....	11
6.1.1	Descripción de los trabajos.....	11
6.1.2	Riesgos más frecuentes	12
6.1.3	Normas básicas de seguridad	12
6.1.4	Protecciones Colectivas.....	14
6.1.5	Señalización	14
6.1.6	Protecciones personales.....	15
6.2	Montaje de estructuras y sujeción de módulos fotovoltaicos	15
6.2.1	Riesgos más frecuentes	15
6.2.2	Normas Básicas de Seguridad	16
6.2.3	Protecciones colectivas	17
6.2.4	Señalización	18
6.2.5	Protecciones Personales	18
6.3	Instalación eléctrica.....	18
6.3.1	Descripción de Trabajos.....	18
6.3.2	Riesgos más frecuentes	19

6.3.3	Normas básicas de seguridad	19
6.3.4	Protecciones Colectivas.....	21
6.3.5	Protecciones personales.....	21
6.4	Puesta en marcha de la instalación	22
6.4.1	Riesgos más frecuentes	22
6.4.2	Normas Básicas de Seguridad	22
6.4.3	Protecciones colectivas	22
6.4.4	Señalización	23
6.4.5	Protecciones Personales	23
7	NORMATIVA A APLICAR EN LAS FASES DEL ESTUDIO.....	24
7.1	Medidas preventivas de tipo general. disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deberán aplicarse en las obras	28
7.1.1	Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras	28
7.1.2	Ámbito de aplicación	28
7.1.3	Estabilidad y solidez.....	29
7.1.4	Instalaciones de suministro y reparto de energía.....	29
7.1.5	Vías y salidas de emergencia.....	29
7.1.6	Detección y lucha contra incendios.....	30
7.1.7	Ventilación	30
7.1.8	Exposición a riesgos particulares	30
7.1.9	Iluminación.....	30
7.1.10	Muelles y rampas de carga	31
7.1.11	Espacio de trabajo	31
7.1.12	Primeros auxilios.....	31
7.1.13	Disposiciones varias	31
7.1.14	Estabilidad y solidez.....	32
7.1.15	Caída de objetos	32

7.1.16	Caídas de altura	32
7.1.17	Factores atmosféricos.....	33
7.1.18	Andamios y escaleras	33
7.1.19	Aparatos elevadores	34
7.1.20	Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales 34	
7.1.21	Instalaciones, máquinas y equipo.....	35
7.1.22	Movimientos de tierras, excavaciones, pozos, trabajos subterráneos y túneles ..	35
7.1.23	Instalaciones de distribución de energía.....	36
7.1.24	Estructuras metálicas o de hormigón, encofrados y piezas prefabricadas pesadas 36	
7.1.25	Otros trabajos específicos.....	37
7.2	Normativa particular a cada fase de obra	37
7.2.1	Movimiento de tierras	37
7.2.2	Protección contra contactos eléctricos	42
7.2.3	Entibación de zanjas con madera	42
7.2.4	Entibaciones prefabricadas.....	43
7.2.5	Instalaciones eléctricas alta y baja tensión	44
7.3	Normativa particular a cada medio a utilizar: directrices generales para la prevención de riesgos	46
8	MANTENIMIENTO PREVENTIVO.....	48
8.1	Mantenimiento preventivo general.....	48
8.2	Mantenimiento preventivo particular a cada fase de obra.....	49
8.2.1	Movimiento de tierras - cimentaciones	49
8.2.2	Instalaciones eléctricas alta y baja tensión	50
8.3	Vigilancia de la salud y primeros auxilios en la obra.....	50
8.4	Obligaciones del empresario en materia formativa antes de iniciar los trabajos.....	52

**9 LEGISLACION, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL
PRESENTE ESTUDIO..... 54**

1 OBJETO DEL PRESENTE ESTUDIO

El presente Estudio de Seguridad y Salud (E.S.S.) tiene como objeto servir de base para que las Empresas Contratistas y cualesquiera otras que participen en la ejecución de las obras a que hace referencia el proyecto en el que se encuentra incluido este Estudio, las lleven a efecto en las mejores condiciones que puedan alcanzarse respecto a garantizar el mantenimiento de la salud, la integridad física y la vida de los trabajadores de las mismas, cumpliendo así lo que ordena en su articulado el R.D. 1627/97 de 24 de Octubre (B.O.E. de 25/10/97).

El Estudio de Seguridad y Salud, debe servir también de base para que las Empresas Constructoras, Contratistas, Subcontratistas y trabajadores autónomos que participen en las obras, antes del comienzo de la actividad en las mismas, puedan elaborar un Plan de Seguridad y Salud tal y como indica el articulado del Real Decreto citado en el punto anterior.

En dicho Plan podrán modificarse algunos de los aspectos señalados en este Estudio con los requisitos que establece la mencionada normativa. El citado Plan de Seguridad y Salud es el que, en definitiva, permitirá conseguir y mantener las condiciones de trabajo necesarias para proteger la salud y la vida de los trabajadores durante el desarrollo de las obras que contempla este E.S.S.

2 ÁMBITO DE APLICACIÓN

El ámbito de aplicación de este Estudio de Seguridad y Salud es la obra que tiene por título Planta Solar Fotovoltaica Cáceres II 15 MW situado en el polígono 14 parcela 11 del T.M. de Casar de Cáceres (Cáceres), así como todo el personal que interviene en la misma.

3 ALCANCE

El presente estudio de seguridad se refiere a las obras necesarias para la construcción de una planta solar fotovoltaica destinada a la producción de energía eléctrica. Estas incluyen la obra civil, el montaje de los generadores, inversores, centros de transformación y líneas de conexión y todas las tareas necesarias para su puesta en funcionamiento.

4 DATOS GENERALES DE LA OBRA

Los datos generales de la obra “Estudio de Seguridad y Salud de Planta Solar Fotovoltaica denominada “Cáceres II 15 MW” son los que se indican a continuación:

Nombre	MACRINA SOLAR 3, S.L.
CIF	B06933576
Domicilio	Calle Velázquez, 90, 28006, Madrid
Localidad	Madrid
Plazo ejecución	5 meses
Trabajadores	Aproximadamente 300

5 CONSTRUCCIÓN

5.1 Actividades a desarrollar en obra

Las actividades necesarias para llevar a cabo el proyecto de ejecución son las que se detallan a continuación:

- Señalización en la obra e instalación de servicios auxiliares:
 - Señales de tráfico.
 - Cintas de balizamiento.
 - Balizamiento luminoso nocturno.
 - Comedor.
 - Vestuarios.
 - Almacén.
- Movimiento de tierras:
 - Desbroce.
 - Acondicionamiento de pistas.
 - Formación de taludes.
 - Extensión y compactación de zahorras.
 - Rellenos.
 - Vaciados para colocación de zapatas y cimentación centros de transformación y oficina de servicio.
 - Excavación de zanja para colocación de la línea interior.
- Cimentaciones:
 - Cimentación de las estructuras metálicas.
 - Cimentación de centros de transformación y oficina de servicio.

- Cimentaciones para los pórticos y estructuras soportantes de la nueva apartamentada.
- Montaje de estructuras y equipos:
 - Colocación y montaje de estructuras soporte.
 - Sujeción de módulos a las estructuras.
 - Instalación de pórticos, estructuras soportantes de los equipos de la subestación, los propios equipos y los embarrados de conexión.
- Instalación eléctrica:
 - Conexión de strings – bus de CC – cajas de seccionamiento de bus – inversor.
 - Instalación de Centros de Transformación 0,8/30kV.
 - Tendido de cables en zanja.
 - Instalación de SS.AA.
 - Instalación de transformador y celdas de protección.
- Puesta en marcha de la instalación:
 - Revisión de la totalidad de los elementos

5.2 Puestos de trabajo en la obra

Los puestos de trabajo necesarios para llevar a cabo las actividades que se han mencionado en el apartado anterior son los siguientes:

- Gruístas/maquinistas.
- Conductores.
- Señalistas.
- Encofradores.
- Albañiles.
- Electricistas.
- Montadores.
- Soldadores.
- Peones para labores auxiliares.

5.3 Maquinaria a utilizar y equipos auxiliares

Se necesitará la siguiente maquinaria y equipos:

- Maquinaria:
 - Bulldozer.
 - Retroexcavadora.

- Apisonadora.
- Bañera y camión volquete.
- Camión hormigonera.
- Camión grúa.
- Camión con pluma.
- Equipos auxiliares:
 - Dumper.
 - Autohormigonera.
 - Compresor neumático.
 - Martillo neumático.
 - Sierra circular portátil.
 - Instalación eléctrica auxiliar.
 - Escaleras.
 - Plataformas de trabajo.
 - Estrobos, cables y cuerdas.

6 ANÁLISIS DE LAS ACTIVIDADES EN LA OBRA

6.1 Movimiento de tierras y cimentaciones

6.1.1 Descripción de los trabajos

El proyecto prevé la ejecución de una serie de vaciados para la realización de cimentaciones y excavaciones en zanja para el tendido de conductores. Desde el punto de vista de excavabilidad, los materiales en que se abrirá la zanja se han clasificado según las tres categorías siguientes:

1. *Excavabilidad fácil:*

Terrenos excavables mediante retroexcavadora, zanjadora, etc. que permiten el empleo de hélice en las perforaciones subterráneas. Se incluyen en este grupo:

- Los rellenos de las carreteras y los suelos sin cementar, de cualquier origen o composición.
- Las rocas poco consolidadas de cualquier conjunto litológico: arcillas y margas.

2. *Excavabilidad media:*

Terrenos excavables mediante retroexcavadora potente, previendo bajo rendimiento e incluso, en ocasiones, el empleo de martillo rompedor. Sus características resistentes y de fracturación equivaldrían a las de los materiales denominados ripables en la ejecución de desmontes. Pertenecen a este grupo:

- Los suelos con intercalaciones poco frecuentes de niveles cementados.
- Las formaciones donde alternan estratos de roca completamente meteorizada con otros de roca sana: siempre que éstos últimos no sobrepasen el 30 %, aproximadamente.
- Los tramos de conglomerados y gravas cementadas parcialmente meteorizados.

3. *Excavabilidad difícil:*

Terrenos excavables mediante la utilización de explosivos o el empleo sistemático de martillo rompedor. Corresponden a este grupo todas las formaciones prácticamente o con predominio de rocas sanas: calizas y conglomerados terciarios, calizas cretácicas y calizas y dolomías trifásicas. Debido a las características del terreno en el que se va a situar el parque, se prevé una excavabilidad fácil.

Posteriormente a la excavación y colocación de conductos se deberán realizar los correspondientes rellenos de zanjas y huecos. En las zonas fácilmente excavables, al menos en el

metro superficial, los materiales procedentes de la excavación serán aptos, prácticamente en su totalidad, para posterior relleno de la zanja, bien directamente o tras una ligera selección que tendrá por objeto eliminar la grava y los bloques en el relleno del fondo de la excavación hasta alcanzar unos 20 cm por encima de la tubería evitando así posibles impactos.

Respecto a los trabajos de cimentación se construirán las zapatas necesarias para la instalación de los módulos fotovoltaicos del Huerto Solar.

6.1.2 Riesgos más frecuentes

Se consideran los siguientes:

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Caídas de material desde las máquinas y los vehículos.
- Generación de polvo.
- Proyección de partículas.
- Explosiones e incendios.
- Desprendimientos y corrimientos de tierras.
- Ruido puntual y ambiental.
- Aplastamientos y atrapamientos.
- Vibraciones.
- Accidentes debidos a las condiciones meteorológicas.
- Cortes y amputaciones.
- Pinchazos.
- Sobreesfuerzos.
- Golpes.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.

6.1.3 Normas básicas de seguridad

Se considerarán las siguientes normas básicas de seguridad:

1. Los operarios que manejen la maquinaria deberán estar en posesión de los permisos o carnet necesarios para ocupar este puesto, estando la empresa a la que pertenezcan al corriente en los pagos a la Seguridad Social.

2. Toda la maquinaria a emplear en las obras, deberá poseer la correspondiente declaración de conformidad o la adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, manual de usuario y su libro de mantenimiento actualizado.
3. Las máquinas que así lo exija la legislación, tendrán vigente su correspondiente póliza de responsabilidad civil.
4. Se prohíbe transportar personal fuera de la cabina de las máquinas o en un número superior a las plazas permitidas.
5. Se prohíbe sobrepasar la carga máxima nominal de los vehículos, así como superar los esfuerzos máximos para los que están previstas las máquinas.
6. Se prohíbe la utilización de la maquinaria y los elementos auxiliares para cometidos diferentes para los que han sido diseñados y está prevista su utilización.
7. Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por persona distinta al conductor en caso de falta de visibilidad del área de trabajo.
8. Las paredes de la excavación y de los taludes se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
9. Las operaciones de voladura serán realizadas por personal especializado y se indicará la zona de seguridad antes de llevarlas a cabo.
10. Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
11. La distancia mínima entre los trabajadores, cuando estén trabajando, será de 1 metro.
12. Se evitará la superposición de los tajos.
13. Para la limpieza normal de fondo de las zanjas y en excavaciones manuales a más de 3m de profundidad se utilizarán al menos dos personas, situándose una de ellas fuera de la excavación para auxiliar a la otra si fuera necesario.
14. No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando objetos que impidan el paso.
15. No se realizará acopio de materiales en las proximidades de las zanjas.
16. Se debe evitar, como norma general, que las ruedas de los camiones queden a menos de 2m de las zanjas.
17. Se prohíbe el manejo manual de pesos superiores a 25kg, excepto para trabajadores entrenados, cuyo límite máximo será de 40kg.
18. Se mantendrán siempre las distancias de seguridad a los elementos en tensión.

6.1.4 Protecciones Colectivas

Se utilizarán las siguientes protecciones colectivas:

- Los recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según la legislación vigente.
- La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible, sencilla y mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra.
- Se saneará el frente de trabajo.
- Se colocarán topes de seguridad para los camiones en las proximidades de las zanjas.
- Las zanjas y huecos se entibarán de forma adecuada si así lo requiere la profundidad de las mismas y el estado del terreno circundante.
- Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas, para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de dos metros de profundidad).
- Se instalarán vallas perimetrales, con la resistencia adecuada, que eviten el acceso a elementos en tensión.

6.1.5 Señalización

En paralelismos y cruces con carreteras y caminos vecinales, se colocarán señalizaciones que especifiquen claramente las limitaciones de velocidad, estrechamientos, sentido de circulación, etc.

Como mínimo, deberán incluirse las siguientes señales:

- Señales de STOP y de peligro indefinido en los accesos a la obra.
- Prohibiciones de circulación o dirección única en su caso.
- Señalización de estrechamiento en calzada y de límites de velocidad y estacionamiento.
- Advertencia de zona de obras señalizada.
- Fin de limitaciones de velocidad, restricciones de cualquier tipo y fin de obra, en su caso.
- Señalización nocturna de las obras.
- Señales de STOP en los accesos de vehículos de obra, y señales de entrada y salidas de vehículos donde proceda.
- Equipo móvil de señales STOP y dirección única para señalización de restricciones momentáneas.
- Cerramiento exterior o vallado, con señalización nocturna.
- Balizamiento luminoso para situaciones con falta de visibilidad.

- Señalización de elementos en tensión.

6.1.6 Protecciones personales

Se dotará a todos los operarios de la obra de los siguientes equipos de protección individual, siendo reemplazados cuando se deterioren por su uso:

- Casco preferiblemente con barbuquejo.
- Ropa de trabajo (funda o chaquetilla y pantalón como mínimo).
- Botas de seguridad.
- Traje de agua (en condiciones húmedas).
- Botas de seguridad de goma (en condiciones húmedas).
- Botas de seguridad dieléctricas (trabajos cerca de elementos en tensión).
- Empleo del cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria.
- Protectores auditivos (para el personal expuesto a ruido).
- Gafas antiimpacto.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
- Guantes de protección frente a riesgos eléctricos (trabajos cerca de elementos en tensión).
- Faja antivibración (operarios expuestos a vibraciones de la maquinaria).
- Mascarilla antipolvo (cuando se requiera).
- Ropas de alta visibilidad (en zonas de tráfico y en momentos de baja visibilidad).

6.2 Montaje de estructuras y sujeción de módulos fotovoltaicos

Los componentes principales de los módulos fotovoltaicos se sirven en el lugar donde van a ser instalados en bloques: estructura y paneles fotovoltaicos. Inicialmente se montan las estructuras y después los paneles fotovoltaicos sobre las estructuras ya atornilladas.

6.2.1 Riesgos más frecuentes

Se consideran los siguientes:

- Atropellos y colisiones originados por la maquinaria.
- Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Caídas de material desde las máquinas, los vehículos o la estructura.
- Proyección de partículas.

- Explosiones e incendios.
- Desprendimientos y corrimientos de tierras.
- Ruido puntual y ambiental.
- Aplastamientos y atrapamientos.
- Vibraciones.
- Accidentes debidos a las condiciones meteorológicas.
- Cortes y amputaciones.
- Pinchazos.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras.
- Golpes.

6.2.2 Normas Básicas de Seguridad

Se considerarán las siguientes normas básicas de seguridad:

1. Los operarios que manejen la maquinaria deberán estar en posesión de los permisos o carnet necesarios para ocupar este puesto, estando la empresa a la que pertenezcan al corriente en los pagos a la Seguridad Social.
2. Toda la maquinaria a emplear en las obras, deberá poseer la correspondiente declaración de conformidad o la adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, manual de usuario y su libro de mantenimiento actualizado.
3. Las máquinas que así lo exija la legislación, tendrán vigente su correspondiente póliza de responsabilidad civil.
4. Se prohíbe transportar personal fuera de la cabina de las máquinas o en un número superior a las plazas permitidas.
5. Se prohíbe sobrepasar la carga máxima nominal de los vehículos, así como superar los esfuerzos máximos para los que están previstas las máquinas.
6. Se prohíbe la utilización de la maquinaria y los elementos auxiliares para cometidos diferentes para los que han sido diseñados y está prevista su utilización.
7. Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por persona distinta al conductor en caso de falta de visibilidad del área de trabajo.
8. Las paredes de los taludes se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.

9. Las operaciones de montaje serán realizadas por personal especializado y se señalará la zona de trabajo.
10. Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
11. La distancia mínima entre los trabajadores, cuando estén trabajando, será de 1 metro.
12. Se evitará la superposición de los tajos.
13. Cuando se realicen trabajos mediante grúa, se utilizarán cuerdas guía para situar correctamente cada elemento en su lugar, evitando la manipulación manual directa.
14. No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando objetos que impidan el paso.
15. No se realizará acopio de materiales en las proximidades de las zanjas ni en lugares elevados sin el correspondiente aseguramiento de los mismos.
16. Cuando se trabaje con un conjunto de grúas, el peso del elemento elevado, no debe superar la carga nominal de elevación de ninguna de las mismas.
17. Se prohíbe el manejo manual de pesos superiores a 25kg, excepto para trabajadores entrenados, cuyo límite máximo será de 40kg.
18. No se circulará por debajo de cargas suspendidas.
19. Se cuidará especialmente que ningún operario realice trabajos en altura sin la correspondiente protección anticaídas.
20. El material y las herramientas serán transportadas por los operarios cuando se suban por las escaleras portátiles, de tal forma que queden libres las extremidades superiores.
21. Se definirán en el Plan de Seguridad elaborado por el contratista las velocidades máximas de viento permitidas para la realización de cada una de las tareas.

6.2.3 Protecciones colectivas

Se utilizarán las siguientes protecciones colectivas:

- Los recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según la legislación vigente.
- La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible, sencilla y mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra.
- Si es posible, se protegerán los lugares con riesgo de caída mediante barandilla rígida o mallazo electrosoldado (Los huecos serán de dimensiones inferiores a un cuadrado de 5 cm por 5 cm).

- Se instalarán líneas de vida en aquellos lugares desprotegidos que estén a más de 2 metros de altura.
- Se protegerán adecuadamente todos aquellos extremos de piezas y aristas que presenten un riesgo para las personas.

6.2.4 Señalización

Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representa.

6.2.5 Protecciones Personales

Se dotará a todos los operarios de la obra de los siguientes equipos de protección individual, siendo reemplazados cuando se deterioren por su uso:

- Casco preferiblemente con barbuquejo.
- Ropa de trabajo (funda o chaquetilla y pantalón como mínimo).
- Botas de seguridad.
- Traje de agua (en condiciones húmedas).
- Botas de seguridad de goma (en condiciones húmedas).
- Empleo del cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria.
- Protectores auditivos (para el personal expuesto a tal riesgo).
- Gafas antiimpacto.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
- Faja antivibración (operarios expuestos a vibraciones de la maquinaria).
- Mascarilla antipolvo (cuando se requiera).
- Ropas de alta visibilidad (en zonas de tráfico y en momentos de baja visibilidad).
- Cinturón de seguridad clase C con línea de 1,5m y mosquetones de seguridad (trabajos en altura).

6.3 Instalación eléctrica

6.3.1 Descripción de Trabajos

La infraestructura eléctrica de la instalación fotovoltaica constará de varias partes diferenciadas según el siguiente detalle:

- Subsistema de generación.
- Subsistema de Conversión CC/CA.

- Subsistema de Transformación BT/MT.
- Sistemas auxiliares.
- Línea de Media Tensión, 30kV uniendo los centros de transformación con el centro de seccionamiento.
- Subestación transformadora 45/220 kV. Tendido de cables directamente en canaletas o zanjas.
- Embornado de cables en paneles de control, mando y alarmas.
- Embornado de cables en bastidor frontera telemando.
- Retirada de material de desecho de las zonas de trabajo.

La instalación eléctrica que corresponde a este proyecto finaliza en el cuadro de baja que va desde el inversor al transformador.

6.3.2 Riesgos más frecuentes

Se consideran los siguientes:

- Vuelcos y deslizamientos de la maquinaria.
- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Caídas de material desde las máquinas y los vehículos.
- Caída de material a las zanjas.
- Interferencias con otras actividades.
- Falta de iluminación.
- Contactos eléctricos directos e indirectos.
- Proyección de partículas.
- Explosiones e incendios.
- Accidentes debidos a las condiciones meteorológicas.
- Ruido puntual y ambiental.
- Aplastamientos, atropellamientos y amputaciones.
- Cortes.
- Pinchazos.
- Sobreesfuerzos.

6.3.3 Normas básicas de seguridad

Se considerarán las siguientes normas básicas de seguridad:

1. Los operarios que manejen la maquinaria deberán estar en posesión de los permisos o carnet necesarios para ocupar este puesto, estando la empresa a la que pertenezcan al corriente en los pagos a la Seguridad Social.
2. Toda la maquinaria a emplear en las obras, deberá poseer la correspondiente declaración de conformidad o la adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, manual de usuario y su libro de mantenimiento actualizado.
3. Las máquinas que así lo exija la legislación, tendrán vigente su correspondiente póliza de responsabilidad civil.
4. Se prohíbe transportar personal fuera de la cabina de las máquinas o en un número superior a las plazas permitidas.
5. Se prohíbe sobrepasar la carga máxima nominal de los vehículos, así como superar los esfuerzos máximos para los que están previstas las máquinas.
6. Se prohíbe la utilización de la maquinaria y los elementos auxiliares para cometidos diferentes para los que han sido diseñados y está prevista su utilización.
7. Las maniobras de la maquinaria estarán dirigidas por persona distinta al conductor en caso de falta de visibilidad del área de trabajo.
8. Las paredes de las zanjas y de los taludes se controlarán cuidadosamente después de grandes lluvias o heladas, desprendimientos o cuando se interrumpa el trabajo más de un día, por cualquier circunstancia.
9. Las operaciones de tendido del cable serán realizadas por personal especializado y se indicará la zona de seguridad antes de llevarlas a cabo.
10. Se cumplirá la prohibición de presencia del personal en la proximidad de las máquinas durante su trabajo.
11. Se evitará la superposición de los tajos.
12. La distancia mínima entre los trabajadores, cuando estén trabajando, será de 1 metro.
13. Para el tendido de cables en el fondo de las zanjas a más de 3m de profundidad se utilizarán al menos dos personas, situándose una de ellas fuera de la excavación para auxiliar a la otra si fuera necesario.
14. No se apilarán materiales en zonas de tránsito, retirando objetos que impidan el paso.
15. No se realizará acopio de materiales en las proximidades de las zanjas.
16. Se debe evitar, como norma general, que las ruedas de los camiones queden a menos de 2m de las zanjas.
17. Se prohíbe el manejo manual de pesos superiores a 25kg, excepto para trabajadores entrenados, cuyo límite máximo será de 40kg.

6.3.4 Protecciones Colectivas

Se utilizarán las siguientes protecciones colectivas:

- Los recipientes que contengan productos tóxicos o inflamables dispondrán de cierres herméticos y estarán almacenados según la legislación vigente.
- La señalización y ordenación del tráfico de máquinas se realizará de forma visible, sencilla y mediante señales conocidas por todo el personal presente en la obra.
- Se saneará el frente de trabajo antes de realizar el tendido de cables en las zanjas.
- Se colocarán topes de seguridad para los camiones en las proximidades de las zanjas.
- Las zanjas y huecos se entibarán de forma adecuada si así lo requiere la profundidad de las mismas y el estado del terreno circundante.
- Las zanjas y huecos estarán correctamente señalizadas, para evitar caídas del personal a su interior, estando protegidas con barandilla rígida en el caso de existir riesgo de caída a distinto nivel (más de dos metros de profundidad).

6.3.5 Protecciones personales

Se dotará a todos los operarios de la obra que deban realizar estas labores de los siguientes equipos de protección individual, siendo reemplazados cuando se deterioren por su uso:

- Casco preferiblemente con barbuquejo.
- Ropa de trabajo (funda o chaquetilla y pantalón como mínimo).
- Botas de seguridad.
- Traje de agua (en condiciones húmedas).
- Botas de seguridad de goma (en condiciones húmedas).
- Empleo del cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria.
- Protectores auditivos (para el personal expuesto a tal riesgo).
- Gafas antiimpacto.
- Guantes de protección frente a riesgos mecánicos.
- Guantes dieléctricos.
- Faja antivibración (operarios expuestos a vibraciones de la maquinaria).
- Mascarilla antipolvo (cuando se requiera).
- Ropas de alta visibilidad (en zonas de tráfico y en momentos de baja visibilidad).

6.4 Puesta en marcha de la instalación

Esta Tarea consiste en la comprobación del correcto montaje de todas las conexiones y la posterior puesta en funcionamiento de todos los elementos.

6.4.1 Riesgos más frecuentes

Se consideran los siguientes:

- Caídas de personas al mismo y distinto nivel.
- Caídas de material desde las máquinas, los vehículos o la estructura.
- Proyección de partículas.
- Explosiones e incendios.
- Ruido puntual y ambiental.
- Aplastamientos y atrapamientos.
- Accidentes debidos a las condiciones meteorológicas.
- Cortes y amputaciones.
- Pinchazos.
- Sobreesfuerzos.
- Quemaduras.
- Golpes.

6.4.2 Normas Básicas de Seguridad

Se considerarán las siguientes normas básicas de seguridad:

1. Los operarios que realicen la maniobra de puesta en marcha de la instalación, poseerán una titulación acorde con sus labores.
2. Toda la maquinaria a emplear, deberá poseer la correspondiente declaración de conformidad o la adecuación al Real Decreto 1215/97, modificado por el Real Decreto 2177/2004, del 12 de noviembre, manual de usuario y su libro de mantenimiento actualizado.
3. Se guardarán las distancias de seguridad preceptivas a los elementos que estén en tensión.
4. No se conectará ningún elemento sin haber comprobado que no exista persona alguna en sus proximidades.

6.4.3 Protecciones colectivas

Se utilizarán las siguientes protecciones colectivas:

- Se tendrá, en todo momento un kit de salvamento eléctrico completo cuando se realicen trabajos con tensión. Este estará compuesto como mínimo por: pértiga de salvamento, verificador de tensión, cizalla cortacables, baqueta aislante, guantes aislantes, chancas aislantes, frasco de sales reanimadoras y cartel de primeros auxilios.
- Se protegerán adecuadamente todos aquellos extremos de piezas y aristas que presenten un riesgo para las personas.

6.4.4 Señalización

Se señalizarán todas las zonas de trabajo y de acopio de materiales de forma que se advierta el peligro que representa.

6.4.5 Protecciones Personales

Se dotará a todos los operarios de la obra de los siguientes equipos de protección individual, siendo reemplazados cuando se deterioren por su uso:

- Casco preferiblemente con barbuquejo.
- Ropa de trabajo (funda o chaquetilla y pantalón como mínimo).
- Botas de seguridad.
- Botas aislantes.
- Empleo del cinturón de seguridad, por parte del conductor de la maquinaria.
- Protectores auditivos (para el personal expuesto a tal riesgo).
- Gafas o pantalla facial.
- Guantes de protección frente a riesgos eléctricos.
- Ropas de alta visibilidad (en zonas de tráfico y en momentos de baja visibilidad).

7 NORMATIVA A APLICAR EN LAS FASES DEL ESTUDIO

Exige el R.D. 1627/97 de 24 de octubre la realización de este Estudio de Seguridad y Salud que debe contener una descripción de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando a tal efecto las medidas preventivas adecuadas; relación de aquellos otros que no han podido evitarse conforme a lo señalado anteriormente, indicando las protecciones técnicas tendentes a reducirlos y las medidas preventivas que los controlen. Han de tenerse en cuenta, según el R.D., la tipología y características de los materiales y elementos que hayan de usarse, determinación del proceso constructivo y orden de ejecución de los trabajos. Tal es lo que se manifiesta en el Proyecto de Obra al que acompaña este Estudio de Seguridad y Salud. Sobre la base de lo establecido en este estudio, se elaborará el correspondiente Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (art. 7 del citado R.D.) por el Contratista en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra o realización de las instalaciones a que se refiere este Proyecto. En dicho plan se recogerán las propuestas de medidas de prevención alternativas que el contratista crea oportunas siempre que se justifiquen técnicamente y que tales cambios no impliquen la disminución de los niveles de prevención previstos. Dicho plan deberá ser aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de las obras (o por la Dirección Facultativa si no fuere precisa la Coordinación citada).

A tales personas compete la comprobación, a pie de obra, de los siguientes aspectos técnicos previos:

- Revisión de los planos de la obra o proyecto de instalaciones
- Replanteo
- Maquinaria y herramientas adecuadas
- Medios de transporte adecuados al proyecto
- Elementos auxiliares precisos
- Materiales, fuentes de energía a utiliza
- Protecciones colectivas necesarias, etc.

Entre otros aspectos, en esta actividad se deberá haber ponderado la posibilidad de adoptar alguna de las siguientes alternativas:

- Tender a la normalización y repetitividad de los trabajos, para racionalizarlo y hacerlo más seguro, amortizable y reducir adaptaciones artesanales y manipulaciones perfectamente prescindibles en obra.
- Se procurará proyectar con tendencia a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.
- El comienzo de los trabajos, sólo deberá acometerse cuando se disponga de todos los elementos necesarios para proceder a su asentamiento y delimitación definida de las zonas de influencia durante las maniobras, suministro de materiales, así como el radio de actuación de los equipos en condiciones de seguridad para las personas y los restantes equipos.
- Se establecerá un planning para el avance de los trabajos, así como la retirada y acopio de la totalidad de los materiales empleados, en situación de espera.
- Ante la presencia de líneas de alta tensión tanto la grúa como el resto de la maquinaria que se utilice durante la ejecución de los trabajos guardarán la distancia de seguridad de acuerdo con lo indicado en el presente estudio.
- Se revisará todo lo concerniente a la instalación eléctrica comprobando su adecuación a la potencia requerida y el estado de conservación en el que se encuentra.
- Será debidamente cercada la zona en la cual pueda haber peligro de caída de materiales, y no se haya podido apantallar adecuadamente la previsible parábola de caída del material.

Como se indica en el art. 8 del R.D. 1627/97 de 24 de Octubre, los principios generales de prevención en materia de seguridad y salud que recoge el art. 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, deberán ser tomados en consideración por el proyectista en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto de obra y en particular al tomar las decisiones constructivas, técnicas y de organización con el fin de planificar los diferentes trabajos y al estimar la duración prevista de los mismos. El Coordinador en materia de seguridad y salud en fase de proyecto será el que coordine estas cuestiones.

Se efectuará un estudio de acondicionamiento de las zonas de trabajo, para prever la colocación de plataformas, torretas, zonas de paso y formas de acceso, y poderlos utilizar de forma conveniente.

Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable y necesario, prendas de protección individual tales como cascos, gafas, guantes, botas de seguridad

homologadas, impermeables y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer y evacuar a los operarios que puedan accidentarse.

El personal habrá sido instruido sobre la utilización correcta de los equipos individuales de protección, necesarios para la realización de su trabajo. En los riesgos puntuales y esporádicos de caída de altura, se utilizará obligatoriamente el cinturón de seguridad ante la imposibilidad de disponer de la adecuada protección colectiva u observarse vacíos al respecto a la integración de la seguridad en el proyecto de ejecución.

Cita el art. 10 del R.D. 1627/97 la aplicación de los principios de acción preventiva en las siguientes tareas o actividades:

- a. Mantenimiento de las obras en buen estado de orden y limpieza
- b. Elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de vías de paso y circulación.
- c. La manipulación de los diferentes materiales y medios auxiliares.
- d. El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y el control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios con el objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
- e. La delimitación y el acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de los diferentes materiales, en particular los peligrosos.
- f. La recogida de materiales peligrosos utilizados
- g. El almacenamiento y la eliminación de residuos y escombros.
- h. La adaptación de los diferentes tiempos efectivos a dedicar a las distintas fases del trabajo.
- i. La cooperación entre Contratistas, subcontratistas y trabajadores autónomos.
- j. Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro tipo de trabajo o actividad que se desarrolle de manera próxima.

Protecciones personales:

Cuando los trabajos requieran la utilización de prendas de protección personal, éstas llevarán el sello -CE- y serán adecuadas al riesgo que tratan de paliar, ajustándose en todo a lo establecido en el R.D. 773/97 de 30 de mayo.

En caso de que un trabajador tenga que realizar un trabajo esporádico en alturas superiores a 2 m y no pueda ser protegido mediante protecciones colectivas adecuadas, deberá ir provisto de cinturón de seguridad homologado según (de sujeción o anticaídas según proceda), en vigencia de utilización (no caducada), con puntos de anclaje no improvisados, sino previstos en proyecto

y en la planificación de los trabajos, debiendo acreditar previamente que ha recibido la formación suficiente por parte de sus mandos jerárquicos, para ser utilizado restrictivamente, pero con criterio.

Manipulación manual de cargas:

No se manipularán manualmente por un solo trabajador más de 25 Kg.

Para el levantamiento de una carga es obligatorio lo siguiente:

- Asentar los pies firmemente manteniendo entre ellos una distancia similar a la anchura de los hombros, acercándose lo más posible a la carga.
- Flexionar las rodillas, manteniendo la espalda erguida.
- Agarrar el objeto firmemente con ambas manos si es posible.
- El esfuerzo de levantar el peso lo deben realizar los músculos de las piernas.
- Durante el transporte, la carga debe permanecer lo más cerca posible del cuerpo, debiendo evitarse los giros de la cintura.

Para el manejo de cargas largas por una sola persona se actuará según los siguientes criterios preventivos:

- Llevará la carga inclinada por uno de sus extremos, hasta la altura del hombro.
- Avanzará desplazando las manos a lo largo del objeto, hasta llegar al centro de gravedad de la carga.
- Se colocará la carga en equilibrio sobre el hombro.
- Durante el transporte, mantendrá la carga en posición inclinada, con el extremo delantero levantado.
- Es obligatoria la inspección visual del objeto pesado a levantar para eliminar aristas afiladas.
- Es obligatorio el empleo de un código de señales cuando se ha de levantar un objeto entre varios, para aportar el esfuerzo al mismo tiempo. Puede ser cualquier sistema a condición de que sea conocido o convenido por el equipo.

Manipulación de cargas con la grúa:

En todas aquellas operaciones que conlleven el empleo de aparatos elevadores, es recomendable la adopción de las siguientes normas generales:

- Señalar de forma visible la carga máxima que pueda elevarse mediante el aparato elevador utilizado.

- Acoplar adecuados pestillos de seguridad a los ganchos de suspensión de los aparatos elevadores.
- Emplear para la elevación de materiales recipientes adecuados que los contengan, o se sujeten las cargas de forma que se imposibilite el desprendimiento parcial o total de las mismas.
- Las eslingas llevarán placa de identificación donde constará la carga máxima para la cual están recomendadas.
- De utilizar cadenas estas serán de hierro forjado con un factor de seguridad no inferior a 5 de la carga nominal máxima. Estarán libres de nudos y se enrollarán en tambores o polichas adecuadas.
- Para la elevación y transporte de piezas de gran longitud se emplearán palonniers o vigas de reparto de cargas, de forma que permita esparcir la luz entre apoyos, garantizando de esta forma la horizontalidad y estabilidad.
- El gruísta antes de iniciar los trabajos comprobará el buen funcionamiento de los finales de carrera.
- Si durante el funcionamiento de la grúa se observara inversión de los movimientos, se dejará de trabajar y se dará cuenta inmediata a la Dirección Técnica de la obra.

7.1 Medidas preventivas de tipo general. disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deberán aplicarse en las obras

7.1.1 Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras

Observación preliminar: las obligaciones previstas en la presente parte del anexo se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

7.1.2 Ámbito de aplicación

Será de aplicación a la totalidad de la obra, incluidos los puestos de trabajo en las obras en el interior y en el exterior de los locales.

7.1.3 Estabilidad y solidez

- Deberá procurarse de modo apropiado y seguro, la estabilidad de los materiales y equipos y, en general, de cualquier elemento que en cualquier desplazamiento pudiera afectar a la seguridad y la salud de los trabajadores.
- El acceso a cualquier superficie que conste de materiales que no ofrezcan una resistencia suficiente solo se autorizara en caso de que se proporcionen equipos o medios apropiados para que el trabajo se realice de manera segura.

7.1.4 Instalaciones de suministro y reparto de energía

- La instalación eléctrica de los lugares de trabajo en las obras deberá ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, dicha instalación deberá satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- Las instalaciones deberán proyectarse, realizarse y utilizarse de manera que no entrañen ningún peligro de incendio ni de explosión y de modo que las personas estén debidamente protegidas contra los riesgos de electrocución por contacto directo o indirecto.
- El proyecto, la realización y la elección del material y de los dispositivos de protección deberán tener en cuenta el tipo y la potencia de la energía suministrada, las condiciones de los factores externas y la competencia de las personas que tengan acceso a partes de la instalación.

7.1.5 Vías y salidas de emergencia

- Las vías y salidas de emergencia deberán permanecer expeditas y desembocar lo más directamente posible en una zona de seguridad.
- En caso de peligro, todos los lugares de trabajo deberán poder evacuarse rápidamente y en condiciones de máxima seguridad para los trabajadores.
- El número, la distribución y las dimensiones de las vías y salidas de emergencia dependerán del uso de los equipos y de las dimensiones de la obra y de los locales, así como del número máximo de personas que puedan estar presente en ellos.
- Las vías y salidas específicas deberán señalizarse conforme al R.D. 485/97. Dicha señalización deberá fijarse en los lugares adecuados y tener la resistencia suficiente.
- Las vías y salidas de emergencia, así como las de circulación y las puertas que den acceso a ellas, no deberán estar obstruidas por ningún objeto para que puedan ser utilizadas sin trabas en ningún momento.

- En caso de avería del sistema de alumbrado las vías de salida y emergencia deberán disponer de iluminación de seguridad de la suficiente intensidad.

7.1.6 Detección y lucha contra incendios

- Según las características de la obra y las dimensiones y usos de los locales los equipos presentes, las características físicas y químicas de las sustancias o materiales y del número de personas que pueda hallarse presentes, se dispondrá de un número suficiente de dispositivos contra incendios y, si fuere necesario detectores y sistemas de alarma.
- Dichos dispositivos deberán revisarse y mantenerse con regularidad. Deberán realizarse periódicamente pruebas y ejercicios adecuados.
- Los dispositivos no automáticos deben ser de fácil acceso y manipulación.

7.1.7 Ventilación

- Teniendo en cuenta los métodos de trabajo y las cargas físicas impuestas a los trabajadores, estos deberán disponer de aire limpio en cantidad suficiente.
- Si se utiliza una instalación de ventilación, se mantendrá en buen estado de funcionamiento y no se expondrá a corrientes de aire a los trabajadores.

7.1.8 Exposición a riesgos particulares

- Los trabajadores no estarán expuestos a fuertes niveles de ruido, ni a factores externos nocivos (gases, vapores, polvos).
- Si algunos trabajadores deben permanecer en zonas cuya atmósfera pueda contener sustancias tóxicas o no tener oxígeno en cantidad suficiente o ser inflamable, dicha atmósfera deberá ser controlada y deberán adoptarse medidas de seguridad al respecto.
- En ningún caso podrá exponerse a un trabajador a una atmósfera confinada de alto riesgo. Deberá estar bajo vigilancia permanente desde el exterior para que se le pueda prestar un auxilio eficaz e inmediato.

7.1.9 Iluminación

- Los lugares de trabajo, los locales y las vías de circulación de obras deberán disponer de suficiente iluminación natural (si es posible) y de una iluminación artificial adecuada durante la noche y cuando no sea suficiente la natural.
- Se utilizarán portátiles antichoque y el color utilizado no debe alterar la percepción de los colores de las señales o paneles.

- Las instalaciones de iluminación de los locales, las vías y los puestos de trabajo deberán colocarse de manera que no creen riesgos de accidentes para los trabajadores.

7.1.10 Muelles y rampas de carga

- Los muelles y rampas de carga deberán ser adecuados a las dimensiones de las cargas transportadas.
- Los muelles de carga deberán tener al menos una salida y las rampas de carga deberán ofrecer la seguridad de que los trabajadores no puedan caerse.

7.1.11 Espacio de trabajo

Las dimensiones del puesto de trabajo deberán calcularse de tal manera que los trabajadores dispongan de la suficiente libertad de movimientos para sus actividades, teniendo en cuenta la presencia de todo el equipo y material necesario.

7.1.12 Primeros auxilios

- Será responsabilidad del empresario garantizar que los primeros auxilios puedan prestarse en todo momento por personal con la suficiente formación para ello.
- Asimismo, deberán adoptarse medidas para garantizar la evacuación, a fin de recibir cuidados médicos, de los trabajadores accidentados o afectados por una indisposición repentina.
- Cuando el tamaño de la obra o el tipo de actividad requieran, deberán contarse con uno o varios locales para primeros auxilios.
- Los locales para primeros auxilios deberán estar dotados de las instalaciones y el material de primeros auxilios indispensables y tener fácil acceso para las camillas. Deberán estar señalizados conforme el Real Decreto sobre señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- En todos los lugares en los que las condiciones de trabajo lo requieran se deberá disponer también de material de primeros auxilios, debidamente señalizado y de fácil acceso.

Una señalización claramente visible deberá indicar la dirección y el número de teléfono del servicio local de urgencia.

7.1.13 Disposiciones varias

- Los accesos y el perímetro de la obra deberán señalizarse y destacarse de manera que sean claramente visibles e identificables.

- En la obra, los trabajadores deberán disponer de agua potable y, en su caso, de otra bebida apropiada no alcohólica en cantidad suficiente, tanto en los locales que ocupen como cerca de los puestos de trabajo.

Tras observación preliminar, las obligaciones previstas en la presente parte del estudio, se paliarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

7.1.14 Estabilidad y solidez

- Los puestos de trabajo móviles o fijos situados por encima o por debajo del nivel del suelo deberán ser sólidos y estables teniendo en cuenta:
 - ✓ El número de trabajadores que los ocupen.
 - ✓ Las cargas máximas que, en su caso, puedan tener que soportar, así como su distribución.
 - ✓ Los factores externos que pudieran afectarles.
- En caso de que los soportes y los demás elementos de estos lugares de trabajo no poseyeran estabilidad propia, se deberán garantizar su estabilidad mediante elementos de fijación apropiados y seguros con el fin de evitar cualquier desplazamiento inesperado o involuntario del conjunto o de parte de dichos puestos de trabajo.
- Deberá verificarse de manera apropiada la estabilidad y la solidez, y especialmente después de cualquier modificación de la altura o de la profundidad del puesto de trabajo.

7.1.15 Caída de objetos

- Los trabajadores deberán estar protegidos contra la caída de objetos o materiales, para ello se utilizarán siempre que sea técnicamente posible, medidas de protección colectiva.
- Cuando sea necesario, se establecerán pasos cubiertos o se impedirá el acceso a las zonas peligrosas.
- Los materiales de acopio, equipos y herramientas de trabajo deberán colocarse o almacenarse de forma que se evite su desplome, caída o vuelco.

7.1.16 Caídas de altura

- Las plataformas, andamios y pasarelas, así como los desniveles, huecos y aberturas existentes en los pisos de las obras, que supongan para los trabajadores un riesgo de caída de altura superior a 2 metros, se protegerán mediante barandillas u otro sistema de protección colectiva de seguridad equivalente. Las barandillas serán resistentes, tendrán

una altura mínima de 90 centímetros y dispondrán de un reborde de protección, un pasamanos y una protección intermedia que impidan el paso o deslizamiento de los trabajadores.

- Los trabajos en altura sólo podrán efectuarse en principio, con la ayuda de equipos concebidos para el fin o utilizando dispositivos de protección colectiva, tales como barandillas, plataformas o redes de seguridad. Si por la naturaleza del trabajo ello no fuera posible, deberán disponerse de medios de acceso seguros y utilizarse cinturones de seguridad con anclaje u otros medios de protección equivalente.
- La estabilidad y solidez de los elementos de soporte y el buen estado de los medios de protección deberán verificarse previamente a su uso, posteriormente de forma periódica y cada vez que sus condiciones de seguridad puedan resultar afectadas por una modificación, periodo de no utilización o cualquier otra circunstancia.

7.1.17 Factores atmosféricos

Deberá protegerse a los trabajadores contra las inclemencias atmosféricas que puedan comprometer su seguridad y su salud.

7.1.18 Andamios y escaleras

- Los andamios deberán proyectarse, construirse y mantenerse convenientemente de manera que se evite que se desplomen o se desplacen accidentalmente.
- Las plataformas de trabajo, las pasarelas y las escaleras de los andamios deberán construirse, protegerse y utilizarse de forma que se evite que las personas tengan o estén expuestas a caídas de objetos. A tal efecto, sus medidas de ajustará al número de trabajadores que vayan a utilizarlos.
- Los andamios deberán ir inspeccionados por una persona competente:
 - ✓ Antes de su puesta en servicio.
 - ✓ A intervalos regulares en lo sucesivo.
 - ✓ Después de cualquier modificación, periodo de no utilización, exposición a la intemperie, sacudidas sísmicas o cualquier otra circunstancia que hubiera podido afectar a su resistencia o a su estabilidad.
- Los andamios móviles deberán asegurarse contra los desplazamientos involuntarios.
- Las escaleras de mano deberán cumplir las condiciones de diseño y utilización señaladas en el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.

7.1.19 Aparatos elevadores

- Los aparatos elevadores y los accesorios de izado utilizados en la obra, deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los aparatos elevadores y los accesorios de izado deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- Los aparatos elevadores y los accesorios de izado incluido sus elementos constitutivos, sus elementos de fijación, anclaje y soportes, deberán:
 - ✓ Ser de buen diseño y construcción y tener una resistencia suficiente para el uso al que estén destinados.
 - ✓ Instalarse y utilizarse correctamente.
 - ✓ Ser manejados por trabajadores cualificados que hayan recibido una formación adecuada.
- En los aparatos elevadores y en los accesorios de izado se deberá colocar de manera visible, la indicación del valor de su carga máxima.
- Los aparatos elevadores lo mismo que sus accesorios no podrán utilizarse para fines distintos de aquéllos a los que estén destinados.

7.1.20 Vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales

- Los vehículos y maquinaria para movimiento de tierra y manipulación de materiales deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso y a salvo de disposiciones específicas de la normativa citada, los vehículos y maquinaria para movimiento de tierras y manipulación de materiales deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- Todos los vehículos y toda maquinaria para movimientos de tierras y para manipulación de materiales deberán:
 - ✓ Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuanto, en la medida de los posible, los principios de la ergonomía.
 - ✓ Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
 - ✓ Utilizarse correctamente.
- Los conductores y personal encargado de vehículos y maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán recibir una formación especial.

- Deberán adoptarse medidas preventivas para evitar que caigan en las excavaciones o en el agua vehículos o maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales.
- Cuando sea adecuado, las maquinarias para movimientos de tierras y manipulación de materiales deberán estar equipadas con estructuras concebidas para proteger el conductor contra el aplastamiento, en caso de vuelco de la máquina, y contra la caída de objetos.

7.1.21 Instalaciones, máquinas y equipo

- Las instalaciones, máquinas y equipos utilizados en las obras deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica. En todo caso, y a salvo de las disposiciones específicas de la normativa citada, las instalaciones, máquina y equipos deberán satisfacer las condiciones que se señalan en los siguientes puntos de este apartado.
- Las instalaciones, máquinas y equipos incluidas las herramientas manuales o sin motor, deberán:
 - ✓ Estar bien proyectados y contruidos, teniendo en cuenta en la medida de lo posible, los principios de la ergonomía.
 - ✓ Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
 - ✓ Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
 - ✓ Ser manejados por trabajadores que hayan recibido una formación adecuada.
- Las instalaciones y los aparatos a presión deberán ajustarse a lo dispuesto en su normativa específica.

7.1.22 Movimientos de tierras, excavaciones, pozos, trabajos subterráneos y túneles

- Antes de comenzar los trabajos de movimientos de tierras, deberán tomarse medidas para localizar y reducir al mínimo los peligros debidos a cables subterráneos y demás sistemas de distribución.
- En las excavaciones, pozos, trabajos subterráneos o túneles deberán tomarse las precauciones adecuadas:
 - ✓ Para prevenir los riesgos de sepultamiento por desprendimiento de tierras, caídas de personas, tierras, materiales u objetos, mediante sistemas de entibación, blindaje, apeo, taludes u otras medidas adecuadas.
 - ✓ Para prevenir la irrupción accidental de agua mediante los sistemas o medidas adecuadas.

- ✓ Para garantizar una ventilación suficiente en todos los lugares de trabajo de manera que se mantenga una atmósfera apta para la respiración que no sea peligrosa o nociva para la salud.
- ✓ Para permitir que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de que se produzca un incendio o una irrupción de agua o la caída de materiales.
- Deberán preverse vías seguras para entrar y salir de la excavación.
- Las acumulaciones de tierras, escombros o materiales y los vehículos en movimiento deberán mantenerse alejados de las excavaciones o deberán tomarse las medidas adecuadas en su caso mediante la construcción de barreras, para evitar su caída en las mismas o el derrumbamiento del terreno.

7.1.23 Instalaciones de distribución de energía

- Deberán verificarse y mantenerse con regularidad las instalaciones de distribución de energía presentes en la obra, en particular las que estén sometidas a factores externos.
- Las instalaciones existentes antes del comienzo de la obra deberán estar localizadas, verificadas y señalizadas claramente.
- Cuando existen líneas de tendido eléctrico aéreas que puedan afectar a la seguridad en la obra será necesario desviarlas fuera del recinto de la obra o dejarlas sin tensión. Si esto no fuera posible, se colocarán barreras o avisos para que los vehículos y las instalaciones se mantengan alejados de las mismas.

En caso de que vehículos de la obra tuvieran que circular bajo el tendido se utilizarán una señalización de advertencia y una protección de delimitación de altura.

7.1.24 Estructuras metálicas o de hormigón, encofrados y piezas prefabricadas pesadas

- Las estructuras metálicas o de hormigón y sus elementos, los encofrados, las piezas prefabricadas pesadas o los soportes temporales y los apuntalamientos sólo se podrán montar o desmontar bajo vigilancia, control y dirección de una persona competente.
- Los encofrados, los soportes temporales y los apuntalamientos deberán proyectarse, calcularse, montarse y mantenerse de manera que puedan soportar sin riesgo las cargas a que sean sometidos.

- Deberán adoptarse las medidas necesarias para proteger a los trabajadores contra los peligros derivados de la fragilidad o inestabilidad temporal de la obra.

7.1.25 Otros trabajos específicos

- Los trabajos de derribo o demolición que puedan suponer un peligro para los trabajadores deberán estudiarse, planificarse y emprenderse bajo la supervisión de una persona competente y deberán realizarse adoptando las precauciones, métodos y procedimientos apropiados.
- En los trabajos en tejados deberán adoptarse las medidas de protección colectiva que sean necesarias en atención a la altura, inclinación o posible carácter o estado resbaladizo, para evitar la caída de trabajadores, herramientas o materiales. Asimismo, cuando haya que trabajar sobre o cerca de superficies frágiles, se deberán tomar las medidas preventivas adecuadas para evitar que los trabajadores las pisen inadvertidamente o caigan a través suyo.
- Los trabajos con explosivos, así como los trabajos en cajones de aire comprimido se ajustarán a lo dispuesto en su normativa específica.
- Las ataguías deberán estar bien construidas, con materiales apropiados y sólidos, con una resistencia suficiente y provista de un equipamiento adecuado para que los trabajadores puedan ponerse a salvo en caso de irrupción de agua y de materiales.
- La construcción, el montaje, la transformación o el desmontaje de una ataguía deberá realizarse únicamente bajo la vigilancia de una persona competente. Asimismo, las ataguías deberán ser inspeccionadas por una persona competente a intervalos regulares.

7.2 Normativa particular a cada fase de obra

7.2.1 Movimiento de tierras

La Coordinación de Seguridad y Salud en fase de proyecto deberá tener en cuenta todos aquellos aspectos del proceso productivo que, de una u otra forma, pueden poner en peligro la salud e integridad física de los trabajadores o de terceras personas ajenas a la obra.

Estos aspectos de carácter técnico son los siguientes:

- La existencia o no de conducciones eléctricas o de gas a fin de solicitar a la compañía correspondiente la posición y solución a adoptar, así como la distancia de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

- Planos de la existencia de colectores, desagües y galerías de servicio.
- Estudio del terreno en el que se va a proceder a la excavación a fin de detectar la presencia de cables o conducciones subterráneas.
- Estudio de las edificaciones colindantes de la zona a excavar.
- Estudio de la climatología del lugar a fin de controlar el agua tanto subterránea como procedente de lluvia.
- Detección de pequeñas cavidades por medio de estudios microgravimétricos.
- Presencia de árboles colindantes con raíces profundas que pueden posibilitar el desprendimiento de la masa de terreno asentado.
- Con todos estos datos, se seleccionarán las técnicas más adecuadas a emplear en cada caso concreto, y las que mayores garantías de seguridad ofrezca a los trabajadores que ejecutan la obra.
- Se protegerán los elementos de Servicio Público que puedan ser afectados por la excavación, como bocas de riego, tapas, sumideros de alcantarillado, farolas etc.
- Deberán estar perfectamente localizados todos los servicios afectados, ya sea de agua, gas o electricidad que puedan existir dentro del radio de acción de la obra de excavación, y gestionar con la compañía suministradora su desvío o su puesta fuera de servicio.
- La zona de trabajo estará rodeada de una valla o verja de altura no menor de 2 m. Las vallas se situarán a una distancia del borde de la excavación no menor de 1,50m.
- Cuando sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde de la excavación se dispondrá de vallas o palenques móviles que se iluminarán cada 10 metros con puntos de luz portátil y grado de protección no menor de IP-44 según UNE 20.324.
- En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m el paso de peatones y 2 m el de vehículos.
- Cuando se tengan que derribar árboles, se acotará la zona, se cortarán por su base atirantándolos previamente y batiéndolos en última instancia.
- Se dispondrá en obra, para proporcionar en cada caso, el equipo indispensable y necesario, tales como palas, picos, barras, así como tablones, puntales, y las prendas de protección individual como cascos, gafas, guantes, botas de seguridad homologadas, impermeables y otros medios que puedan servir para eventualidades o socorrer y evacuar a los operarios que puedan accidentarse.
- Las excavaciones de zanjas se ejecutarán con una inclinación de talud adecuada a las características del terreno, debiéndose considerar peligrosa toda excavación cuya pendiente sea superior a su talud natural.

- En las excavaciones de zanjas se podrán emplear bermas escalonadas, con mesetas no mayores de 1,30 m en cortes actualizados del terreno con ángulo entre 60° y 90° para una altura máxima admisible en función el peso específico del terreno y de la resistencia del mismo.
- Cuando no sea posible emplear taludes como medidas de protección contra desprendimiento de tierras en la excavación de zanjas y haya que realizar éstas mediante cortes verticales, deberán ser entibadas sus paredes a una profundidad igual o superiores a 1,30 m.
- En cortes de profundidad mayor de 1,30 m las entibaciones deberán sobrepasar, como mínimo 20 centímetro el nivel superior del terreno y 75 centímetros en el borde superior de laderas.
- En general las entibaciones se quitarán cuando a juicio de la Dirección Facultativa ya no sean necesarias y por franjas horizontales empezando siempre por la parte inferior del corte.
- Se evitará golpear la entibación durante las operaciones de excavación. Los codales, o elementos de la misma, no se utilizarán para el ascenso o el descenso, ni se utilizarán para la suspensión de conducciones o apoyo de cargas.
- No deben retirarse las medidas de protección de una excavación mientras haya operarios trabajando a una profundidad igual o superior a 1,30 m bajo el nivel del terreno.
- En excavaciones de profundidad superior a 1,30 m, siempre que haya operarios trabajando en su interior, se mantendrá uno siempre de retén en el exterior que podrá actuar como ayudante de trabajo y dará la alarma en caso de producirse alguna emergencia.
- Las zanjas superiores a 1,30 m de profundidad, estarán provistas de escaleras preferentemente metálicas, que rebasen en un metro el nivel superior del corte. disponiendo de una escalera por cada 30 metros de zanja abierta o fracción de este valor, que deberá estar libre de obstáculos y correctamente arriestrada.
- Siempre que sea previsible el paso de peatones o vehículos junto al borde de las zonas de desbroce con corte del terreno, se dispondrán vallas o palenques móviles que se iluminarán cada 10 m con puntos de luz portátil y grado de protección conforme a norma UNE 20.324.
- En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m el paso de peatones y 2 m el de vehículos.

- Cuando los vehículos circulen en dirección normal al corte, la zona acotada se ampliará en esa dirección a dos veces la profundidad del corte y no menos de 4 m cuando sea preciso la señalización vial de reducción de velocidad.
- El acopio de materiales y las tierras extraídas en desmontes con cortes de profundidad superior a 1,30 m, se dispondrá a distancia no menor de 2 m del borde de corte. Cuando las tierras extraídas estén contaminadas, se desinfectarán, en la medida de lo posible, así como la superficie de las zonas desbrozadas.
- Los huecos horizontales que puedan aparecer en el terreno a causa de los trabajos, cuyas dimensiones sean suficientes para permitir la caída de un trabajador, deberán ser tapados al nivel de la cota de trabajo.
- Siempre que la posibilidad de caída de altura de un operario sea superior a 2 m, éste utilizará cinturón de sujeción amarrado a punto sólido.
- No se suprimirán los elementos atirantados o de arriostamiento en tanto no se supriman o contrarresten las tensiones que inciden sobre ellos.
- Se evitará la formación de polvo regando ligeramente la superficie a desbrozar, así como las zonas de paso de vehículos rodados.
- Se procederá al atirantado de aquellos árboles de gran porte o apuntalados y reforzados los elementos verticales o masas rocosas que eventualmente durante alguna parte de la operación de saneo y retirada, amenacen con equilibrio inestable. Especialmente se reforzará esta medida si la situación se produce por interrupción del trabajo al finalizar la jornada.
- Los artefactos o ingenios bélicos que pudieran aparecer, deberán ponerse inmediatamente en conocimiento de la Comandancia más próxima de la Guardia Civil.
- La aparición de depósitos o canalizaciones enterradas, así como filtraciones de productos químicos o residuos de plantas industriales próximas al solar a desbrozar, deben ser puestos en conocimiento de la Dirección Facultativa de la obra, para que tome las decisiones oportunas en cuanto a mediciones de toxicidad, límites de explosividad o análisis complementarios, previos a la continuación de los trabajos. De la misma forma se procederá ante la aparición de minas, simas, corrientes subterráneas, pozos, etc.
- Los operadores de la maquinaria empleada en las tareas de excavación de zanjas, deberán estar habilitados por escrito para ello y conocer las reglas y recomendaciones que vienen especificadas en el manual de conducción y mantenimiento suministrado por el fabricante de la máquina, asegurándose igualmente de que el mantenimiento ha sido efectuado y que la máquina está a punto para el trabajo.

- Antes de poner la máquina en marcha, el operador deberá realizar una serie de controles, de acuerdo con el manual del fabricante, tales como:
- Mirar alrededor de la máquina para observar las posibles fugas de aceite, las piezas o conducciones en mal estado, etc.,
- Comprobar los faros, las luces de posición, los intermitentes y luces de stop.
- Comprobar el estado de los neumáticos en cuanto a presión y cortes en los mismos, o estado de las orugas y sus elementos de engarce, en los casos que proceda.
- Todos los dispositivos indicados para las máquinas utilizadas en el desbroce, en el apartado "Medios Auxiliares" deberán estar en su sitio, y en perfectas condiciones de eficacia preventiva.
- Comprobar los niveles de aceite y agua.
- Limpiar los limpiaparabrisas, los espejos y retrovisores antes de poner en marcha la máquina, quitar todo lo que pueda dificultar la visibilidad.
- No dejar trapos en el compartimiento del motor.
- El puesto de conducción debe estar limpio, quitar los restos de aceite, grasa o barro del suelo, las zonas de acceso a la cabina y los agarraderos.
- No dejar en el suelo de la cabina de conducción objetos diversos tales como herramientas, trapos, etc. Utilizar para ello la caja de herramientas.
- Comprobar la altura del asiento del conductor, su comodidad y visibilidad desde el mismo.
- Al realizar la puesta en marcha e iniciar los movimientos con la máquina, el operador deberá especialmente:
 - ✓ Comprobar que ninguna persona se encuentra en las inmediaciones de la máquina, y si hay alguien, alertar de la maniobra para que se ponga fuera de su área de influencia.
 - ✓ Colocar todos los mandos en punto muerto.
 - ✓ Sentarse antes de poner en marcha el motor.
 - ✓ Quedarse sentado al conducir.
 - ✓ Verificar que las indicaciones de los controles son normales.
 - ✓ No mantener el motor de explosión en funcionamiento en locales cerrados sin el filtro correspondiente que regule las emisiones de monóxido de carbono.
 - ✓ En lugar despejado y seguro verificar el buen funcionamiento de los frenos principales y de parada, hacer girar el volante en los dos sentidos a pequeña velocidad o maniobrando las palancas, colocar las diferentes velocidades.

7.2.2 Protección contra contactos eléctricos

En caso de encontrarse con una línea eléctrica no prevista, inicialmente se deberán adoptar algunas de las siguientes medidas preventivas:

- Suspender los trabajos de excavación en las proximidades de la línea.
- Descubrir la línea sin deteriorarla y con suma precaución.
- Proteger la línea para evitar su deterioro, impedir el acceso de personal a la zona e informar a la compañía suministradora.

Todos los trabajos que se realicen en las proximidades de líneas en tensión, deberán contar la presencia de un Vigilante de la compañía suministradora.

7.2.3 Entibación de zanjas con madera

La entibación tradicional de madera en zanjas se fundamenta básicamente en tres tipos de elementos: VERTICALES, en las paredes de la zanja, HORIZONTALES, que sostienen a los anteriores a lo largo de las paredes constituidos por carreras o largueros, y CODALES, que constituyen los elementos horizontales y perpendiculares al eje de la zanja, de pared a pared afianzando los largueros o, cuando estos no existen, sobre los elementos verticales. El entibado de madera es variable dependiendo del tipo de terreno, anchura y profundidad de la zanja, a continuación se describen, a modo de referencia, algunas de las entibaciones más comunes:

Zanjas entre 1,2 m y 3 m de profundidad y hasta 1 m de ancho.

- Suelo duro y compacto, donde no hayan existido excavaciones paralelas a menos de 3 m de las paredes de la zanja:
 - ✓ Tablones verticales de 50 mm x 150 mm separados 1,8 m entre ejes.
 - ✓ Largueros: ninguno.
 - ✓ Codales: 2 Uds. de 50 mm x 150 mm hasta 2,1 m de profundidad.
 - ✓ 3 Uds. de 50 mm x 150 mm de 2,1 m a 3 m de profundidad.
- Suelo duro y compacto donde hayan existido excavaciones previas a menos de 3 m de las paredes de la zanja:
 - ✓ Tablones verticales de 50 mm x 150 mm separados 1,2 m entre ejes.
 - ✓ Largueros: ninguno.
 - ✓ Codales: 2 Uds. de 50 mm x 150 mm hasta 2,1 m de profundidad.
 - ✓ 3 Uds. de 50 mm x 150 mm de 2,1 m a 3 m de profundidad.
- Suelo duro y compacto donde hayan existido excavaciones a menos de 1,5 m de las paredes de la zanja:

- ✓ Tablones verticales de 50 mm x 150 mm separados 0,90 m entre ejes.
- ✓ Largueros: ninguno.
- ✓ Codales: 2Uds. de 50 mm x 150 mm hasta 2,1 m de profundidad.
- ✓ 3 Uds. de 50 mm x 150 mm de 2,1 m a 3 m de profundidad.

7.2.4 Entibaciones prefabricadas

Sistema "Quillery"

Consiste en hacer descender unos paneles prefabricados (tablones sobre un tablero) de 2 a 2,50 m de altura con los tablones situados del lado de la pared de excavación, guiados mediante pértigas formando camillas en plano inclinado desde la coronación de la zanja hasta la arista opuesta, en el fondo de excavación. Unos codales provisionales se colocan rápidamente, con ayuda de una horquilla, entre dos paneles opuestos. A continuación, desciende un operario para colocar los codales metálicos definitivos.

Sistema "Peulabeuf"

Constituido por elementos metálicos en forma de túnel ovoidal, de 1,50 m de longitud, montados a nivel del suelo y posteriormente emplazados sobre el fondo de la zanja con ayuda de la pala mecánica. Suelen utilizarse 6 elementos, que se desplazan a medida que avanzan los trabajos. Este sistema necesita que las paredes de la excavación sean ligeramente inclinadas.

Sistema "Krings Verbau"

Formado por escudos y codales extensibles metálicos, solidarios y articulados, que se hacen descender con ayuda de pala excavadora o grúa. Dos de los operarios totalmente resguardados por los escudos de entibación, no tienen más que afianzar los codales, que unas veces son mecánicos (husillos, telescópicos con pasadores, etc.) y otras veces hidráulicos, entre los dos escudos.

Sistema de entibación "blanda"

Desarrollada recientemente por compañías francesas de suministro de aguas, consiste en una lona geotextil de poliamida de alta tenacidad (Dupont) con alojamientos cosidos y pasantes para albergar las carreras o largueros horizontales de aluminio. Los elementos verticales también de aluminio son independientes de la piel textil de entibar, articulados y solidarios con codales hidráulicos accionables, desde el exterior de la excavación, mediante grupo de presión portátil, que aprisionan el tejido contra las paredes de excavación. Este sistema es realmente práctico, eficaz y seguro para realización de zanjas hasta 3 m de profundidad por parte de brigadas de pocos trabajadores y con una simple furgoneta como medio de transporte.

Sistema de entibación por presión

Es quizás actualmente el sistema más sofisticado de entibación mecanizada, consistente en la hinca hidráulica de unos paneles de entibación tipo tablestacas, que se deslizan por dos guías paralelas delimitadas por la anchura de la zanja a modo de "guillotinas" con calado condicionado a priori en función de los servicios subterráneos existentes. La excavadora trabaja pues con el entibado ya realizado y sin exposición del personal bajo la rasante del terreno.

En zanjas realizadas en el casco urbano, se hace preceptivo utilizar el detector de instalaciones subterráneas y la realización de catas, para no afectar servicios.

7.2.5 Instalaciones eléctricas alta y baja tensión

Entre otros aspectos, en esta actividad se deberá haber ponderado la posibilidad de adoptar alguna de las siguientes alternativas:

- Tender a la normalización y repetitividad de los trabajos, para racionalizarlo y hacerlo más seguro, amortizable y reducir adaptaciones artesanales y manipulaciones perfectamente prescindibles en obra.
- Se procurará proyectar con tendencia a la supresión de operaciones y trabajos que puedan realizarse en taller, eliminando de esta forma la exposición de los trabajadores a riesgos innecesarios.
- Se efectuará un estudio de acondicionamiento de las zonas de trabajo, para prever la colocación de plataformas, torretas, zonas de paso y formas de acceso, y poderlos utilizar de forma conveniente.
- En general las vallas o palenques acotarán no menos de 1 m el paso de peatones y 2 m el de vehículos.
- Después de haber adoptado las operaciones previas (apertura de circuitos, bloqueo de los aparatos de corte y verificación de la ausencia de tensión) a la realización de los trabajos eléctricos, se deberán realizar en el propio lugar de trabajo, las siguientes:
 - ✓ Verificación de la ausencia de tensión y de retornos.
 - ✓ Puesta en cortocircuito lo más cerca posible del lugar de trabajo y en cada uno de los conductores sin tensión, incluyendo el neutro y los conductores de alumbrado público, si existieran. Si la red conductora es aislada y no puede realizarse la puesta en cortocircuito, deberá procederse como si la red estuviera en tensión, en cuanto a protección personal se refiere, delimitar la zona de trabajo, señalizándola adecuadamente si existe la posibilidad de error en la identificación de la misma.

Protecciones personales

Los guantes aislantes, además de estar perfectamente conservados y ser verificados frecuentemente, deberán estar adaptados a la tensión de las instalaciones o equipos en los cuales se realicen trabajos o maniobras.

En los trabajos y maniobras sobre fusibles, seccionadores, bornas o zonas en tensión en general, en los que pueda cebarse intempestivamente el arco eléctrico, será preceptivo el empleo de: casco de seguridad normalizado para A.T., pantalla facial de policarbonato con atalaje aislado, gafas con ocular filtrante de color ópticamente neutro, guantes dieléctricos (en la actualidad se fabrican hasta 30.000 V), o si se precisa mucha precisión, guantes de cirujano bajo guantes de tacto en piel de cabritilla curtida al cromo con manguitos incorporados (tipo taponero).

Intervención en instalaciones eléctricas

Para garantizar la seguridad de los trabajadores y para minimizar la posibilidad de que se produzcan contactos eléctricos directos, al intervenir en instalaciones eléctricas realizando trabajos sin tensión; se seguirán al menos tres de las siguientes reglas (cinco reglas de oro de la seguridad eléctrica):

- El circuito se abrirá con corte visible.
- Los elementos de corte se enclavarán en posición de abierto, si es posible con llave.
- Se señalarán los trabajos mediante letrero indicador en los elementos de corte.

7.3 Normativa particular a cada medio a utilizar: directrices generales para la prevención de riesgos

Dorsolumbares

En la aplicación de lo dispuesto en el anexo del R.D. 487/97 se tendrán en cuenta, en su caso, los métodos o criterios a que se refiere el apartado 3 del artículo 5 del Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

1. Características de la carga

La manipulación manual de una carga puede presentar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- Cuando la carga es demasiado pesada o demasiado grande.
- Cuando es voluminosa o difícil de sujetar.
- Cuando está en equilibrio inestable o su contenido corre el riesgo de desplazarse.
- Cuando está colocada de tal modo que debe sostenerse o manipularse a distancia del tronco o con torsión o inclinación del mismo.
- Cuando la carga, debido a su aspecto exterior o a su consistencia, puede ocasionar lesiones al trabajador, en particular en caso de golpe.

2. Esfuerzo físico necesario

Un esfuerzo físico puede entrañar un riesgo, en particular dorsolumbar, en los casos siguientes:

- Cuando es demasiado importante.
- Cuando no puede realizarse más que por un movimiento de torsión o de flexión del tronco.
- Cuando puede acarrear un movimiento brusco de la carga.
- Cuando se realiza mientras el cuerpo está en posición inestable.
- Cuando se trate de alzar o descender la carga con necesidad de modificar el agarre.
-

3. Características del medio de trabajo

Las características del medio de trabajo pueden aumentar el riesgo, en particular dorsolumbar en los casos siguientes:

- Cuando el espacio libre, especialmente vertical, resulta insuficiente para el ejercicio de la actividad de que se trate.

- Cuando el suelo es irregular y, por tanto, puede dar lugar a tropiezos o bien es resbaladizo para el calzado que lleve el trabajador.
- Cuando la situación o el medio de trabajo no permite al trabajador la manipulación manual de cargas a una altura segura y en una postura correcta.
- Cuando el suelo o el plano de trabajo presentan desniveles que implican la manipulación de la carga en niveles diferentes.
- Cuando el suelo o el punto de apoyo son inestables.
- Cuando la temperatura, humedad o circulación del aire son inadecuadas.
- Cuando la iluminación no sea adecuada.
- Cuando exista exposición a vibraciones.

4. Exigencias de la actividad

La actividad puede entrañar riesgo, en particular dorsolumbar, cuando implique una o varias de las exigencias siguientes:

- Esfuerzos físicos demasiado frecuentes o prolongados en los que intervenga en particular la columna vertebral.
- Período insuficiente de reposo fisiológico o de recuperación.
- Distancias demasiado grandes de elevación, descenso o transporte.
- Ritmo impuesto por un proceso que el trabajador no pueda modular.

5. Factores individuales de riesgo

Constituyen factores individuales de riesgo:

- La falta de aptitud física para realizar las tareas en cuestión.
- La inadecuación de las ropas, el calzado u otros efectos personales que lleve el trabajador.
- La insuficiencia o inadaptación de los conocimientos o de la formación.
- La existencia previa de patología dorsolumbar.

8 MANTENIMIENTO PREVENTIVO

8.1 Mantenimiento preventivo general

El articulado y Anexos del R.D. 1215/97 de 18 de Julio indica la obligatoriedad por parte del empresario de adoptar las medidas preventivas necesarias para que los equipos de trabajo que se pongan a disposición de los trabajadores sean adecuados al trabajo que deba realizarse y convenientemente adaptados al mismo, de forma que garanticen la seguridad y salud de los trabajadores al utilizarlos.

Si esto no fuera posible, el empresario adoptará las medidas adecuadas para disminuir esos riesgos al mínimo.

Como mínimo, sólo deberán ser utilizados equipos que satisfagan las disposiciones legales o reglamentarias que les sean de aplicación y las condiciones generales previstas en el Anexo I.

Cuando el equipo requiera una utilización de manera o forma determinada se adoptarán las medidas adecuadas que reserven el uso a los trabajadores especialmente designados para ello.

El empresario adoptará las medidas necesarias para que mediante un mantenimiento adecuado, los equipos de trabajo se conserven durante todo el tiempo de utilización en condiciones tales que satisfagan lo exigido por ambas normas citadas.

Son obligatorias las comprobaciones previas al uso, las previas a la reutilización tras cada montaje, tras el mantenimiento o reparación, tras exposiciones a influencias susceptibles de producir deterioros y tras acontecimientos excepcionales.

Todos los equipos, de acuerdo con el artículo 41 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95), estarán acompañados de instrucciones adecuadas de funcionamiento y condiciones para las cuales tal funcionamiento es seguro para los trabajadores.

Los artículos 18 y 19 de la citada Ley indican la información y formación adecuadas que los trabajadores deben recibir previamente a la utilización de tales equipos.

El constructor, justificará que todas las máquinas, herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares, tienen su correspondiente certificación -CE- y que el mantenimiento preventivo, correctivo y la reposición de aquellos elementos que por deterioro o desgaste normal de uso, haga desaconsejarse su utilización sea efectivo en todo momento.

Los elementos de señalización se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere necesario, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes polvúgenos, y con ello la suciedad acumulada sobre tales elementos.

La instalación eléctrica provisional de obra se revisará periódicamente, por parte de un electricista, se comprobarán las protecciones diferenciales, magnetotérmicos, toma de tierra y los defectos de aislamiento.

En las máquinas eléctricas portátiles, el usuario revisará diariamente los cables de alimentación y conexiones; así como el correcto funcionamiento de sus protecciones.

Las instalaciones, máquinas y equipos, incluidas las de mano, deberán:

1. Estar bien proyectados y contruidos teniendo en cuenta los principios de la ergonomía.
2. Mantenerse en buen estado de funcionamiento.
3. Utilizarse exclusivamente para los trabajos que hayan sido diseñados.
4. Ser manejados por trabajadores que hayan sido formados adecuadamente.

Las herramientas manuales serán revisadas diariamente por su usuario, reparándose o sustituyéndose según proceda, cuando su estado denote un mal funcionamiento o represente un peligro para su usuario. (mangos agrietados o astillados).

8.2 Mantenimiento preventivo particular a cada fase de obra

8.2.1 Movimiento de tierras - cimentaciones

La empresa contratista de la excavación, deberá demostrar que dispone de un programa de homologación de proveedores, normalización de herramientas, máquinas herramientas y medios auxiliares, mantenimiento preventivo, mantenimiento correctivo y reposición, de aquellos que, por deterioro o desgaste normal de uso, haga desaconsejable su utilización en la doble vertiente de calidad y seguridad en el trabajo, durante esta excavación.

Los elementos de señalización se mantendrán en buenas condiciones de visibilidad y en los casos que se considere oportuno, se regarán las superficies de tránsito para eliminar los ambientes pulverulentos.

Efectuar al menos trimestralmente una revisión a fondo de los elementos de los aparatos de elevación, prestando especial atención a cables, frenos, contactos eléctricos y sistemas de mando.

Se revisarán diariamente las entibaciones antes de iniciar los trabajos.

Se extremará esta precaución cuando los trabajos hayan estado interrumpidos más de un día y/o de alteraciones atmosféricas de lluvias o heladas.

Al suspender los trabajos, no deben quedar elementos o cortes del terreno en equilibrio inestable.

En caso de imposibilidad material, de asegurar su estabilidad provisional, se aislarán mediante obstáculos físicos y se señalizará la zona susceptible de desplome. En cortes del terreno es una buena medida preventiva asegurar el mantenimiento de la humedad del propio terreno facilitando su cohesión con una cobertura provisional de plástico polietileno de galga 300.

Realizada la excavación y entibado de la misma, se efectuará una revisión general de las lesiones ocasionadas en las construcciones circundantes (edificaciones medianeras, sumideros, arquetas, pozos, colectores, servicios urbanos y líneas afectadas), restituyéndolas al estado previo al inicio de los trabajos

8.2.2 Instalaciones eléctricas alta y baja tensión

Medidas preventivas de esta fase de obra ya incluidas en el epígrafe de medidas preventivas generales.

8.3 Vigilancia de la salud y primeros auxilios en la obra

Indica la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (ley 31/95 de 8 de noviembre), en su art. 22 que el Empresario deberá garantizar a los trabajadores a su servicio la vigilancia periódica de su estado de salud en función de los riesgos inherentes a su trabajo. Esta vigilancia solo podrá llevarse a efecto con el consentimiento del trabajador exceptuándose, previo informe de los representantes de los trabajadores, los supuestos en los que la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre la salud de los trabajadores o para verificar si el estado de la salud de un trabajador puede constituir un peligro para sí mismo, para los demás trabajadores o para otras personas relacionadas con la empresa o cuando esté establecido en una disposición legal en relación con la protección de riesgos específicos y actividades de especial peligrosidad.

En todo caso se optará por aquellas pruebas y reconocimientos que produzcan las mínimas molestias al trabajador y que sean proporcionadas al riesgo.

Las medidas de vigilancia de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo respetando siempre el derecho a la intimidad y a la dignidad de la persona del trabajador y la confidencialidad de toda la información relacionada con su estado de salud. Los resultados de tales reconocimientos serán puestos en conocimiento de los trabajadores afectados y nunca podrán ser utilizados con fines discriminatorios ni en perjuicio del trabajador.

El acceso a la información médica de carácter personal se limitará al personal médico y a las autoridades sanitarias que lleven a cabo la vigilancia de la salud de los trabajadores, sin que pueda facilitarse al empresario o a otras personas sin conocimiento expreso del trabajador.

No obstante lo anterior, el empresario y las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención serán informados de las conclusiones que se deriven de los reconocimientos efectuados en relación con la aptitud del trabajador para el desempeño del puesto de trabajo o con la necesidad de introducir o mejorar las medidas de prevención y protección, a fin de que puedan desarrollar correctamente sus funciones en materias preventivas.

En los supuestos en que la naturaleza de los riesgos inherentes al trabajo lo haga necesario, el derecho de los trabajadores a la vigilancia periódica de su estado de salud deberá ser prolongado más allá de la finalización de la relación laboral, en los términos que legalmente se determinen.

Las medidas de vigilancia y control de la salud de los trabajadores se llevarán a cabo por personal sanitario con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

El R.D. 39/97 de 17 de Enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, establece en su art. 37.3 que los servicios que desarrollen funciones de vigilancia y control de la salud de los trabajadores deberán contar con un médico especialista en Medicina del Trabajo o Medicina de Empresa y un ATS/DUE de empresa, sin perjuicio de la participación de otros profesionales sanitarios con competencia técnica, formación y capacidad acreditada.

La actividad a desarrollar deberá abarcar:

- Evaluación inicial de la salud de los trabajadores después de la incorporación al trabajo o después de la asignación de tareas específicas con nuevos riesgos para la salud.
- Evaluación de la salud de los trabajadores que reanuden el trabajo tras una ausencia prolongada por motivos de salud, con la finalidad de descubrir sus eventuales orígenes profesionales y recomendar una acción apropiada para proteger a los trabajadores. Y, finalmente, una vigilancia de la salud a intervalos periódicos.

La vigilancia de la salud estará sometida a protocolos específicos u otros medios existentes con respecto a los factores de riesgo a los que esté sometido el trabajador. La periodicidad y contenido de los mismos se establecerá por la Administración oídas las sociedades científicas correspondientes. En cualquier caso incluirán historia clínico-laboral, descripción detallada del puesto de trabajo, tiempo de permanencia en el mismo y riesgos detectados y medidas preventivas adoptadas. Deberá contener, igualmente, descripción de los anteriores puestos de trabajo, riesgos presentes en los mismos y tiempo de permanencia en cada uno de ellos.

El personal sanitario del servicio de prevención deberá conocer las enfermedades que se produzcan entre los trabajadores y las ausencias al trabajo por motivos de salud para poder

identificar cualquier posible relación entre la causa y los riesgos para la salud que puedan presentarse en los lugares de trabajo.

Este personal prestará los primeros auxilios y la atención de urgencia a los trabajadores víctimas de accidentes o alteraciones en el lugar de trabajo.

El art. 14 del Anexo IV A del R.D. 1627/97 de 24 de octubre de 1997 por el que se establecen las condiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, indica las características que debe reunir el lugar adecuado para la práctica de los primeros auxilios que habrán de instalarse en aquellas obras en las que por su tamaño o tipo de actividad así lo requieran.

ASISTENCIA ACCIDENTADOS

CENTROS ASISTENCIALES EN CASO DE ACCIDENTE

Se adjunta en anexo 1, relación de los centros asistenciales más cercanos al lugar de ejecución de los trabajos y se dispondrá en la obra, en sitio bien visible, una lista con los teléfonos y direcciones de los centros asignados.

BOTIQUIN DE PRIMEROS AUXILIOS

Se dispondrá en obra de botiquines con medios necesarios para efectuar las curas en caso de accidente. Éstos contendrán, de forma orientativa: gasas, vendas, algodón, tiritas, betadine, colirio, pomada, tijeras, goma, esparadrapo...

El material empleado se repondrá inmediatamente, y al menos una vez al mes, se hará revisión general del botiquín, desechando aquellos elementos que estén en mal estado o caducados.

8.4 Obligaciones del empresario en materia formativa antes de iniciar los trabajos

Formación de los trabajadores:

El artículo 19 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/95 de 8 de noviembre) exige que el empresario, en cumplimiento del deber de protección, deberá garantizar que cada trabajador reciba una formación teórica y práctica, suficiente y adecuada, en materia preventiva, a la contratación, y cuando ocurran cambios en los equipos, tecnologías o funciones que desempeñe.

Tal formación estará centrada específicamente en su puesto o función y deberá adaptarse a la evolución de los riesgos y a la aparición de otros nuevos. Incluso deberá repetirse si se considera necesario.

La formación referenciada deberá impartirse, siempre que sea posible, dentro de la jornada de trabajo, o en su defecto, en otras horas pero con descuento en aquella del tiempo invertido en la

misma. Puede impartirla la empresa con sus medios propios o con otros concertados, pero su coste nunca recaerá en los trabajadores.

Si se trata de personas que van a desarrollar en la Empresa funciones preventivas de los niveles básico, intermedio o superior, el R.D. 39/97 por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención indica, en sus Anexos III al VI, los contenidos mínimos de los programas formativos a los que habrá de referirse la formación en materia preventiva.

9 LEGISLACION, NORMATIVAS Y CONVENIOS DE APLICACIÓN AL PRESENTE ESTUDIO

Legislación

- Ley de prevención de riesgos laborales (Ley 31/95 de 8/11/95).
- Reglamento de los servicios de prevención (R.D. 39/97 de 7/1/97).
- Orden TIN/2504/2010, de 20 de septiembre (Ref. BOE-A-2010-14843)
- Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo (R.D.485/97 de 14/4/97).
- Instrucción 8.3 –I.C. de 31/08/87sobre señalización, Balizamiento y defensa en obras fijas en carreteras.
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (R.D. 486/97 de 14/4/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores (R.D. 487/97 de 14/4/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual (R.D. 773/97 de 30/5/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo (R.D. 1215/97 de 18/7/97).
- Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción (R.D. 1627/97 de 24/10/97).
- Ordenanza general de higiene y seguridad en el trabajo (O.M. de 9/3/71) exclusivamente su Capítulo VI, y Art. 24 y 75 del capítulo VII.
- Reglamento general de seguridad e higiene en el trabajo (O.M. de 31/1/40) exclusivamente su capítulo VII.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.

Normativas

- Norma básica de la edificación.
- Norma UNE 81 707 85 escaleras portátiles de aluminio simples y de extensión.
- Norma UNE 81 002 85 protectores auditivos. Tipos y definiciones.
- Norma UNE 81 101 85 equipos de protección de la visión. Terminología. Clasificación y uso.

- Norma UNE 81 250 80 guantes de protección. Definiciones y clasificación.
- Norma UNE 81 304 83 calzado de seguridad. Ensayos de resistencia a la perforación de la suela.
- Norma UNE 81 353 80 cinturones de seguridad. Clase a: cinturón de sujeción. Características y ensayos.

Convenios

- Convenios de la OIT ratificados por España.
- Convenio N° 62 de la OIT de 23/6/37 relativo a prescripciones de seguridad en la industria de la edificación. Ratificado por instrumento de 12/6/58. (BOE de 20/8/59).
- Convenio N° 167 de la OIT de 20/6/88 sobre seguridad y salud en la industria de la construcción.
- Convenio N° 119 de la OIT de 25/6/63 sobre protección de maquinaria. Ratificado por instrucción de 26/11/71. (BOE de 30/11/72).
- Convenio N° 155 de la OIT de 22/6/81 sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo. Ratificado por instrumento publicado en el BOE de 11/11/85.
- Convenio N° 127 de la OIT de 29/6/67 sobre peso máximo de carga transportada por un trabajador. (BOE de 15/10/70).

Madrid, mayo de 2023.

El Ingeniero Industrial

Jaime Goñi Aguilar

Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

N° colegiado: 8225/CO19



2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE

1 PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD	
LABORAL.....	5
1.1 Ordenación de la acción preventiva	5
1.1.1 Criterios de selección de las medidas preventivas	5
1.1.2 Planificación y organización	5
1.1.3 Coordinación de actividades empresariales	6
1.2 Organigrama funcional.....	6
1.2.1 Servicios de prevención	6
1.2.2 Los representantes de los trabajadores	7
1.2.3 Comité de Seguridad y Salud	7
1.2.4 Coordinador de Seguridad y Salud Laboral, técnicos y mandos intermedios	7
1.2.5 Coordinación de los distintos órganos especializados.....	8
1.3 Normas generales de seguimiento y control.....	9
1.3.1 Toma de decisiones	9
1.3.2 Evaluación continua de los riesgos	9
1.3.3 Controles periódicos.....	9
1.3.4 Adecuación de las medidas preventivas y adopción de medidas correctoras.....	10
1.3.5 Paralización de los trabajos	11
1.3.6 Registro y comunicación de datos e incidencias	11
1.3.7 Colaboración con el responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud Laboral	12
1.4 Reuniones de seguimiento y control interno	12
2 FORMACIÓN E INFORMACIÓN	14
2.1 Acciones formativas.....	14
2.1.1 Normas generales	14
2.1.2 Contenido de las acciones de formación	14

2.1.3	Organización de la acción formativa.....	15
2.2	Instrucciones generales y específicas	16
2.3	Información y divulgación	17
2.4	Atribuciones generales de seguridad del personal facultativo de obra.....	18
2.5	Funciones específicas de seguridad.....	21
2.5.1	Dirección de obra	21
2.5.2	Jefes y técnicos de obra.....	21
2.5.3	Mandos intermedios	23
2.5.4	Representantes legales del personal de la empresa constructora.....	25
2.5.5	Delegados de prevención	25
2.5.6	Trabajadores	25
2.5.7	Funciones del "Encargado General"	27
2.5.8	Funciones del "Jefe de Maniobra".....	27
2.5.9	Funciones del "Señalista"	28
2.5.10	Funciones del "Estrobador"	29
3	NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO RELATIVA A LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD	31
4	MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA.....	33
4.1	Condiciones generales.....	33
4.2	Información previa	33
4.3	Servicios afectados: identificación, localización y señalización.....	34
4.4	Accesos, circulación interior y delimitación de la obra	34
5	EQUIPOS DE PROTECCIÓN.....	36
5.1	Protecciones colectivas	36
5.1.1	Generalidades	36
5.1.2	Señalización y ordenación de tráfico.....	36
5.2	Equipos de protección individual (E.P.I.)	36

5.2.1	Generalidades	36
5.2.2	Exigencias esenciales de sanidad y seguridad.....	37
6	SEÑALIZACIONES	38
6.1	Normas generales	39
6.2	Señalización de las vías de circulación	39
6.3	Personal auxiliar de los maquinistas para señalización.....	39

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 5 de 40

1 PLANIFICACIÓN Y ORGANIZACIÓN DE LA SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

1.1 Ordenación de la acción preventiva

1.1.1 Criterios de selección de las medidas preventivas

Las acciones preventivas que se lleven a cabo en la obra estarán constituidas por el conjunto coordinado de medidas, cuya selección deberá dirigirse a:

- Identificar los riesgos laborales que puedan ser evitados, con indicación de las medidas preventivas.
- Evaluar los riesgos que no se pueden evitar, adoptando las medidas pertinentes.
- Combatir los riesgos en su origen.
- Adaptar el trabajo a la persona, en particular en lo que respecta a la concepción de los puestos de trabajo, así como a la selección de los métodos de trabajo y de producción, con miras, en especial, a atenuar el trabajo monótono y repetitivo y a reducir los efectos del mismo en la salud (Ergonomía).
- Tener en cuenta la evolución de la técnica.
- Sustituir lo peligroso por lo que entraña poco o ningún peligro.
- Planificar la prevención buscando un conjunto coherente que integre en ella la técnica, la organización del trabajo, las condiciones de trabajo, las relaciones sociales y la influencia de los factores ambientales en el trabajo.
- Adoptar medidas que antepongan la protección colectiva a la individual.
- Dar las debidas instrucciones a los trabajadores, formación e información.

En la selección de las medidas preventivas se tendrán en cuenta los riesgos adicionales que las mismas pudieran implicar, debiendo adoptarse, solamente, cuando la magnitud de dichos riesgos sea sustancialmente inferior a la de los que se pretende controlar y no existen alternativas razonables más seguras.

1.1.2 Planificación y organización

La planificación y organización de la acción preventiva deberá formar parte de la organización del trabajo, orientando esta actuación a la mejora de las condiciones de trabajo y disponiendo de los medios oportunos para llevar a cabo la propia acción preventiva.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 6 de 40

La acción preventiva deberá integrarse en el conjunto de actividades que conllevan la planificación, organización y ejecución de la obra y en todos los niveles jerárquicos del personal adscrito a la obra, a la empresa constructora principal y a las subcontratas.

La empresa constructora deberá tomar en consideración las capacidades profesionales, en materia de “Seguridad y Salud Laboral”, de los trabajadores en el momento de encomendarles tareas que impliquen riesgos graves.

1.1.3 Coordinación de actividades empresariales

Se adoptarán las medidas necesarias para que los trabajadores de las demás empresas subcontratadas reciban la información adecuada sobre los riesgos existentes en la obra y las correspondientes medidas de prevención.

Se comprobará que los subcontratistas o empresas con las que se contraten determinados trabajos reúnen las características y condiciones que les permitan dar cumplimiento a las prescripciones establecidas en este Pliego. A tal fin, entre las condiciones correspondientes que se estipulen en el contrato que haya de suscribirse entre ellas, deberá figurar referencia específica a las actuaciones que tendrán que llevarse a cabo para el cumplimiento de la normativa de aplicación sobre “Seguridad y Salud Laboral” en el trabajo.

Se vigilará que los subcontratistas cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

Se vigilará que los trabajadores autónomos cumplan con la normativa de protección de la salud de los trabajadores en la ejecución de los trabajos que desarrollen.

1.2 Organigrama funcional

1.2.1 Servicios de prevención

En los términos y con las modalidades previstas en las disposiciones vigentes, dispondrán de servicios encargados de la asistencia técnica preventiva, en cuya actividad participarán los trabajadores conforme a los procedimientos establecidos. El conjunto de medios humanos y materiales constitutivos de dicho servicio será organizado por el contratista directamente.

Los servicios de prevención deberán estar en condiciones de proporcionar a la empresa el asesoramiento y apoyo que precise en función de los tipos de riesgo en ella existentes y en lo referente a:

- Diseñar y aplicar los planes y programas de actuación preventiva.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 7 de 40

- Evaluar los factores de riesgo que puedan afectar a la salud e integridad física de los trabajadores.
- Determinar las prioridades en la adopción de las medidas preventivas adecuadas y la vigilancia de su eficacia.
- La asistencia para la correcta información y formación de los trabajadores.
- Asegurar la prestación de los primeros auxilios y planes de emergencia.
- Vigilar la salud de los trabajadores respecto de los riesgos derivados del trabajo.

El servicio de prevención tendrá carácter interdisciplinar, debiendo sus medios ser apropiados para cumplir sus funciones. Para ello, el personal de estos servicios, en cuanto a su formación, especialidad, capacitación, dedicación y número, así como los recursos técnicos, deberán ser suficientes y adecuados a las actividades preventivas a desarrollar en función del tamaño de la empresa, tipos de riesgo a los que puedan enfrentarse los trabajadores y distribución de riesgos en la obra, todo ello al amparo de dispuesto por el R.D. 39/97, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.

1.2.2 Los representantes de los trabajadores

Los representantes del personal que en materia de prevención de riesgos hayan de constituirse según las disposiciones vigentes, contarán con una especial formación y conocimiento sobre “Seguridad y Salud Laboral en el Trabajo”, de acuerdo con el anexo IV del R.D. 39/97.

El contratista deberá proporcionar a los representantes de los trabajadores la formación complementaria, en materia preventiva, que sea necesaria para el ejercicio de "sus funciones, por sus propios medios o por entidades especializadas en la materia”. Dicha formación se reitera con la periodicidad necesaria.

1.2.3 Comité de Seguridad y Salud

Se constituirá obligatoriamente un “Comité de Seguridad y Salud” cuando la obra cuente con más de 50 trabajadores. Estará compuesto por los representantes de los trabajadores y por el contratista o sus representantes, en igual número. Su organización, funciones, competencias y facultades serán las determinadas legalmente.

1.2.4 Coordinador de Seguridad y Salud Laboral, técnicos y mandos intermedios

El contratista deberá nombrar, entre el personal técnico adscrito a la obra, al representante de seguridad que coordinará la ejecución del “Estudio de Seguridad y Salud Laboral” y será su representante e interlocutor ante el coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 8 de 40

ejecución de la obra, en el supuesto de no ejercitar por sí mismo tales funciones de manera permanente y continuada.

Antes del inicio de la obra, el contratista habrá de dar conocimiento al coordinador en materia de Seguridad y Salud en fase de ejecución de obra, de quien asumirá los cometidos mencionados, así como de las sustituciones provisionales o definitivas del mismo, caso que se produzcan.

La persona asignada para ello deberá estar especializada en prevención de riesgos profesionales y acreditar tal capacitación mediante la experiencia, diplomas o certificaciones pertinentes.

El coordinador de la seguridad deberá ejercer sus funciones de manera permanente y continuada, para lo que le será preciso prestar la dedicación adecuada, debiendo acompañar en sus visitas a la obra al responsable del seguimiento y control del “Estudio de Seguridad y Salud” y recibir de éste las órdenes e instrucciones que procedan, así como ejecutar las acciones preventivas que de las mismas pudieran derivarse.

El resto de los técnicos, mandos intermedios, encargados y capataces adscritos a la obra, tanto de la empresa principal como de las subcontratas, con misiones de control, organización y ejecución de la obra, deberán estar dotados de la formación suficiente en materia de prevención de riesgos y salud laboral, de acuerdo con los cometidos a desempeñar.

En cualquier caso, el contratista deberá determinar, antes del inicio de la obra, los niveles jerárquicos del personal técnico y mandos intermedios adscritos a la misma.

1.2.5 Coordinación de los distintos órganos especializados

Los distintos órganos especializados que coincidan en la obra, deberán coordinar entre sí sus actuaciones en materia preventiva, estableciéndose por parte del contratista la programación de las diversas acciones, de modo que se consiga una actuación coordinada de los intervinientes en el proceso y se posibilite el desarrollo de sus funciones y competencias en la “Seguridad y Salud Laboral” del conjunto de la obra.

El contratista de la obra o su representante en materia de prevención de riesgos deberán poner en conocimiento del responsable del seguimiento y control del “Estudio de Seguridad y Salud” cuantas acciones preventivas hayan de tomarse durante el curso de la obra por los distintos órganos especializados.

El contratista principal organizará la coordinación y cooperación en materia de seguridad y salud que propicien actuaciones conjuntas sin interferencias, mediante un intercambio constante de información sobre las acciones previstas o en ejecución y cuantas reuniones sean necesarias para contraste de pronunciamientos y puesta en común de las actuaciones a emprender.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 9 de 40

1.3 Normas generales de seguimiento y control

1.3.1 Toma de decisiones

Con independencia de que por parte del contratista, su representante, los representantes legales de los trabajadores o Autoridad Laboral se pueda llevar a cabo la vigilancia y control de la aplicación correcta y adecuada de las medidas preventivas recogidas en el “Estudio de Seguridad y Salud”, la toma de decisiones en relación con el mismo corresponderá al responsable de la prevención, salvo que se trate de casos en que hayan de adoptarse medidas urgentes sobre la marcha que, en cualquier caso, podrán ser modificadas con posterioridad si el referido técnico no las estima adecuadas.

En aquellos otros supuestos de riesgos graves e inminentes para la salud de los trabajadores que hagan necesaria la paralización de los trabajos, la decisión deberá tomarse por quien detecte la anomalía referida y esté facultado para ello sin necesidad de contar con la aprobación previa del responsable de la Seguridad y Salud, aun cuando haya de darse conocimiento inmediato al mismo, a fin de determinar las acciones posteriores.

1.3.2 Evaluación continua de los riesgos

Por parte del contratista principal se llevará a cabo durante el curso de la obra una evaluación continuada de los riesgos, debiéndose actualizar las previsiones iniciales, reflejadas en el “Plan de Seguridad y Salud Laboral”, cuando cambien las condiciones de trabajo o con ocasión de los daños para la salud que se detecten, proponiendo en consecuencia, si procede, la revisión del Plan aprobado, antes de reiniciar los trabajos afectados.

Asimismo, cuando se planteen modificaciones de la obra proyectada inicialmente, cambios de los sistemas constructivos, métodos de trabajo o proceso de ejecución previstos, o variaciones de los equipos de trabajo, el contratista deberá efectuar una nueva evaluación de riesgos previsibles y, en base a ello, proponer, en su caso, las medidas preventivas a modificar, en los términos reseñados anteriormente.

1.3.3 Controles periódicos

La empresa deberá llevar a cabo controles periódicos de las condiciones de trabajo, y examinar la actividad de los trabajadores en la prestación de sus servicios para detectar situaciones potencialmente peligrosas.

Cuando se produzca un daño para la salud de los trabajadores o, si con ocasión de la vigilancia del estado de salud de éstos respecto de riesgos específicos, se apreciaren indicios de que las

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 10 de 40

medidas de prevención adoptadas resultan insuficientes, el contratista deberá llevar a cabo una investigación al respecto, a fin de detectar las causas de dichos hechos. Sin perjuicio de que haya de notificarse a la autoridad laboral, cuando proceda por caso de accidente.

Asimismo, el contratista deberá llevar el control y seguimiento continuo de la siniestralidad que pueda producirse en la obra, mediante estadillos en los que se reflejen: tipo de control, número de accidentes, tipología, gravedad y duración de la incapacidad (en su caso) y relaciones de partes de accidentes cursados y deficiencias.

La empresa principal deberá vigilar que los subcontratistas cumplen la normativa de protección de la salud de los trabajadores y las previsiones establecidas en el “Plan de Seguridad y Salud Laboral”, en la ejecución de los trabajos que desarrollen en la obra.

El personal directivo de la empresa principal, delegado o representante del contratista, técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra deben cumplir personalmente y hacer cumplir al personal a sus órdenes lo establecido en el “Plan de Seguridad y Salud Laboral” y las normas o disposiciones vigentes sobre la materia.

1.3.4 Adecuación de las medidas preventivas y adopción de medidas correctoras

Cuando, como consecuencia de los controles e investigaciones anteriormente reseñadas, se aprecie por el contratista la inadecuación de las medidas y acciones preventivas utilizadas, se procederá a la modificación inmediata de las mismas en el caso de ser necesario, proponiendo al responsable de la “Seguridad y Salud Laboral” su modificación en el supuesto de que afecten a trabajos que aún no se hayan iniciado. En cualquier caso, hasta tanto no puedan materializarse las medidas preventivas provisionales que puedan eliminar o disminuir el riesgo, se interrumpirán, si fuere preciso, los trabajos afectados.

Cuando el responsable de la “Seguridad y Salud Laboral” observase una infracción a la normativa sobre prevención de riesgos laborales o la inadecuación a las previsiones reflejadas en el “Plan de Seguridad y Salud Laboral” y requiriese la adopción de las medidas correctoras que procedan, vendrá obligado su ejecución en el plazo que se fije para ello.

A la empresa constructora, no le será exigible por la Autoridad Laboral ni por la Propiedad, la responsabilidad "in vigilando", de las diversas empresas de contrata no vinculadas contractualmente, de forma directa o indirecta con ella.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 11 de 40

1.3.5 Paralización de los trabajos

Cuando se observase la existencia de riesgo de especial gravedad o de urgencia, se dispondrá la paralización de los tajos afectados o de la totalidad de la obra, en su caso, debiendo la empresa principal asegurar el conocimiento de dicha medida a los trabajadores afectados. Si con posterioridad a la decisión de paralización se comprobase que han desaparecido las causas que provocaron el riesgo motivador de tal decisión o se han dispuesto las medidas oportunas para evitarlo, podrá acordarse la reanudación total o parcial de las tareas paralizadas mediante la orden oportuna.

El personal directivo de la empresa principal o representante del mismo, así como los técnicos y mandos intermedios adscritos a la obra, habrán de prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidentes o de otros siniestros profesionales.

A su vez, los trabajadores podrán paralizar su actividad en el caso de que, a su juicio, existiese un riesgo grave e inminente para la salud, siempre que se hubiese informado al superior jerárquico y no se hubiesen adoptado las necesarias medidas correctivas. Se exceptúan de esa obligación de información los casos en que el trabajador no pudiera ponerse en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico. En los supuestos reseñados no podrá pedirse a los trabajadores que reanuden su actividad mientras persista el riesgo denunciado. De todo ello deberá informarse, por parte del contratista principal o su representante, a los trabajadores, con antelación al inicio de la obra o en el momento de su incorporación a ésta.

1.3.6 Registro y comunicación de datos e incidencias

Las anotaciones que se incluyan en el libro de incidencias estarán únicamente relacionadas con la inobservancia de las instrucciones, prescripciones y recomendaciones preventivas recogidas en el “Plan de Seguridad y Salud Laboral”.

Las anotaciones en el referido libro sólo podrán ser efectuadas por el coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la Dirección facultativa, por el contratista principal, por los subcontratistas o sus representantes, por técnicos de los organismos de la administración autónoma, por la “Inspección de Trabajo”, por miembros del “Comité de Seguridad y Salud Laboral” y por los representantes de los trabajadores en la obra.

Efectuada una anotación en el libro de incidencias, el contratista principal deberá remitir en el plazo máximo de 24 horas copias a la “Inspección de Trabajo” de la provincia en que se realiza la obra, al responsable del seguimiento y control del Plan, al “Comité de Salud y Seguridad” y al

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 12 de 40

representante de los trabajadores. Conservará las destinadas a sí mismo, adecuadamente agrupadas, en la propia obra, a disposición de los anteriormente relacionados.

Los partes de accidentes, notificaciones e informes relativos a la “Seguridad y Salud Laboral” que se cursen por escrito por quienes estén facultados para ello, deberán ser puestos a disposición del responsable del seguimiento y control del “Plan de Seguridad y Salud Laboral”.

Los datos obtenidos como consecuencia de los controles e investigaciones previstos en los apartados anteriores serán objeto de registro y archivo en obra por parte del contratista, y a ellos deberán tener acceso el responsable del seguimiento y control del Plan.

1.3.7 Colaboración con el responsable del seguimiento del Plan de Seguridad y Salud Laboral

El contratista deberá proporcionar al responsable del seguimiento y control del “Plan de Seguridad y Salud Laboral” cuantos medios sean precisos para que pueda llevar a cabo su labor de inspección y vigilancia.

El contratista se encargará de coordinar las diversas actuaciones de seguimiento y control que se lleven a cabo por los distintos órganos facultados para ello, de manera que no se produzcan interferencias y contradicciones en la acción preventiva y deberá, igualmente, establecer los mecanismos que faciliten la colaboración e interconexión entre los órganos referidos.

El contratista habrá de posibilitar que el responsable del seguimiento y control del Plan pueda seguir el desarrollo de las inspecciones e investigaciones que lleven a cabo los órganos competentes.

Del resultado de las visitas a obra del coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, se dará cuenta por parte del contratista principal a los representantes de los trabajadores.

1.4 Reuniones de seguimiento y control interno

Las reuniones de seguimiento y control interno de la “Seguridad y Salud Laboral” de la obra tendrán como objetivo la consulta regular y periódica de los planes y programas de prevención de riesgos de la empresa, el análisis y evaluación continuada de las condiciones de trabajo y la promoción de iniciativas sobre métodos y procedimientos para la efectiva prevención de los riesgos, así como propiciar la adecuada coordinación entre los diversos órganos especializados que incidan en la Seguridad y Salud Laboral de la obra.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 13 de 40

En las reuniones del “Comité de S. y S.”, participarán, con voz, pero sin voto, además de sus elementos constitutivos, los responsables técnicos de la seguridad de la empresa. Pueden participar en las mismas condiciones, trabajadores de la empresa que cuenten con una especial cualificación o información respecto de concretas cuestiones a debatir en dicho órgano, o técnicos en prevención ajenos a la empresa, siempre que así lo solicite alguna de las representaciones del Comité.

Sin perjuicio de lo establecido al respecto por la normativa vigente, se llevará a cabo como mínimo, una reunión mensual desde el inicio de la obra hasta su terminación, con independencia de las que fueren, además, necesarias ante situaciones que requieran una convocatoria urgente, o las que se estimen convenientes por quienes estén facultados para ello.

Salvo que se disponga otra cosa por la normativa vigente o por los “Convenios Colectivos Provinciales”, las reuniones se celebrarán en la propia obra y dentro de las horas de trabajo. En caso de prolongarse fuera de éstas, se abonarán sin recargo, o se retardará, si es posible, la entrada al trabajo en igual tiempo, si la prolongación ha tenido lugar durante el descanso del mediodía.

Las convocatorias, orden de asuntos a tratar y desarrollo de las reuniones se establecerán de conformidad con lo estipulado al respecto por las normas vigentes o según acuerden los órganos constitutivos de las mismas.

Por cada reunión que se celebre se extenderá el acta correspondiente, en la que se recojan las deliberaciones y acuerdos adoptados. El contratista o su representante vienen obligados a proporcionar al responsable de “Seguridad y Salud Laboral” cuanta información o documentación le sea solicitada por el mismo sobre las cuestiones debatidas.

Se llevará, asimismo, un libro de actas y se redactará una memoria de actividades, y en casos graves y especiales de accidentes, o enfermedades profesionales se emitirá un informe completo con el resultado de las investigaciones realizadas y la documentación se pondrá a disposición del responsable del seguimiento y control del Plan.

Con independencia de las reuniones anteriormente referidas, el contratista principal deberá promover, además, las que sean necesarias para posibilitar la debida coordinación entre los diversos órganos especializados y entre las distintas empresas o subcontratas que pudieran concurrir en la obra, con la finalidad de unificar criterios y evitar interferencias y disparidades contraproducentes.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 14 de 40

2 FORMACIÓN E INFORMACIÓN

2.1 Acciones formativas

2.1.1 Normas generales

Como mínimo los “Delegados de Prevención” y sucesivamente todo el personal recibirá formación de acuerdo con el Anexo IV del R.D. 39/97.

El contratista está obligado a posibilitar que los trabajadores reciban una formación teórica y práctica apropiada en materia preventiva en el momento de su contratación, cualquiera que sea la modalidad o duración de ésta, así como cuando se produzcan cambios en las funciones que desempeñen o se introduzcan nuevas tecnologías o cambios en los equipos de trabajo susceptibles de provocar riesgos para la salud del trabajador. Esta formación deberá repetirse periódicamente.

La formación inicial del trabajador habrá de orientarse en función del trabajo que vaya a desarrollar en la obra, proporcionándole el conocimiento completo de los riesgos que implica cada trabajo, de las protecciones colectivas adoptadas, del uso adecuado de las protecciones individuales previstas, de sus derechos y obligaciones y, en general, de las medidas de prevención de cualquier índole.

2.1.2 Contenido de las acciones de formación

- a. A nivel de mando intermedios, el contenido de las sesiones de formación estará principalmente integrado, entre otros, por los siguientes temas:
 - ✓ “Plan de Seguridad y Salud Laboral de la obra”.
 - ✓ Causas, consecuencias e investigación de los accidentes y forma de cumplimentar los partes estadillos de régimen interior.
 - ✓ Normativa sobre “Seguridad y Salud Laboral”.
 - ✓ Factores técnicos y humanos.
 - ✓ Elección adecuada de los métodos de trabajo para atenuar el trabajo monótono y repetitivo.
 - ✓ Protecciones colectivas e individuales.
 - ✓ Salud laboral.
 - ✓ Socorrismo y primeros auxilios.
 - ✓ Organización de la “Seguridad y Salud Laboral” de la obra.
 - ✓ Responsabilidades.
 - ✓ Obligaciones y derechos de los trabajadores.


	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 15 de 40

- b. A nivel de operarios, el contenido de las sesiones de formación se seleccionará fundamentalmente en función de los riesgos específicos de la obra y estará integrado principalmente, entre otros, por los siguientes temas:
- ✓ Riesgos específicos de la obra y medidas de prevención previstas en el “Plan de Seguridad y Salud Laboral”.
 - ✓ Causas y consecuencias de los accidentes.
 - ✓ Normas de Seguridad y Salud Laboral (señalización, circulación, manipulación de cargas, etc..).
 - ✓ Señalizaciones y sectores de alto riesgo.
 - ✓ Socorrismo y primeros auxilios.
 - ✓ Actitud ante el riesgo y formas de actuar en caso de accidente.
 - ✓ Salud laboral.
 - ✓ Obligaciones y derechos.
- c. A nivel de representantes de los trabajadores en materia de “Seguridad y Salud Laboral”, el contenido de las sesiones de formación estará integrado, además de por los temas antes especificados para su categoría profesional, por los siguientes:
- ✓ Investigación de los accidentes y partes de accidentes.
 - ✓ Estadística de la siniestralidad.
 - ✓ Inspecciones de seguridad.
 - ✓ Legislación sobre “Seguridad y Salud Laboral”.
 - ✓ Responsabilidades.
 - ✓ Coordinación con otros órganos especializados.

2.1.3 Organización de la acción formativa

Las sesiones de formación serán impartidas por personal suficientemente acreditado y capacitado en la docencia de “Seguridad y Salud Laboral” contándose para ello con los servicios de seguridad de la empresa, representante o delegado de ésta en la obra, servicios de prevención, mutuas, organismos oficiales especializados, representantes cualificados de los trabajadores y servicio médico, propio o mancomunado, que por su vinculación y conocimientos de la obra en materia específica de Seguridad y Salud Laboral sean los más aconsejables en cada caso.

En el “Plan de Seguridad y Salud Laboral” que haya de presentar el contratista se establecerá la programación de las acciones formativas, de acuerdo con lo preceptuado en el presente pliego y según lo establecido, en su caso, por los Convenios Colectivos, precisándose de forma detallada:

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez, Nº 90, 28006 Madrid.	Página 15 de 40	
--	-----------------	---

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 16 de 40

número, duración por cada sesión, períodos de impetración, frecuencia, temática, personal al que van dirigidas, lugar de celebración y horarios.

2.2 Instrucciones generales y específicas

Independientemente de las acciones de formación que hayan de celebrarse antes de que el trabajador comience a desempeñar cualquier cometido o puesto de trabajo en la obra o se cambie de puesto o se produzcan variaciones de los métodos de trabajo inicialmente previstos, habrán de facilitársele, por parte del contratista o sus representantes en la obra, las instrucciones relacionadas con los riesgos inherentes al trabajo, en especial cuando no se trate de su ocupación habitual; las relativas a los riesgos generales de la obra que puedan afectarle y las referidas a las medidas preventivas que deban observarse, así como acerca del manejo y uso de las protecciones individuales. Se prestará especial dedicación a las instrucciones referidas a aquellos trabajadores que vayan a estar expuestos a riesgos de caída de altura, atrapamientos o electrocución.

El contratista habrá de garantizar que los trabajadores de las empresas exteriores o subcontratas que intervengan en la obra han recibido las instrucciones pertinentes en el sentido anteriormente indicado.

Las instrucciones serán claras, concisas e inteligibles y se proporcionarán de forma escrita y/o de palabra, según el trabajo y operarios de que se trate y directamente a los interesados.

Las instrucciones para maquinistas, conductores, personal de mantenimiento y otros análogos se referirán, además de a los aspectos reseñados, a: restricciones de uso y empleo, manejo, manipulación, verificación y mantenimiento de equipos de trabajo. Deberán figurar también de forma escrita en la máquina o equipo de que se trate, siempre que sea posible.

Las instrucciones sobre socorrismo, primeros auxilios y medidas a adoptar en caso de situaciones de emergencia habrán de ser proporcionadas a quienes tengan encomendados cometidos relacionados con dichos aspectos y deberán figurar, además, por escrito en lugares visibles y accesibles a todo el personal adscrito a la obra, tales como oficina de obra, comedores y vestuarios.

Las personas relacionadas con la obra, con las empresas o con los trabajadores, que no intervengan directamente en la ejecución del trabajo, o las ajenas a la obra que hayan de visitarla serán previamente advertidas por el contratista o sus representantes sobre los riesgos a que pueden exponerse, medidas y precauciones preventivas que han de seguir y utilización de las protecciones individuales de uso obligatorio.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 17 de 40

2.3 Información y divulgación

El contratista o sus representantes en la obra deberán informar a los trabajadores de: Los resultados de las valoraciones y controles del medio-ambiente laboral correspondientes a sus puestos de trabajo, así como los datos relativos a su estado de salud en relación con los riesgos a los que puedan encontrarse expuesto. Los riesgos para la salud que su trabajo pueda entrañar, así como las medidas técnicas de prevención o de emergencia que hayan sido adoptadas o deban adoptarse por el contratista, en su caso, especialmente aquéllas cuya ejecución corresponde al propio trabajador y, en particular, las referidas a riesgo grave e inminente.

La existencia de un riesgo grave e inminente que les pueda afectar, así como las disposiciones adoptadas o que deban adoptarse en materia de protección, incluyendo las relativas a la evacuación de su puesto de trabajo.

Esta información, cuando proceda, deberá darse lo antes posible.

El derecho que tienen a paralizar su actividad en el caso de que, a su juicio, existiese un riesgo grave e inminente para la salud y no se hubiesen podido poner en contacto de forma inmediata con su superior jerárquico o, habiéndoselo comunicado a éste, no se hubiesen adoptado las medidas correctivas necesarias.

Las informaciones anteriormente mencionadas deberán ser proporcionadas personalmente al trabajador, dentro del horario laboral o fuera del mismo, considerándose en ambos casos como tiempo de trabajo el empleado para tal comunicación.

Asimismo, habrá de proporcionarse información a los trabajadores, por el contratista o sus representantes en la obra, sobre:

- Obligaciones y derechos del contratista y de los trabajadores.
- Funciones y facultades de los Servicios de Prevención, “Comités de Salud y Seguridad” y Delegados de Prevención.
- Servicios médicos y de asistencia sanitaria con indicación del nombre y ubicación del centro asistencial al que acudir en caso de accidente.
- Organigrama funcional del personal de “Seguridad y Salud Laboral” de la empresa adscrita a la obra y de los órganos de prevención que inciden en la misma.
- Datos sobre el seguimiento de la siniestralidad y sobre las actuaciones preventivas que se llevan a cabo en la obra por la empresa.
- Estudios, investigaciones y estadísticas sobre la salud de los trabajadores.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 18 de 40

Toda la información referida se le suministrará por escrito a los trabajadores o, en su defecto, se expondrá en lugares visibles y accesibles a los mismos, como oficina de obra, vestuarios o comedores, en cuyo caso habrá de darse conocimiento de ello.

El contratista deberá disponer en la oficina de obra de un ejemplar del “Plan de Seguridad y Salud Laboral” aprobado y de las normas y disposiciones vigentes que incidan en la obra.

En la oficina de obra se contará, también, con un ejemplar del Plan y de las normas señaladas, para ponerlos a disposición de cuantas personas o instituciones hayan de intervenir, reglamentariamente, en relación con ellos.

El contratista o sus representantes deberán proporcionar al responsable del seguimiento y control del “Plan de Seguridad y Salud Laboral” toda la información documental relativa a las distintas incidencias que puedan producirse en relación con dicho plan y con las condiciones de trabajo de la obra.

El contratista deberá colocar en lugares visibles de la obra rótulos o carteles anunciadores, con mensajes preventivos de sensibilización y motivación colectiva. Deberá exponer, asimismo, los que le sean proporcionados por los organismos e instituciones competentes en la materia sobre campañas de divulgación.

El contratista deberá publicar mediante cartel indicado, en lugar visible y accesible a todos los trabajadores, la constitución del organigrama funcional de la “Seguridad y Salud Laboral” de la obra y de los distintos órganos especializados en materia de prevención de riesgos que incidan en la misma, con expresión del nombre, razón jurídica, categoría a cualificación, localización y funciones de cada componente de los mismos. De igual forma habrá de publicar las variaciones que durante el curso de la obra se produzcan en el seno de dichos órganos.

2.4 Atribuciones generales de seguridad del personal facultativo de obra

Independiente de las atribuciones, obligaciones y responsabilidades que el R.D.1426/97 establece para los responsables de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra y durante la elaboración del proyecto, las cuales vienen definidas en el mismo.

La empresa constructora en su estructura de gestión empresarial tiene fijado para todos sus Centros de Trabajo, el sistema de "Seguridad Integrada", es decir considera que la Seguridad, la Higiene, la Prevención de Pérdidas y el Control de la Calidad Total, son tareas directivas a realizar por las diferentes "Líneas de Mando" habituales en la misma y que incluyen desde la alta dirección hasta jefes de equipo, capataces así como los responsables técnicos a pie de obra de las empresas

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 19 de 40

subcontratadas, siendo todos ellos, y a su nivel, supervisores de seguridad. Por principio, el supervisor es responsable de cuantas actividades se desarrollen en su área de competencia, incluyendo naturalmente, la seguridad de las personas e instalaciones a su cargo.

A la hora de establecer prioridades, la Prevención de Accidentes ocupa el mismo nivel de importancia que la Producción, la Calidad y los Costos.

A continuación, van descritas las más relevantes funciones de tipo general, entre las que destacan:

- Encargados de que todos los que participan en una operación bajo su mando reciben el entrenamiento adecuado para la realización de los trabajos a ellos encomendados con un grado aceptable de aseguramiento de la calidad y del control de los riesgos para las personas y las cosas.
- Encargados de que los Planes de Seguridad que afecten a su área de trabajo estén actualizados, a disposición de los ejecutantes y que sea exigido su cumplimiento.
- Encargados de que exista la información suficiente sobre los riesgos de exposición a los productos, medios auxiliares, máquinas y herramientas utilizadas en su área de responsabilidad. Si no existiese, deberá solicitarla al suministrador o departamento competente para facilitarla, y en última instancia, al director o Responsable de su Centro de Trabajo.
- Encargados de que en su área se cumpla con el programa de Seguridad, previamente establecido.
- Encargados de que exista en su área de responsabilidad y se realice prácticamente un programa rutinario de comprobación del entorno laboral, los medios, aparatos y dispositivos que existan en relación con la Prevención. En particular: prendas y Equipos de Protección Individual, su estado y mínimos de utilización. Sistemas de Protección Colectiva y su eficacia preventiva:
 - ✓ Equipos de detección de riesgos higiénicos y comprobación del medio ambiente de trabajo.
 - ✓ Estado de limpieza y salubridad de las instalaciones de implantación provisional a utilizar por el personal de obra.
 - ✓ Estado y funcionamiento de los recipientes de gases a presión, retimbrado de los mismos y válvulas de seguridad.
 - ✓ Mangueras y juntas de expansión.
 - ✓ Maquinaria, máquinas herramientas, instrumentos críticos, medios auxiliares, aparatos de elevación, herramientas y en general todos aquellos sistemas o

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 20 de 40

equipos que se consideren problemáticos o peligrosos en condiciones normales de trabajo.

- ✓ Condiciones climatológicas adversas.
- ✓ Almacenamiento de productos tóxicos, contaminantes y/o peligrosos.
- Encargados de efectuar las revisiones de seguridad del área a su cargo, en relación con las distintas operaciones que allí se realicen. En el caso de que su realización se salga fuera de su competencia, solicitarla de los correspondientes servicios o especialistas, propios o concertados.
- Encargados de informar, mediante reuniones de seguridad, charlas de tajo u otros medios, siempre que ocurra un accidente o incidente potencialmente importantes en su área de responsabilidad, para su estudio y análisis o cuando lo crea oportuno para la motivación o la formación en prevención.
- Encargados de solicitar a su superior jerárquico y cumplir las revisiones de seguridad de nuevas instalaciones, así como sugerir mejoras para la modificación de las existentes.
- Encargados asimismo de garantizar la clasificación de los riesgos y la prelación de los distintos niveles preventivos en la utilización de todos los productos y energías incluidos en los procesos de trabajo desarrollados en su área.
- Encargados de preparar los trabajos e instalaciones para realizar las tareas de “Mantenimiento Preventivo”, proporcionando a los ejecutantes la información y los medios necesarios para su realización con seguridad.
- Encargados de cumplir y hacer cumplir la reglamentación vigente en materia de seguridad, las “Normas Internas de Seguridad” de su propia empresa y las contenidas en el presente “Estudio de Seguridad y Salud”, tanto en lo que respecta al personal propio como al subcontratado.
- Encargados de notificar jerárquicamente a su Dirección la producción de cualquier incidente o accidente que ocurra en sus instalaciones e iniciar la investigación técnica del mismo, así como el establecimiento de medidas preventivas, con independencia de que se hayan producido o no daños.
- Realización de la parte que les corresponda de las tareas y actividades señaladas en el estudio de seguridad y salud y controles administrativos. En aras del perfeccionamiento y simplificación de los mismos, aportará las sugerencias de mejora y simplificación que estime necesarios, a sus superiores jerárquicos.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 21 de 40

- Establecer un programa básico de “Mantenimiento preventivo” de las instalaciones, utillaje, máquinas, herramientas y equipos de protección individual y colectivos correspondientes a su área de responsabilidad.

2.5 Funciones específicas de seguridad

2.5.1 Dirección de obra

La empresa constructora y responsables técnicos de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

- Tienen la máxima responsabilidad en materia de producción y condiciones de trabajo, en función de sus atribuciones sobre la "Línea Ejecutiva".
- Asignan responsabilidad y autoridad delegada a los mandos en materia de prevención de accidentes y control de aseguramiento de la calidad del personal y actividades sometidos a su jurisdicción.
- Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de seguridad atendiendo las sugerencias de los especialistas, propios o externos, asesores de seguridad, así como a los restantes órganos ejecutivos de la empresa competentes en la mejora de las condiciones de trabajo.
- Promulgan las políticas en materia de prevención de la siniestralidad y mejora de las condiciones de trabajo en la empresa, y las hace cumplir.
- Dentro de sus respectivas competencias, autorizan los gastos necesarios para desarrollar las políticas de mejora de las condiciones de trabajo.
- Promocionan y facilitan el adiestramiento profesional y de prevención, adecuado para cualificar a los técnicos y cuadros de mando bajo su jurisdicción.
- Aprueban, a iniciativa propia o propuesta del “Comité de Seguridad e Higiene”, la concesión de premios o sanciones de los cuadros de mando que dependan jerárquicamente de él, y que a su juicio sean acreedores a las mismas, por su actitud ante la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.

2.5.2 Jefes y técnicos de obra

Los responsables técnicos de obra de la empresa constructora y de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 22 de 40

- Tienen responsabilidad y autoridad delegada en materia de producción y condiciones de trabajo en función de sus competencias sobre el personal de la "Línea Productiva" sometido a su jurisdicción, y de las Empresas de Subcontrata que estén a su mando.
- Asignan responsabilidades y autoridad delegada en materia de prevención de accidentes a los cuadros de mando y técnicos, del personal a su cargo, tanto propios como subcontratado.
- Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de seguridad, según lo recomendado por la Dirección de la empresa, Dirección Facultativa de la Obra y Mutuas Patronales de Accidentes de Trabajo (propia y de las empresas subcontratadas).
- Supervisan y colaboran en el análisis y propuestas de solución de la investigación técnica de los accidentes ocurridos en la obra (tanto del personal propio como subcontratado), mediante la cumplimentación del documento establecido al efecto, adoptando de inmediato las medidas correctoras que estén a su alcance.
- Divulgan la política general de la empresa en materia de seguridad y medicina preventiva, dentro de su jurisdicción, y velan por su cumplimiento, así como de mantener unos niveles altos en la relación productividad y condiciones de trabajo.
- Dentro de sus competencias, autorizan los gastos necesarios para desarrollar la política de prevención en las obras a su cargo.
- Promocionan y facilitan el adiestramiento profesional y de prevención adecuado para cualificar a los técnicos, cuadros de mando y personal de producción, dentro de su jurisdicción.
- Presiden el órgano colegiado de seguridad que, en función del volumen e importancia de la obra, se considere oportuno establecer (p.e. Comisión General de Seguridad e Higiene de Empresas de Contrata, Comisión de Seguridad e Higiene de Subcontratistas, Círculos de Seguridad o Comité de Seguridad e Higiene). En obras de menor volumen despachará regularmente con el o los Delegados de Prevención.
- Controlan el cumplimiento y materialización de los compromisos adquiridos en el E.S.S. de aquellas obras que lo tengan establecido por ley.
- Proponen a sus superiores jerárquicos y/o al "Comité de Seguridad e Higiene", los nombres y circunstancias del personal a su mando, que a su juicio sean acreedores de premio o sanciones graves o muy graves, por su actitud ante la prevención de accidentes y enfermedades profesionales.
- Exigirán a las empresas contratadas o subcontratadas el cumplimiento riguroso de las cláusulas de seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 23 de 40

2.5.3 Mandos intermedios

Los mandos intermedios, encargados, capataces, jefes de equipo o de brigada y técnicos especialistas a pie de obra de la empresa constructora y de las empresas subcontratadas, tienen las funciones de seguridad siguientes:

- Son responsables de la seguridad y condiciones de trabajo de su grupo de trabajadores.
- Son responsables de la seguridad del lugar de trabajo, orden y limpieza, iluminación, ventilación, manipulación y acopio de materiales, recepción, utilización y mantenimiento de equipos.
- Cuidarán de que se cumplan las normas relativas al empleo de prendas y equipos protectores.
- Son responsables de que se presten con rapidez los primeros auxilios a los lesionados.
- Deben informar a su mando superior e investigar técnicamente todos los accidentes producidos en su área de responsabilidad, analizando las causas y proponiendo soluciones, mediante el documento establecido al efecto en el presente E.S.S. "Informe Técnico de Investigación de Accidente" (ITIA).
- Facilitarán gratuitamente a los trabajadores los medios de protección personal homologados por el Ministerio de Trabajo o normalizados para todo el personal de la empresa constructora. Entra dentro de sus competencias, asegurarse el acopio suficiente y suministro de estos materiales, así como el control documental de su entrega y seguimiento de su correcta utilización. Los operarios de empresas subcontratadas que incumplan con el compromiso de su empleador respecto a la correcta utilización de "Equipos de Protección Individual y Sistemas de Protección Colectiva", para la realización de sus trabajos, fijados en las cláusulas de seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora, verán subsanadas por parte de la misma, las situaciones de riesgo voluntariamente asumidas, imputando íntegramente la repercusión de su coste en la certificación a abonar al subcontratista del cual dependa.
- Mantendrá reuniones informales de seguridad con sus productores y responsables de las empresas subcontratadas, tratando también de los temas de seguridad con los trabajadores por separado.
- Fomentarán y estimularán los cometidos de los "Delegados de Prevención" a su cargo.
- Colaborará con los representantes legales de los trabajadores en cuantas sugerencias de carácter preventivo puedan aportar.
- Cumplirán personalmente y harán cumplir al personal y subcontratistas a sus órdenes la normativa legal vigente en materia de prevención y las "Normas de Seguridad de carácter

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 24 de 40

interno de la empresa constructora, así como las específicas para cada Centro de Trabajo fijadas por el Estudio y el Plan de SyS”.

- Tienen responsabilidad y autoridad delegada de la Alta Dirección de su empresa en materia de seguridad en función de sus atribuciones sobre el personal de la “Línea Productiva” y subcontratistas sometidos a su jurisdicción.
- Asignan responsabilidades y autoridad delegada al personal de producción cualificado en materia de prevención de accidentes, sobre los trabajadores y subcontratistas que estén a cargo de ellos.
- Darán a conocer al personal a su cargo y subcontratistas, las directrices de prevención que sucesivamente adopte la empresa y la Dirección Facultativa de la Obra, velando por su cumplimiento.
- Participan e intervienen en el establecimiento de las políticas de seguridad que afecten a este Centro de Trabajo, según lo recomendado por los órganos de la empresa constructora y de la Dirección Facultativa, competentes en materia de prevención.
- Dentro de sus competencias autorizarán los gastos necesarios para desarrollar la política en su Centro de Trabajo.
- Procederán a una acción correctora cuando observen métodos o condiciones de trabajo inseguras e interesarán a aquellas personas, departamentos, empresas subcontratadas, Dirección Facultativa o Propiedad, según proceda, que por su situación o competencias puedan intervenir en la solución de aquellos problemas que escapen a sus medios y competencias técnicas.
- Tienen la facultad de prohibir o paralizar, en su caso, los trabajos en que se advierta peligro inminente de accidentes, siempre que no sea posible el empleo de los medios adecuados para evitarlos o minimizarlos.
- Realizarán y supervisarán mensualmente la inspección de seguridad y de mantenimiento preventivo de los diferentes tajos y equipos de la obra a su cargo.
- Intervendrán con el personal a sus órdenes en la reducción de las consecuencias de siniestros que puedan ocasionar víctimas en el Centro de Trabajo y prestarán a éstos los primeros auxilios que deban serles dispensados. Fomentará y estimulará los cometidos de los socorristas del Centro de Trabajo a su cargo.
- Promocionarán y facilitarán el adiestramiento profesional de sus trabajadores, seleccionándolos y controlando se observen las prácticas de trabajo habituales para el correcto desempeño de cada oficio.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 25 de 40

- Dentro de sus posibilidades, promocionarán y facilitarán la formación en materia de prevención del personal a su cargo.
- Exigirán a las empresas contratadas y Subcontratistas el cumplimiento de las cláusulas de Seguridad anejas al contrato pactado con la empresa constructora

2.5.4 Representantes legales del personal de la empresa constructora

Corresponde a los órganos de representación del personal y los representantes sindicales, de acuerdo con lo dispuesto en el “Estatuto de los Trabajadores y la Ley Orgánica de Libertad Sindical”, la vigilancia y control de la puesta en práctica de la normativa de aplicación en materia de seguridad, patología laboral y condiciones de trabajo, formulando en su caso, y en su calidad de representantes, las acciones legales oportunas ante la empresa y los órganos de jurisdicción competentes.

Las funciones básicas de los representantes legales de los trabajadores en el área de la Prevención de Riesgos en la empresa serán la definidas en la “Ley de Prevención de Riesgos Laborales”.

2.5.5 Delegados de prevención

La empresa constructora y cada una de las empresas contratadas, con más de 5 trabajadores a pie de obra, tendrá nombrado un “Delegado de Prevención”.

Su cualificación técnica estará avalada por documento expedido por el Servicio de Seguridad de su Mutua de Accidentes de Trabajo, con antelación a su nombramiento definitivo, que deberá estar acreditado ante la “Inspección Provincial de Trabajo”.

Sus funciones como “Delegados de Prevención”, serán compatibles con las que normalmente preste en la “Línea Productiva” el trabajador designado al efecto y tendrán las competencias legales que dicta la citada “Ley 31/1.995 de Prevención de Riesgos Laborales”.

2.5.6 Trabajadores

- Los trabajadores de la empresa constructora, de las empresas subcontratadas y los trabajadores autónomos, realizarán su actividad de conformidad con las prácticas de seguridad establecidas en el presente “Estudio de Seguridad y Salud”. y aceptadas en la especialidad que desarrolle.
- Deben dar cuenta a su encargado de las condiciones, averías o prácticas inseguras apreciadas en equipos, personal propio o ajeno que puedan implicar directamente a la empresa constructora o a terceros en las inmediaciones de la obra.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 26 de 40

- Hacer sugerencias de mejora de las medidas de prevención y protección a los mandos responsables de su materialización.
- Usar correctamente los Equipos de Protección Individual (EPI), homologados por el Ministerio de Trabajo o normalizado en la obra, cuidando de su perfecto estado y conservación.
- Someterse a los reconocimientos médicos preceptivos y a las vacunaciones ordenadas por las Autoridades Sanitarias competentes o por el Servicio Médico de Empresa.
- Cuidar y mantener su higiene personal, en evitación de enfermedades contagiosas o molestas para sus compañeros.
- Comprometerse a no introducir bebidas u otras sustancias no autorizadas en los Centros de Trabajo, no presentarse o permanecer en los mismos en estado de embriaguez o de cualquier otro género de intoxicación.
- Recibir las enseñanzas sobre prevención de accidentes y sobre extinción de incendios, salvamento y socorrismo en los Centros de Trabajo que les sean facilitados por la empresa, Mutua Patronal o por las instituciones competentes de la Administración.
- Proponer a su mando inmediato superior la demora o sustitución de la realización de trabajos que impliquen riesgo de accidentes o enfermedad profesional en el caso de que no se disponga de los medios adecuados para llevarlas a cabo con las suficientes garantías para su integridad física o la de sus compañeros.
- Pedir asesoramiento suficiente a su mando inmediato superior sobre la realización de aquellas tareas que no comprenda o no se sienta capacitado para llevarlas a término en condiciones de seguridad.
- Si el trabajador conociese la existencia de posibles incompatibilidades entre sus características personales y las condiciones de determinados puestos de trabajo a los que pudiera ser destinado, deberá poner tal hecho en conocimiento del empresario. La omisión de esta comunicación tendrá la consideración de transgresión de la buena fe contractual.
- Cumplirá personalmente la normativa legal vigente en materia de prevención y las Normas de Seguridad internas de la empresa y de la Dirección Facultativa de la obra donde presta sus servicios.
- Cooperará en la extinción de incendios y en el salvamento de las víctimas de accidentes de trabajo en las condiciones que, en cada caso, sean racionalmente exigibles.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 27 de 40

2.5.7 Funciones del "Encargado General"

En cualquier fase el "Encargado General" deberá realizar la formación específica de su personal, haciendo especial hincapié en su disciplinada integración a los usos y costumbres preventivos del sector de la construcción.

Velará por todos los medios que sus hombres estén en todo momento bajo la cobertura de protecciones de carácter colectivo; cuando esto no fuera posible por las especiales circunstancias del tajo o escasa duración de los trabajos con exposición a riesgo, obligará al empleo de la totalidad de los equipos de protección individual (EPI) recomendados para minimizar las consecuencias de los previsibles incidentes y/o accidentes.

Es responsable de que la construcción de los andamios y plataformas a utilizar por su personal se haga conforme a la normativa técnica del fabricante y reglamentación legal vigente.

Velará constantemente por el estado reglamentario y de estabilidad de utilización de andamios, plataformas de trabajo y plataformas de apoyo y accesos.

En su calidad de "Jefe de Maniobra" vigilará constantemente la forma de elevación del material.

2.5.8 Funciones del "Jefe de Maniobra"

Es el responsable de la coordinación de un equipo compuesto por el "Señalista" y el "Estrobador" durante las operaciones de preparación de equipos, materiales, apilado, eslingado, aplomo, ajuste, embriado, deslingado, descarga, acopio y posicionado de los mismos.

Dará las instrucciones y comprobará personalmente las condiciones de utilización o rechazo de:

- Accesorios, suplementos, trabazón, monolitismo de los materiales, para su transporte y sistemas de elevación y manutención mecánica.
- Balizado y señalización de zonas de acopio de los materiales y zonas de paso elevado durante la trayectoria de las maniobras.
- Estado de las cuerdas de retenida, eslingas planas (de banda textil de fibra), de cable o cadenas, ganchos y sus cierres de seguridad, anclajes de los equipos, conexionado de los elementos hidráulicos, estado de los cables y condiciones de utilización de sus distintos elementos como sistema de trabajo.
- Conjuntamente con el "Gruista", comprobará la zona de partida de la maniobra, la zona intermedia a seguir por la trayectoria de la misma y la zona de destino final, cerciorándose de:

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 28 de 40

- ✓ Que el piso esté plano y su superficie resista la carga a acopiar y las dinámicas de trabajo de la propia máquina.
- ✓ Que, en las máquinas accionadas por cable, en la posición nominal más baja del bloque diferencial queden aún dos vueltas de cable en el enrollamiento del tambor de elevación.
- ✓ Que en las máquinas hidráulicas las articulaciones no tengan holguras y los bombines, manguitos y émbolos transmitan la presión correcta sin descompresiones por pérdidas o fugas.
- ✓ Que la trayectoria de la maniobra no pueda dañar conducciones, instalaciones, equipos ni personas.
- ✓ Que los medios auxiliares los equipos y accesorios sean los adecuados a la maniobra realizar.

El "Jefe de Maniobra" indica al "Señalista" de viva voz (sin gesto ni ademán alguno que pueda ser mal interpretado por el "Gruista"), el momento en que puede iniciarse la maniobra, su destino y eventualmente, el itinerario y precauciones especiales a adoptar.

Si el "Jefe de Maniobra" realiza conjuntamente otras funciones como las de "Señalista" o las correspondientes al "Estrobador", debe prestar especial atención en que las señales que pueda hacer con las manos a sus ayudantes no puedan nunca ser confundidas con los ademanes dirigidos al "Gruista".

2.5.9 Funciones del "Señalista"

El "Señalista" es un auxiliar de "Jefe de Maniobra" de quien recibe las órdenes, cuya misión consiste en dirigir al "Gruista" en cada una de las fases de la maniobra.

El "Señalista" pasa a ser el "jefe del Gruista", desde el momento en que hace el ademán normalizado de toma de mando y este ha contestado "entendido".

Desde que se inicia la maniobra, durante su trayectoria, y si tiene jurisdicción en la zona de llegada, el "Señalista" tiene la responsabilidad de las órdenes dadas al "Gruista".

El "Señalista" ha de comunicarse con el "Gruista" mediante señales normalizadas, utilizando ambos brazos.

Salvo en los casos de movimientos lentos de aproximación, el "Señalista" no debe repetir ningún ademán (excepto si el "Gruista" da la señal de repetición).

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 29 de 40

No es misión del "Señalista" indicar al operador de la grúa cuáles son las palancas o mandos a accionar para efectuar determinado movimiento.

Durante el desplazamiento en la zona de su mando, el "Señalista" guía el movimiento de cargas y elementos articulados, para evitar golpes con obstáculos, ya que el gruista carece de la adecuada referencia de relieve.

El "Señalista" no abandona el mando hasta la llegada al destino final de la maniobra o al límite de su jurisdicción.

Antes de dar la orden de bajada, el "señalista" se asegurará de que no hay persona alguna en la zona sobre la que se ha de depositar la carga.

Para el cumplimiento correcto de su función, el "Señalista" se situará en un lugar que le permita:

- Ser visto perfectamente por el "Gruísta".
- Ver por su parte, y en las mejores condiciones posibles, todos los sistemas implicados en la maniobra, y poder seguirla con la vista durante su desplazamiento en la zona que tiene asignada.
- No encontrarse él mismo amenazado por los desplazamientos de la maniobra, si ésta pasa por las inmediaciones de donde se encuentra situado.

La plataforma de señalización u observatorio situado a más de 2 m de altura, dispondrá de las protecciones colectivas perimetrales reglamentarias, y si esto no es posible, el "Señalista" utilizará cinturones anticaídas a una sirga de afianzamiento que le facilite los desplazamientos horizontales sin dificultad. El suelo estará limpio y libre de obstáculos.

El "Señalista" debe permanecer constantemente a la vista del "Gruista". En los casos necesarios, pedirá al "Jefe de Maniobra" un auxiliar como enlace, para que le informe sobre la situación de determinado punto de acción de la maniobra.

El "Señalista" debe disponer de una indumentaria suficientemente vistosa e identificativa de su misión (P.e. casco y guantes en color fosforito, brazaletes, chaleco fotoluminiscente, parka de señalista de O.P., etc.).

2.5.10 Funciones del "Estrobador"

El "Estrobador" es un auxiliar del "Jefe de Maniobra", de quien recibe las órdenes, su misión consiste en elegir los medios auxiliares y equipos para asegurar la correcta operatividad de la maniobra y la estabilidad del conjunto durante su trayectoria. Su función puede coincidir con la del "Señalista".

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 30 de 40

Al comenzar la jornada, comprobará la inexistencia de defectos que descalifiquen la utilización de medios o equipos para la realización de las maniobras previstas.

Procederá a la retirada, etiquetaje e inutilización de los elementos aportados por equipos de trabajo, designados como "fuera de servicio".

Distribuirá los pesos y cargas de forma racional y uniformemente repartida para no castigar los equipos empleados.

Se asegurará de que el equipo o medio auxiliar a utilizar, no sobrepase la capacidad de la máquina que tiene que utilizarlo.

Empleará solo señales convenidas para dirigir al "Señalista" y permanecerá donde el "Gruista" o, en su defecto el "Señalista", puedan verle.

No pasará nunca por debajo de cargas suspendidas, ni permitirá que otros lo hagan.

No arrastrará descolgará o dejará caer las eslingas o equipos acoplados, antes bien, apilará y acuñará los elementos de forma que no puedan deslizarse o desequilibrarse.

No permitirá el izado, suspensión, sostenimiento o descenso de ninguna armadura, uña portapalets, cangilón o tolva, por medio de cadena o eslinga de cable metálico que tenga un nudo en cualquier parte sometida a tracción directa, ni tampoco con cadenas acortadas o empalmadas provisionalmente o de forma inadecuada.

Exigirá y comprobará los certificados de control de calidad realizados por los fabricantes respecto a sus equipos, medios auxiliares y accesorios de estrobo.

El transporte suspendido de cargas, debe realizarse de forma que el equilibrio del conjunto transportado sea estable. Los trabajadores responsables de la maniobra estrobo y aparejado de armaduras irán provistos de guantes anticorte y antiabrasión, casco, calzado de seguridad y chalecos reflectantes de señalista.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 31 de 40

3 NORMATIVA DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO RELATIVA A LOS ELEMENTOS DE SEGURIDAD

Son de obligado cumplimiento las disposiciones contenidas en:

- Ley de Prevención de Riesgos Laborales, Ley 31/1995, de 8 de noviembre; BOE de 10 de Noviembre/1995.
- Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores.
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (OM de 20/5/52 BOE de 15/6/52).
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Señalización de seguridad en los centros y locales de trabajo (RD 485/97 BOE 23/04/97).
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 542/2020, de 26 de mayo, por el que se modifican y derogan diferentes disposiciones en materia de calidad y seguridad industrial.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud, relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, R.D. 773/97 de 30/05/97 BOE de 12/06/97.
- Disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo, R.D.1.215/97 de 18/07/97 BOE de 07/07/97.
- Reglamento de los Servicios de Prevención, R.D. 39/1.997 de 17/01/97, BOE de 31/01/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en los lugares de Trabajo, R.D.486/97 de 14 de abril BOE de 23/04/97.
- Disposiciones mínimas de Seguridad y Salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañen riesgos, en particular dorsolumbales, para los trabajadores, R.D. 487/97 de 14 de abril, BOE de 23/04/97.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. 9-3-71) (B.O.E. 16-3-71) en aquellos artículos que no estén derogados.
- Plan Nacional de Higiene y Seguridad en el Trabajo (O.M. 9-3-71) (B.O.E. 11-3-71).

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 32 de 40

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Reglamento de Seguridad e Higiene en la Industria de la Construcción (O.M. 20-5-52) (B.O.E. 5-6-52).
- Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Resolución de 29 de noviembre de 2001, de la Dirección General de Trabajo, por la que se dispone la inscripción en el Registro y publicación del laudo arbitral de fecha 18 de octubre de 2001, dictado por don Tomás Sala Franco, en el conflicto derivado del proceso de sustitución negociada de la derogada Ordenanza Laboral de la Construcción, Vidrio y Cerámica.
- Certificación con la CE de tipo de los medios de protección personal de los trabajadores.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 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.
- Convenio Colectivo Provincial de la Construcción.
- Ordenanzas municipales sobre el uso del suelo y edificación del 29 de febrero de 1.972.
- Normas ISO/DIN, UNE, NTE, etc. utilizadas en construcción.

Aparte de las disposiciones legales citadas, se tendrá en cuenta las normas contenidas en el Reglamento de Régimen Interior de la empresa, así como las que provienen del “Comité de Seguridad e Higiene” y en el caso de los Convenios Colectivos y por su interés, el repertorio de recomendaciones prácticas de la O.I.T.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 33 de 40

4 MEDIDAS DE SEGURIDAD PREVIAS AL INICIO DE LA OBRA

4.1 Condiciones generales

No deberá iniciarse ningún trabajo en la obra sin la aprobación previa del “Plan de Seguridad y Salud Laboral” y sin que se haya verificado con antelación, por el responsable del seguimiento y control del mismo, que han sido dispuestas las protecciones colectivas e individuales necesarias y que han sido adoptadas las medidas preventivas establecidas en el estudio.

Antes del inicio de la obra, habrán de estar instalados los locales y servicios de higiene y bienestar para los trabajadores. Antes de iniciar cualquier tipo de trabajo en la obra, será requisito imprescindible que el contratista tenga concedidos los permisos, licencias y autorizaciones reglamentarias que sean pertinentes, tales como: colocación de vallas o cerramientos, señalizaciones, desvíos y cortes de tráfico peatonal y de vehículos, accesos, acopios, etc.

Antes del inicio de cualquier trabajo en la obra, deberá realizarse las protecciones pertinentes, en su caso, contra actividades molestas, nocivas, insalubres o peligrosas que se lleven a cabo en el entorno próximo a la obra y que puedan afectar a la salud de los trabajadores.

4.2 Información previa

Antes de acometer cualquier de las operaciones o trabajos preparatorios a la ejecución de la obra, el contratista deberá informarse de todos aquellos aspectos que puedan incidir en las condiciones de “Seguridad y Salud Laboral” requeridas. A tales efectos recabará información previa relativa, fundamentalmente, a:

- Servidumbre o impedimentos de redes de instalaciones y servicios y otros elementos ocultos que puedan ser afectados por las obras o interferir la marcha de éstas.
- Intensidad y tipo de tráfico de las vías de circulación adyacentes a la obra, así como cargas dinámicas originadas por el mismo, a los efectos de evaluar las posibilidades de desprendimientos, hundimientos u otras acciones capaces de producir riesgos de accidentes durante la ejecución de la obra.
- Vibraciones, trepidaciones u otros efectos análogos que puedan producirse por actividades o trabajos que se realicen o hayan de realizarse en el entorno próximo a la obra y puedan afectar a las condiciones de “Seguridad y Salud Laboral” de los trabajadores.
- Actividades que se desarrollan en el entorno próximo a la obra y puedan ser nocivas insalubres o peligrosas para la salud de los trabajadores.

	<p align="center">PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II</p>	<p align="center">PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS</p>
		<p align="center">Página 34 de 40</p>

- Tipo, situación, profundidad y dimensiones de las cimentaciones de las construcciones colindantes o próximas, en su caso, e incidencia de las mismas en la seguridad de la obra.

4.3 Servicios afectados: identificación, localización y señalización

Antes de empezar cualquier trabajo en la obra, habrán de quedar definidas qué redes de servicios públicos o privados pueden interferir su realización y pueden ser causa de riesgo para la salud de los trabajadores o para terceros.

En el caso de líneas eléctricas aéreas que atraviesen el solar o estén próximas a él se interfieran la ejecución de la obra, no se deberá empezar a trabajar hasta que no hayan sido modificadas por la compañía suministradora. a tales efectos se solicitará de la propia compañía que proceda a la descarga de la línea o a su desvío.

De no ser viable lo anterior, se considerarán unas distancias mínimas de seguridad, medidas entre el punto más próximo con tensión y la parte más cercana del cuerpo o herramienta del obrero, o de la máquina, teniéndose en cuenta siempre la situación más desfavorable. Habrá de vigilarse en todo momento que se mantienen las distancias mínimas de seguridad referidas.

En el supuesto de redes subterráneas de gas, agua o electricidad, que afecten a la obra, antes de iniciar cualquier trabajo deberá asegurarse la posición exacta de las mismas, para lo que se recabará, en caso de duda, la información necesaria de las compañías afectadas, gestionándose la posibilidad de desviarlas o dejarlas sin servicio. Estas operaciones deberán llevarlas a cabo las citadas compañías. De no ser factible, se procederá a su identificación sobre el terreno y, una vez localizada la red, se señalará marcando su dirección, trazado y profundidad, indicándose, además, el área de seguridad y colocándose carteles visibles advirtiendo del peligro y protecciones correspondientes.

4.4 Accesos, circulación interior y delimitación de la obra

Antes del inicio de la obra deberán quedar definidos y ejecutados su cerramiento perimetral, los accesos a ella y las vías de circulación y delimitaciones exteriores.

Las salidas y puertas exteriores de acceso a la obra serán visibles o debidamente señalizadas y suficientes en número y anchura para que todos los trabajadores puedan abandonar la obra con rapidez y seguridad. No se permitirán obstáculos que interfieran la salida normal de los trabajadores.

Los accesos a la obra serán adecuados y seguros, tanto para personas como para vehículos y máquinas. Deberán separarse, si es posible, los de estos últimos de los del personal. Dicha separación, si el acceso es único, se hará por medio de una barandilla y será señalizada

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 35 de 40

adecuadamente. El ancho mínimo de las puertas exteriores será suficiente para el número de personas que se prevea los utilicen normalmente.

En todos los accesos a la obra se colocarán carteles de "Prohibido el paso a toda persona ajena a la obra", "Es obligatorio el uso del casco" y "Prohibido aparcar" y, en los accesos de vehículos, el cartel indicativo de "Entrada y salida de vehículos".

Los vehículos, antes de salir a la vía pública, contarán con un tramo horizontal de terreno consistente o pavimentado, de longitud no menos de vez y media de separación entre ejes o de 6 metros. Si ello no es posible, se dispondrá de personal auxiliar de señalización para efectuar las maniobras.

Se procederá a ejecutar un cerramiento perimetral que delimite el recinto de la obra e impida el paso de personas y vehículos ajenos a la misma. Dicho cerramiento deberá ser suficientemente estable, tendrá una altura mínima de 2 metros y estará debidamente señalizado.

Las rampas para el movimiento de camiones y/o máquinas tendrán un ancho mínimo de 4,5 metros, ensanchándose en las curvas. Sus pendientes no serán mayores del 12 y 8%, respectivamente, según se trate de tramos rectos o curvas. En cualquier caso, habrá de tenerse en cuenta la maniobrabilidad de los vehículos que se utilicen. Deberán acotarse y delimitarse las zonas de cargas, descargas, acopios, almacenamiento y las de acción de los vehículos y máquinas dentro de la obra. Habrán de quedar previamente definidos y debidamente señalizados los trazados y recorridos de los itinerarios interiores de vehículos, máquinas y personas, así como las distancias de seguridad y limitaciones de zonas de riesgo especial, dentro de la obra y en sus proximidades.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 36 de 40

5 EQUIPOS DE PROTECCIÓN

5.1 Protecciones colectivas

5.1.1 Generalidades

Cuando se diseñen los sistemas preventivos, se dará prioridad a los colectivos sobre los personales o individuales. La protección personal no dispensa en ningún caso de la obligación de emplear los sistemas de tipo colectivo.

En cuanto a los colectivos, se preferirán las protecciones de tipo preventivo (las que eliminan los riesgos) sobre las de protección (las que no evitan el riesgo, pero disminuyen o reducen los daños del accidente).

En cuanto al mantenimiento, los medios de protección, una vez colocados en obra, deberán ser revisados periódicamente y antes del inicio de cada jornada, para comprobar su efectividad.

5.1.2 Señalización y ordenación de tráfico

La señalización será visible y sencilla y que, con fácil interpretación, advierta de los riesgos existentes. Se emplearán colores, avisos, señales, balizamientos, etc., para facilitar la atención visual.

Se considerará una zona de 5 cm. alrededor de la máquina como zona de peligrosidad.

Cuando trabajen varias máquinas en el mismo tajo, la distancia mínima entre ellas será de 30 m.

Las rampas de acceso serán estables y con el talud adecuado, el borde de la rampa estará reforzada con un retablo que sirve de tope a los camiones en la circulación. Las rampas estarán señalizadas con stop, limitación de velocidad, pendiente, etc.

5.2 Equipos de protección individual (E.P.I.)

5.2.1 Generalidades

Solo podrán disponerse en obra y ponerse en servicio los E.P.I. que garanticen la salud y la seguridad de los usuarios sin poner en peligro ni la salud ni la seguridad de las demás personas o bienes, cuando su mantenimiento sea adecuado y cuando se utilicen de acuerdo con su finalidad.

A los efectos de este Pliego de Condiciones se considerarán conformes a las exigencias esenciales mencionadas los E.P.I. que lleven la marca "CE" y, de acuerdo con las categorías establecidas en las disposiciones vigentes.

5.2.2 Exigencias esenciales de sanidad y seguridad

Los E.P.I. deberán garantizar una protección adecuada contra los riesgos. Reunirán las condiciones normales de uso previsibles a que estén destinados, de modo que el usuario tenga una protección apropiada y de nivel tan elevado como sea posible.

El grado de protección óptimo que se deberá tener en cuenta será aquel por encima del cual las molestias resultantes del uso del E.P.I. se opongan a su utilización efectiva mientras dure la exposición al peligro o el desarrollo normal de la actividad.

Los materiales de que estén compuestos los E.P.I. y sus posibles productos de degradación no deberán tener efectos nocivos en la salud o en la higiene del usuario.

Cualquier parte de un E.P.I. que esté en contacto o que pueda entrar en contacto con el usuario durante el tiempo que lo lleve estará libre de asperezas, aristas vivas, puntas salientes, etc., que puedan provocar una excesiva irritación o que puedan causar lesiones.

Los E.P.I. ofrecerán los mínimos obstáculos posibles a la realización de gestos, a la adopción de posturas y a la percepción de los sentidos. Por otra parte, no provocarán gestos que pongan en peligro al usuario o a otras personas.

Los E.P.I. posibilitarán que el usuario pueda ponérselos lo más fácilmente posible en la postura adecuada y puedan mantenerse así durante el tiempo que se estime se llevarán estos, teniendo en cuenta los factores ambientales, los gestos que se vayan a realizar y las posturas que se vayan a adoptar. Para ello, los E.P.I. se adaptarán al máximo a la morfología del usuario por cualquier medio adecuado, como pueden ser sistemas de ajuste y fijación apropiados o una variedad suficiente de tallas y números.

Los E.P.I. serán lo más ligeros posible, sin que ello perjudique a su solidez de fabricación ni obstaculice su eficacia.

Antes de la primera utilización en la obra de cualquier E.P.I. habrá de contarse con el folleto informativo elaborado y entregado obligatoriamente por el fabricante, donde se incluirá, además del nombre y la dirección del fabricante y/o de su mandatario en la Comunidad Económica Europea, toda la información útil sobre:

- Instrucciones de almacenamiento, uso, limpieza, mantenimiento, revisión y desinfección.
- Los productos de limpieza, mantenimiento o desinfección aconsejados por el fabricante no deberán tener, en sus condiciones de utilización, ningún efecto nocivo ni en los E.P.I. ni en el usuario.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 38 de 40

- Rendimientos alcanzados en los exámenes técnicos dirigidos a la verificación de los grados o clases de protección de los E.P.I.
- Accesorios que se pueden utilizar en los E.P.I. y características de las piezas de repuesto adecuadas.
- Clases de protección adecuadas a los diferentes niveles de riesgo y límites de uso correspondientes.
- Fecha o plazo de caducidad de los E.P.I. o de algunos de sus componentes.
- Tipo de embalaje adecuado para transportar los E.P.I.

Este folleto de información estará redactado de forma precisa, comprensible y, por lo menos, en la lengua oficial del Estado español, debiéndose encontrar a disposición del responsable del seguimiento del “Plan de Seguridad y Salud”.

6 SEÑALIZACIONES

6.1 Normas generales

El contratista deberá establecer un sistema de señalización de seguridad a efectos de llamar la atención de forma rápida e inteligible sobre objetos y situaciones susceptibles de provocar peligros determinados, así como para indicar el emplazamiento de dispositivos y equipos que tengan importancia desde el punto de vista de seguridad.

La puesta en práctica del sistema de señalización no dispensará, en ningún caso, de la adopción de los medios de protección indicados en el presente documento.

Se deberá informar a todos los trabajadores, de manera que tengan conocimiento del sistema de señalización establecido.

En el sistema de señalización se adoptarán las exigencias reglamentarias para el caso, según la legislación vigente y nunca atendiendo a criterios caprichosos. Aquellos elementos que no se ajusten a tales exigencias normativas no podrán ser utilizados en la obra.

Aquellas señales que no cumplan con las disposiciones vigentes sobre señalización de los lugares de trabajo no podrán ser utilizadas en la obra.

El material constitutivo de las señales (paneles, conos de balizamiento, letreros, etc.) será capaz de resistir tanto las inclemencias del tiempo como las condiciones adversas de la obra.

La fijación del sistema de señalización de la obra se realizará de modo que se mantenga en todo momento estable.

6.2 Señalización de las vías de circulación

Las vías de circulación, en el recinto de la obra, por donde transcurran máquinas y vehículos deberán estar señalizadas de acuerdo con lo establecido por la vigente normativa sobre circulación en carretera.

6.3 Personal auxiliar de los maquinistas para señalización

Cuando un maquinista realice operaciones o movimientos en los que existan zonas que queden fuera de su campo de visión y por ellos deban pasar personas u otros vehículos, se empleará a una o varias personas para efectuar señales adecuadas, de modo que se eviten daños a los demás.

Tanto maquinistas como personal auxiliar para señalización de las maniobras serán instruidos y deberán conocer el sistema de señales previamente establecido y normalizado.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES- ESTUDIO SYS
		Página 40 de 40

Madrid, mayo de 2023.

El Ingeniero Industrial

Jaime Goñi Aguilar

Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

Nº colegiado: 8225/CO19



**2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y
SALUD: MEDICIONES Y
PRESUPUESTO**

INDICE

1	MEDICIONES Y PRESUPUESTO	3
2	RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	10

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	MEDICIONES Y PRESUPUESTO- ESTUDIO SYS
		Página 3 de 10

1 MEDICIONES Y PRESUPUESTO

Se incluyen en este apartado el desglose de las valoraciones económicas de las propuestas de medidas alternativas de prevención contempladas en el Estudio de Seguridad y Salud de proyecto.

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CODIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 01 PROTECCIONES INDIVIDUALES									
01.1	u Casco de seguridad						20,00	2,35	47,00
01.2	u Par de botas de seguridad S3						20,00	16,23	324,60
01.3	u Par de botas PVC S5						20,00	11,21	224,20
01.4	u Par de botas aislantes						5,00	93,00	465,00
01.5	u Gafas anti impacto						20,00	4,28	85,60
01.6	u Mascarilla autofiltrante						40,00	1,20	48,00
01.7	u Protectores auditivos						40,00	1,80	72,00
01.8	u Ropa de trabajo						20,00	13,22	264,40
01.9	u Cinturon de seguridad C						5,00	41,77	208,85
01.10	u Cuerda unión línea de vida						5,00	7,10	35,50
01.11	u Mosquetón seguridad						8,00	7,51	60,08
01.12	m Cuerda línea de vida						20,00	2,78	55,60
01.13	u Dispositivos anticaída						5,00	67,00	335,00
01.14	u Guantes						25,00	2,13	53,25
01.15	u Faja antivibración						5,00	10,32	51,60
01.16	u Chalecos alta visibilidad						20,00	12,12	242,40
01.17	u Par de guantes aislantes clase 4						5,00	115,00	575,00
TOTAL CAPITULO 01 PROTECCIONES INDIVIDUALES									3.148,08

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CODIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 02 PROTECCIONES COLECTIVAS									
02.1	u Cuadro electrico conexión portátil						5,00	160,00	800,00
02.2	u Protector de goma C-20						5,00	3,80	19,00
02.3	u Pasarelas de chapa o madera						5,00	18,24	91,20
02.4	u Setas protección feralla						200,00	0,15	30,00
02.5	m Barandilla de protección						20,00	7,21	144,20
02.6	m Línea de vida horizontal						20,00	2,14	42,80
02.7	m Vallas metálicas de cerramientos 2m alto						20,00	4,99	99,80
TOTAL CAPÍTULO 02 PROTECCIONES COLECTIVAS									1.227,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CODIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 03 SEÑALIZACIÓN									
03.1	u Cartel de obra combinado						2,00	26,74	53,48
03.2	u Señal de tráfico triangular 70cm						4,00	39,28	157,12
03.3	m Señal de tráfico redonda 50cm						4,00	18,68	74,72
03.4	u Señal de STOP						4,00	4,85	19,40
03.5	u Cinta de balizamiento blanca y roja 75cm en caja de 200m						4,00	3,00	12,00
TOTAL CAPÍTULO 03 SEÑALIZACIÓN.....									316,72

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CODIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 04 INSTALACIONES PROVISIONALES									
04.1	mes Caseta de obra 14m2								
							5,00	116,00	580,00
04.2	mes Caseta sanitaria de obra 8m2								
							5,00	131,00	655,00
04.3	u Acometida provisional electricidad								
							2,00	21,00	42,00
04.4	u Acometida provisional fontanería								
							2,00	27,00	54,00
04.5	u Acometida provisional saneamiento								
							2,00	32,00	64,00
TOTAL CAPÍTULO 04 INSTALACIONES PROVISIONALES									1.395,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CODIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 05 VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS									
05.1	u Botiquin de obra						5,00	50,00	250,00
05.2	u Camilla portatil						2,00	25,00	50,00
05.3	u Extintor de polvo ABC 21 A 113B 6kg						2,00	33,00	66,00
05.4	u Extintor de CO2 34B 2kg						2,00	53,00	106,00
								TOTAL CAPITULO 05 VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS	472,00

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CODIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPITULO 06 FORMACION Y MANO DE OBRA									
06.1	h Hora de formación seguridad e higiene						40,00	13,50	540,00
06.2	h Reconocimiento médico obligatorio						20,00	40,00	800,00
06.3	h Hora de equipo de limpieza						20,00	13,00	260,00
06.4	h Hora de señalista para maquinaria						20,00	9,00	180,00
06.5	u Visitas del técnico de seguridad						5,00	30,00	150,00
TOTAL CAPITULO 06 FORMACIÓN Y MANO DE OBRA.....									1.930,00
TOTAL.....									8.488,80

2 RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	PROTECCIONES INDIVIDUALES.....	3.148,08	37,09
02	PROTECCIONES COLECTIVAS.....	1.227,00	14,45
03	SEÑALIZACIÓN.....	316,72	3,73
04	INSTALACIONES PROVISIONALES.....	1.395,00	16,43
05	VIGILANCIA DE LA SALUD Y PRIMEROS AUXILIOS.....	472,00	5,56
06	FORMACIÓN Y MANO DE OBRA.....	1.930,00	22,74
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	8.488,80	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	8.488,80	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	8.488,80	

Madrid, mayo de 2023.

El Ingeniero Industrial

Jaime Goñi Aguilar

Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

Nº colegiado: 8225/CO19



2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: PLANOS

INDICE

1	PLANOS.....	3
---	-------------	---

1 PLANOS

Se adjuntan una serie de esquemas indicativos/explicativos a adoptar:

1. Señalización
2. Protección individual
3. Medidas de Seguridad y Protecciones en zanjas
4. Protección colectiva de riesgos eléctricos
5. Señalización y balizamiento
6. Eslingas sujeción de cargas
7. Señalización de zanjas
8. Instalación eléctrica I
9. Instalación eléctrica II
10. Escaleras

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLANOS- ESTUDIO DE SYS
		Página 4 de 4

Madrid, mayo de 2023.

El Ingeniero Industrial

Jaime Goñi Aguilar

Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

Nº colegiado: 8225/CO19

SEÑALES DE ADVERTENCIA



SEÑALES DE OBLIGACION



SEÑALES DE PROHIBICION



SEÑALES GESTUALES

	Descripción	Ilustración
Izar.	Brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante, describiendo lentamente un círculo.	
Bajar.	El brazo derecho extendido hacia abajo, palma de la mano derecha hacia el interior, describiendo lentamente un círculo.	
Distancia vertical.	Las manos indican la distancia.	
Comienzo: Atención. Toma de mando.	Los dos brazos extendidos de forma horizontal, las palmas de las manos hacia adelante.	
Alto: Interrupción. Fin de movimiento.	El brazo derecho extendido hacia arriba, la palma de la mano derecha hacia adelante.	
Fin de operaciones.	Las dos manos juntas a la altura del pecho.	
Avanzar.	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el interior, los antebrazos se mueven lentamente hacia el cuerpo.	
Retroceder.	Los dos brazos doblados, las palmas de las manos hacia el exterior, los antebrazos se mueven lentamente, alejándose del cuerpo.	
Hacia la derecha: Con respecto al encargado de las señales.	El brazo derecho extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano derecha hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Hacia la izquierda: Con respecto al encargado de las señales.	El brazo izquierdo extendido más o menos en horizontal, la palma de la mano izquierda hacia abajo, hace pequeños movimientos lentos indicando la dirección.	
Distancia horizontal.	Las manos indican la distancia.	
Peligro Alto o parada de emergencia	Los dos brazos extendidos hacia arriba, las palmas de las manos hacia adelante	
Rápido	Los gestos codificados a los movimientos se hacen con rapidez.	
Lento	Los gestos codificados a los movimientos se hacen con lentitud.	

SEÑALES DE EQUIPO CONTRAINCENDIO



SEÑALIZACIONES DE EQUIPO DE SALVAMENTO



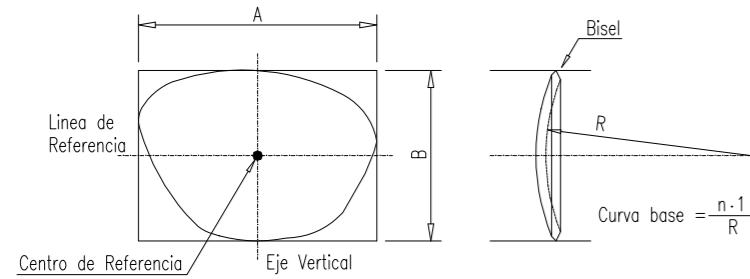
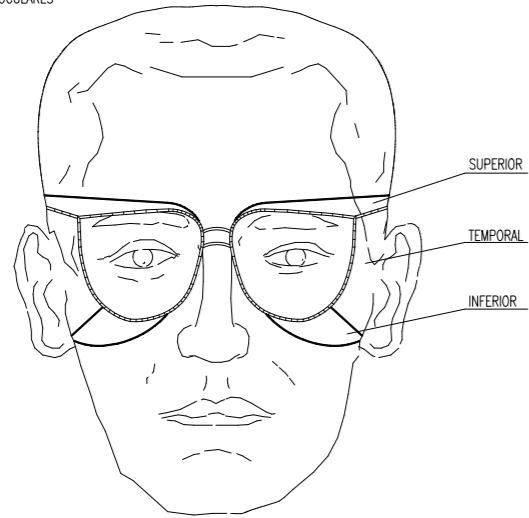
SEÑAL COMPLEMENTARIA DE RIESGO PERMANENTE



PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.E.		
PLANO:	SEÑALIZACIÓN		REVISADO:	A.T.		
SITUACIÓN:	Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.		
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3, S.L.		FECHA:	MAYO 2023	Nº PLANO:	01
			HOJA:	1 de 1		
			ESCALA:	S/E		
			POTENCIA:	14,52 MW		 JAIME GOÑI AGUILAR 8225/CO19

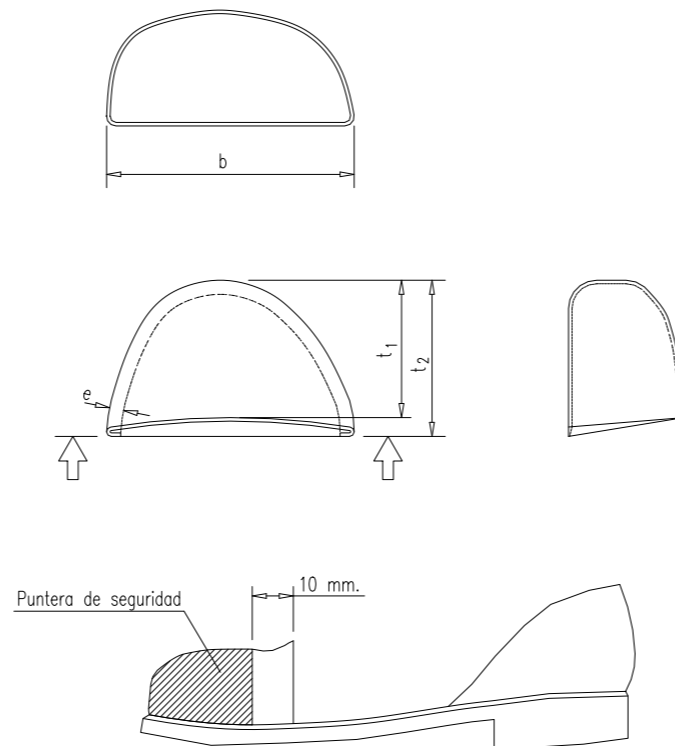
PROTECCIONES INDIVIDUALES (GAFAS DE SEGURIDAD II)

OCULARES

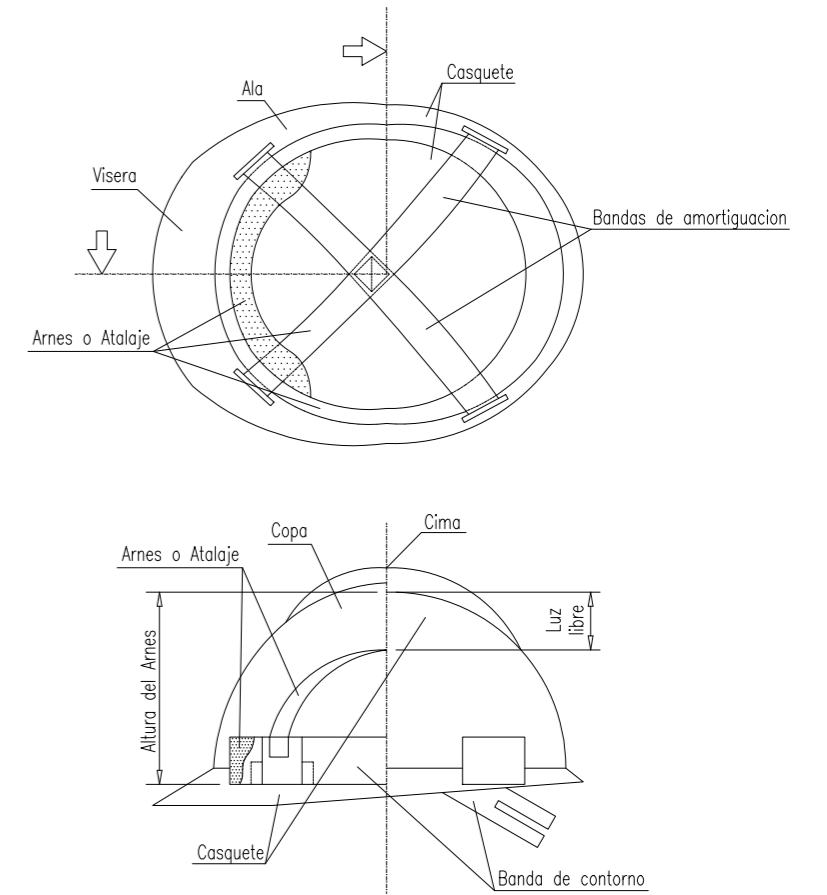


PROTECCIONES INDIVIDUALES (BOTAS DE SEGURIDAD -REFUERZOS -)

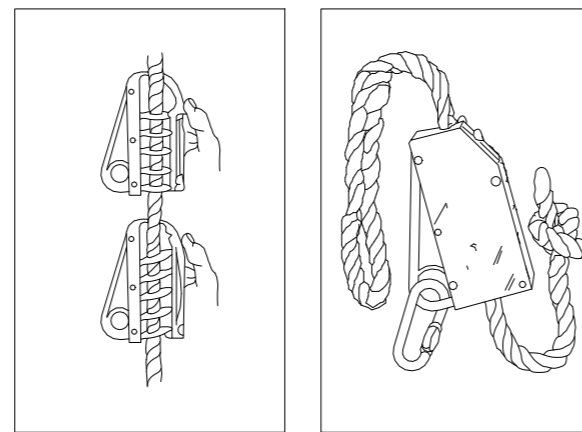
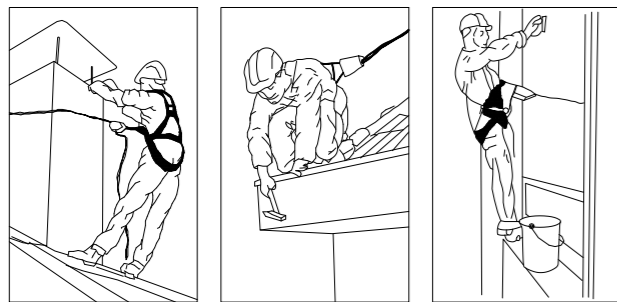
PUNTERA



PROTECCIONES INDIVIDUALES (CASCO DE SEGURIDAD)

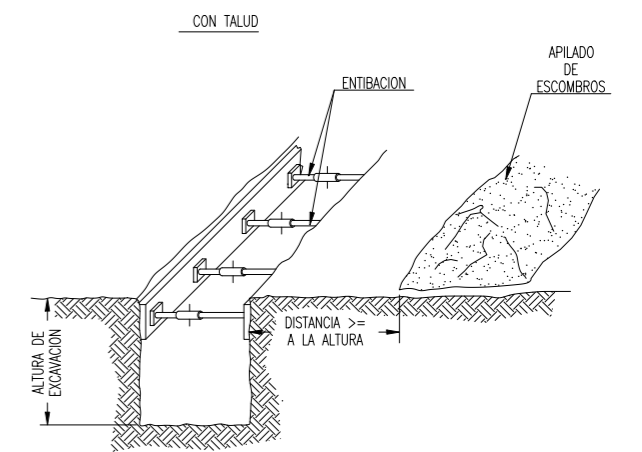
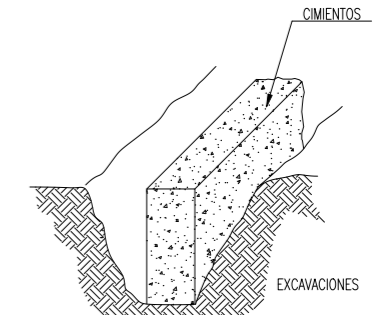
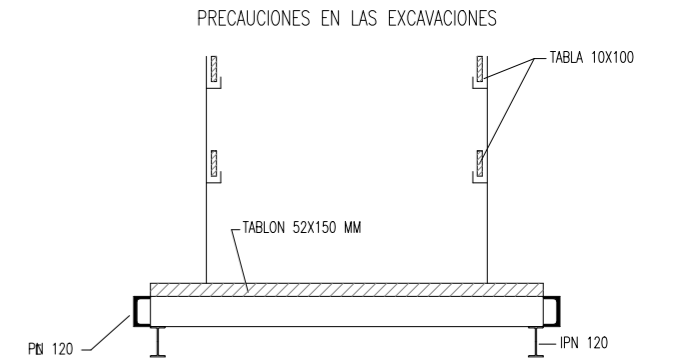
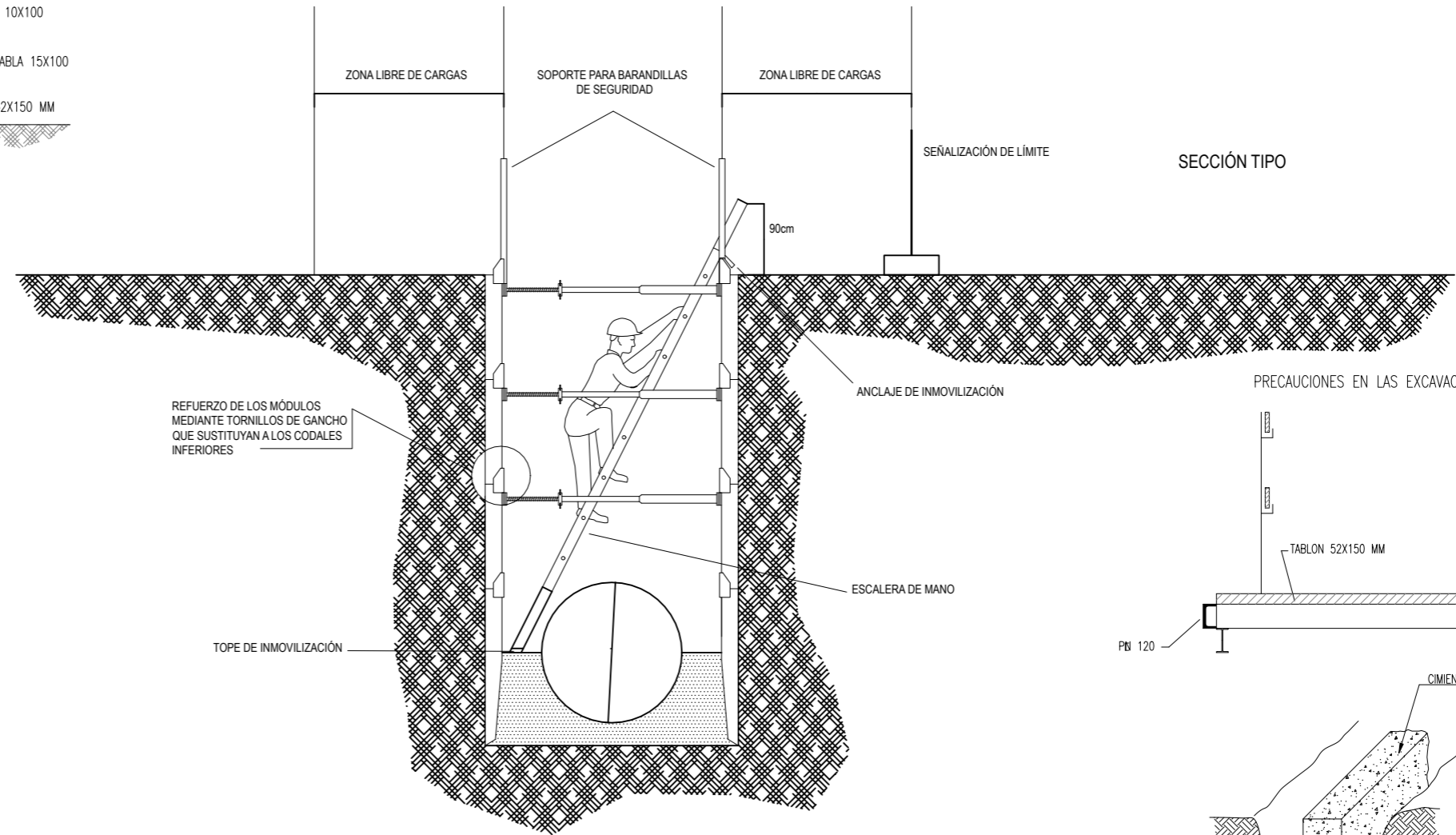
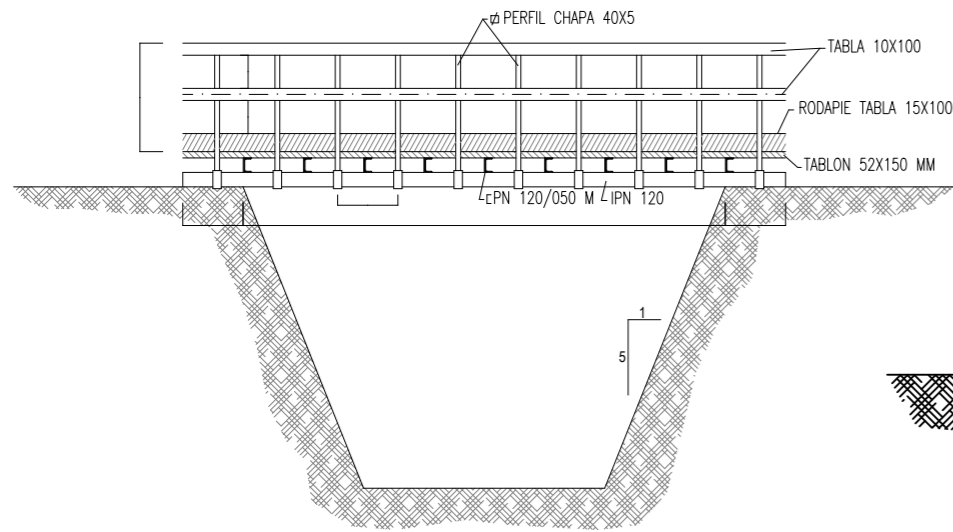


ANCLAJES CINTURON DE SEGURIDAD (Seguro de anclaje móvil)

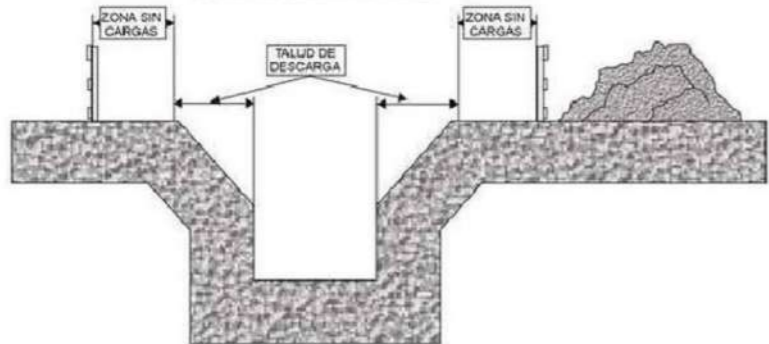
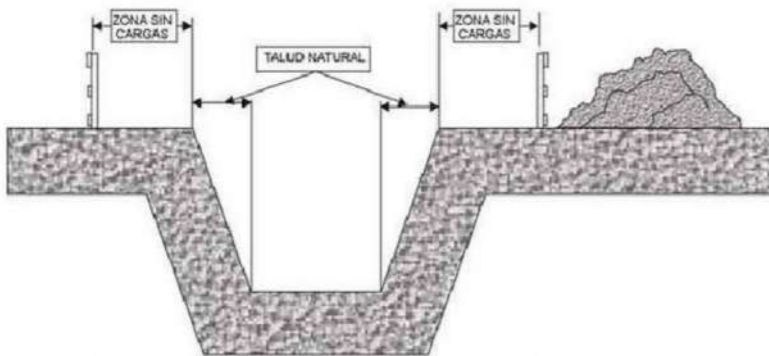
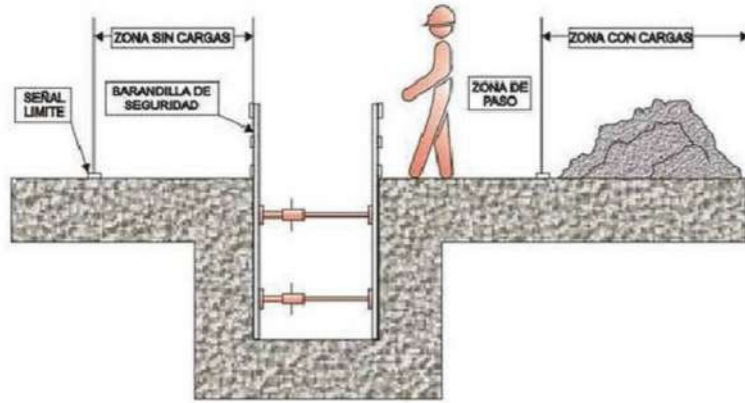


PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.E.	
PLANO:	PROTECCIÓN INDIVIDUAL		REVISADO:	A.T.	
SITUACIÓN:	Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.	
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3, S.L.		FECHA:	MAYO 2023	Nº PLANO:
			HOJA:	1 de 1	02
			ESCALA:	S/E	PROYECTISTA
			POTENCIA:	14,52 MW	 JAIME GOÑI AGUILAR 8225/CO19

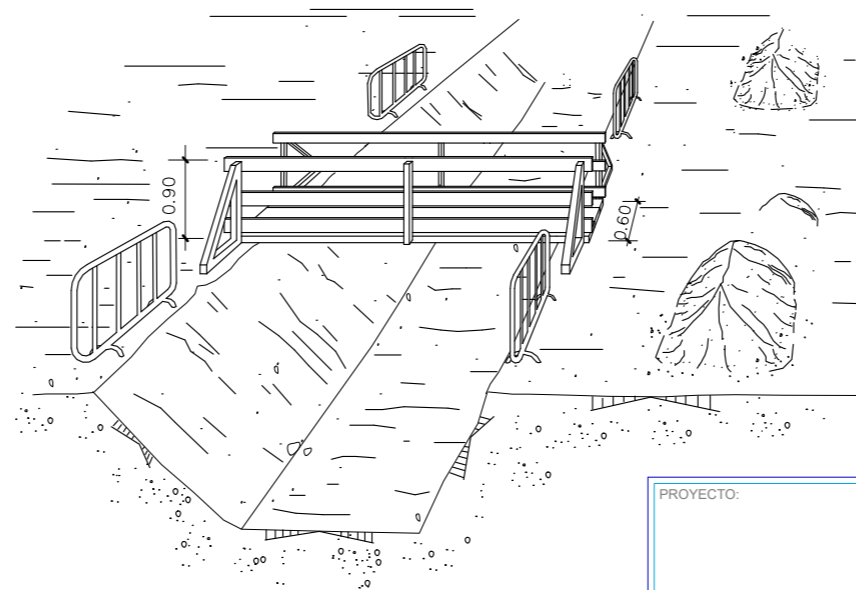
DISTANCIAS DE SEGURIDAD Y ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO
EXCAVACIÓN DE ZANJAS EN ZONA URBANA



EXCAVACIÓN ZANJAS TIPO



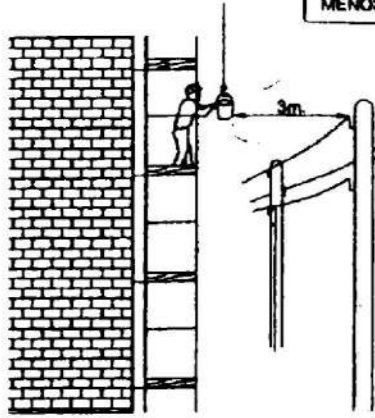
PROTECCIONES EN ZANJAS



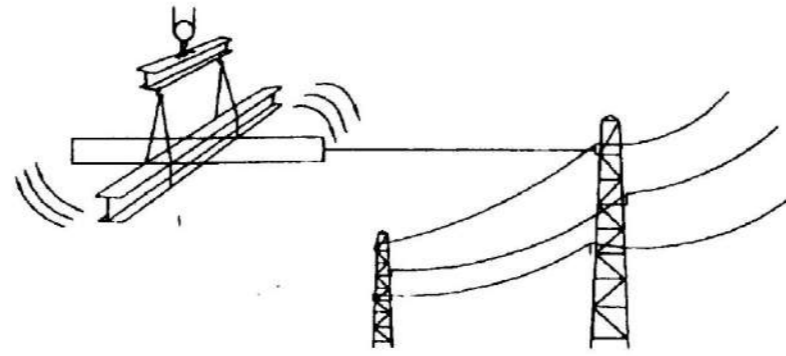
PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.E.
PLANO:	MEDIDAS DE SEGURIDAD EN ZANJAS		REVISADO:	A.T.
SITUACIÓN:	Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3, S.L.		FECHA:	MAYO 2023
			HOJA:	1 de 1
			ESCALA:	S/E
			POTENCIA:	14,52 MW
			Nº PLANO:	03
			 PROYECTISTA JAIME GOÑI AGUILAR 8225/CO19	

DISTANCIAS MÍNIMAS DE SEGURIDAD CON RESPECTO A LINEAS AÉREAS ELÉCTRICAS DE ALTA TENSION.

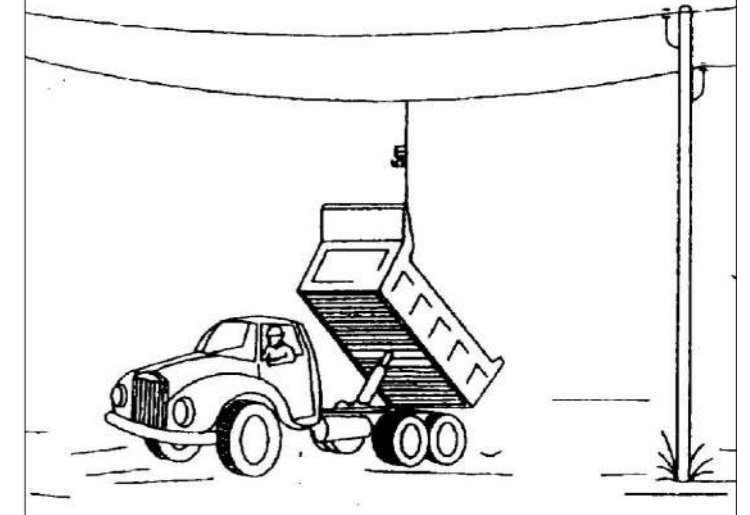
MENOS DE 66.000 V.



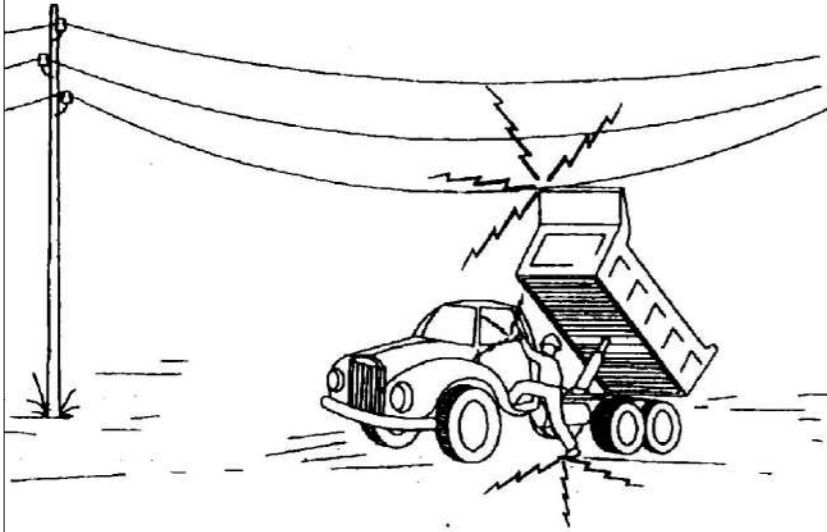
SIEMPRE TENER EN CUENTA LA SITUACION MAS DESFAVORABLE.



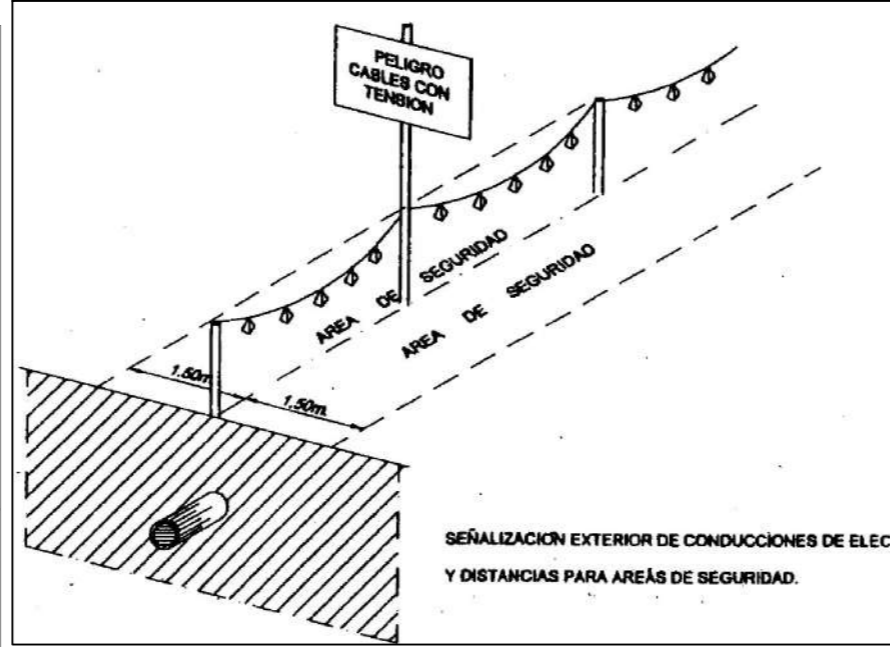
MÁS DE 66.000 V.



ATENCIÓN AL BASCULANTE



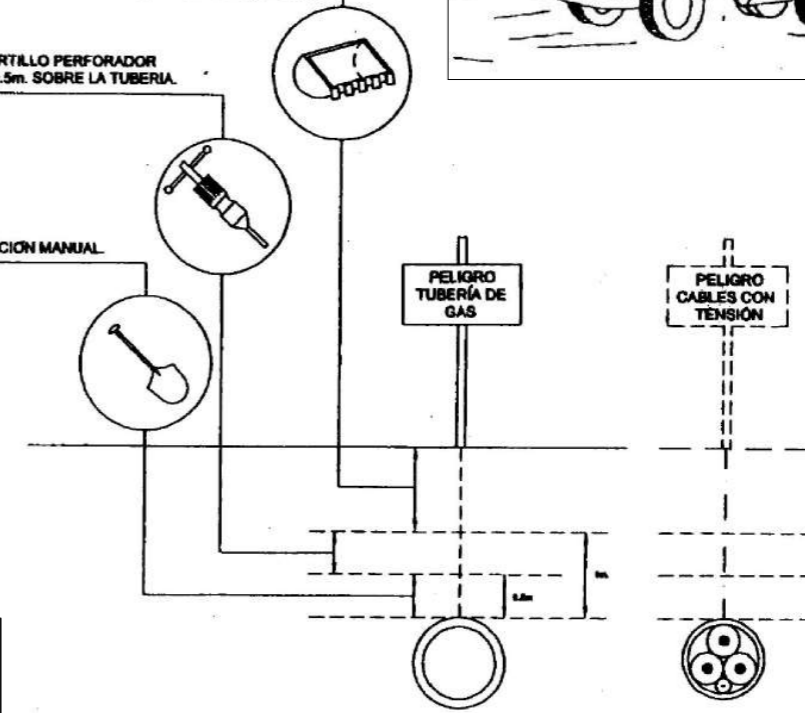
1- EN NINGUN CASO DESCienda LENTAMENTE.



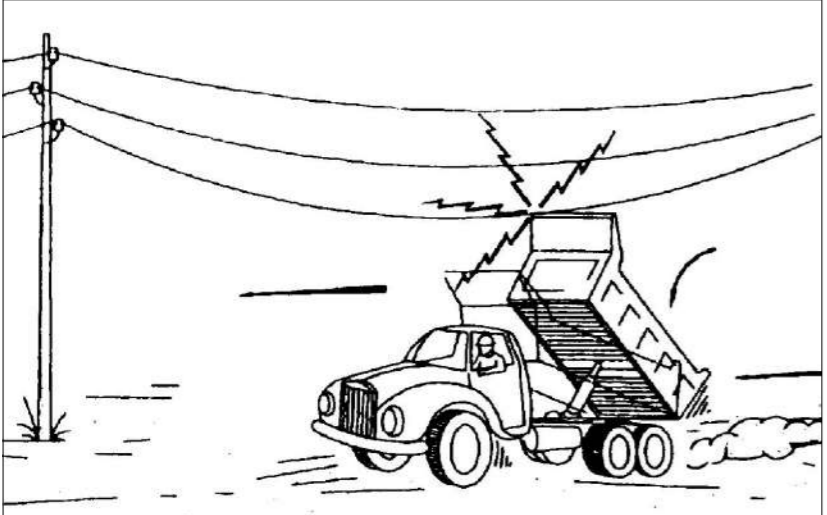
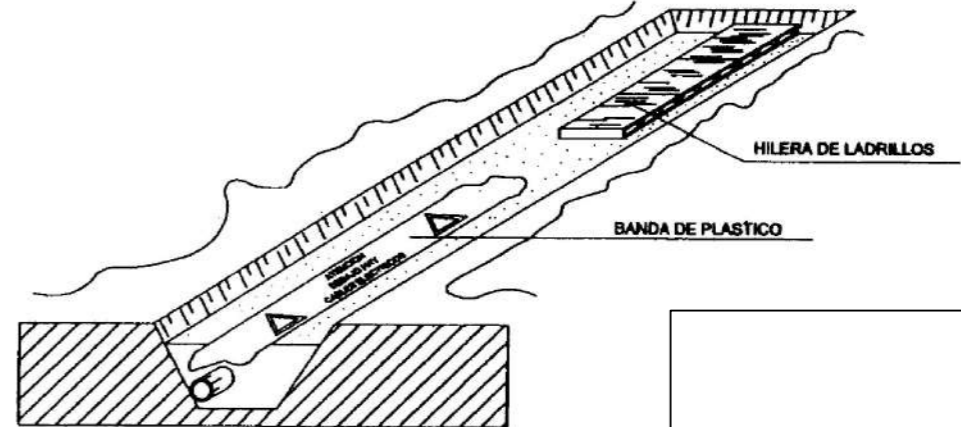
EXCAVACIÓN CON MAQUINA HASTA LLEGAR A 1m. SOBRE LA TUBERIA.

CON MARTILLO PERFORADOR HASTA 0.5m. SOBRE LA TUBERIA.

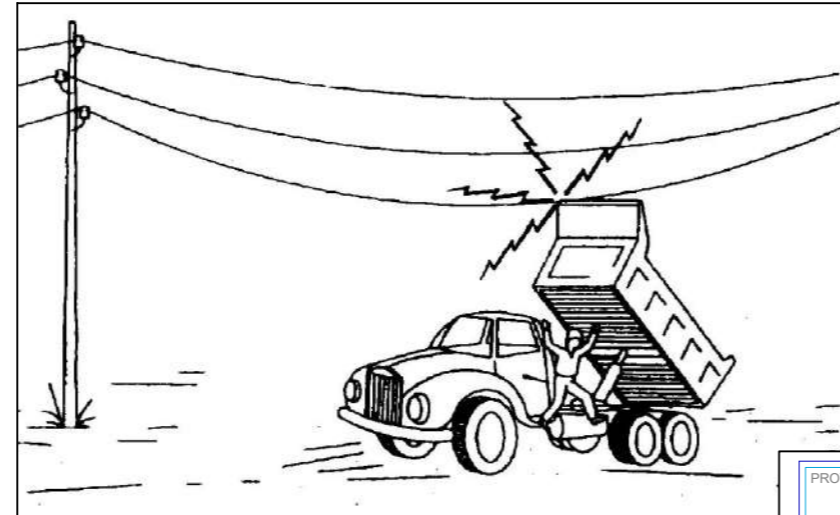
EXCAVACION MANUAL.



FORMAS MAS USUALES DE SEÑALIZACION INTERIOR Y PROTECCION EMPLEADAS EN CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS



2- SI CONTACTO, NO ABANDONE LA CABINA, INTENTE EN PRIMER LUGAR BAJARLO Y ALEJARSE.



3- SI NO CONSIGUE QUE BAJE, SALTE DEL CAMION LO MAS LEJOS POSIBLE.

PROYECTO:

CÁCERES II

DIBUJADO: J.A.E.

REVISADO: A.T.

APROBADO: A.T.

FECHA: MAYO 2023

Nº PLANO:

04

PLANO:

PROTECCIÓN COLECTIVA RIESGOS ELÉCTRICOS

HOJA:

1 de 1

SITUACIÓN:

Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)

ESCALA:

S/E

PROMOTOR:

MACRINA SOLAR 3, S.L.

POTENCIA:

14,52 MW

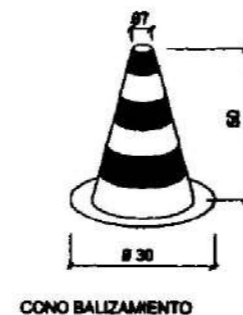
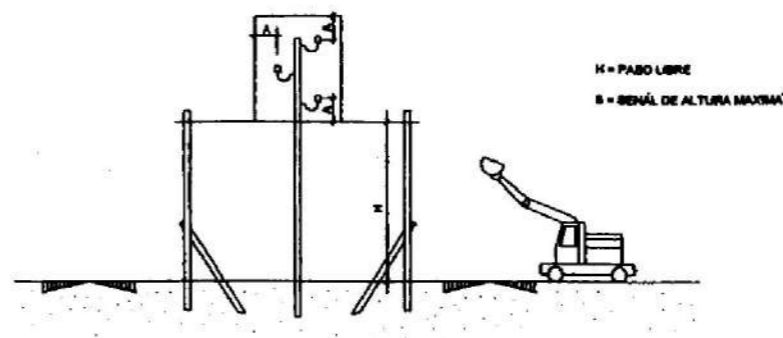
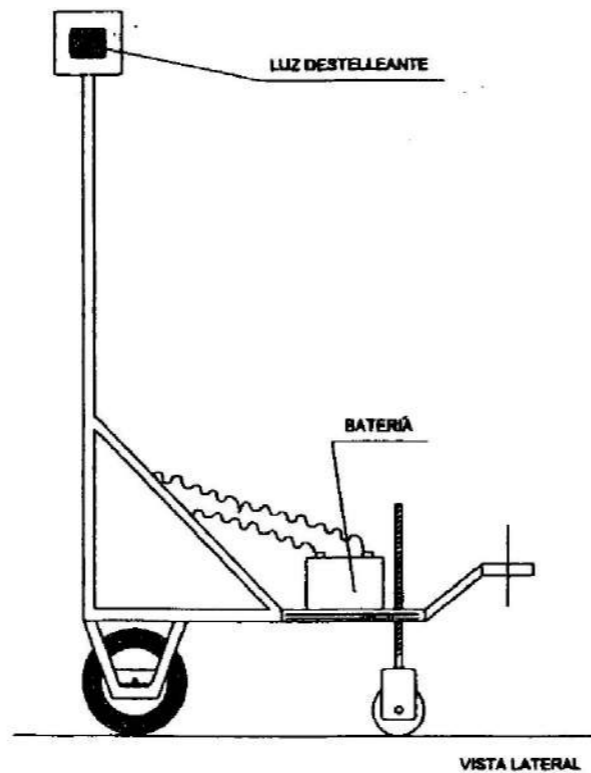
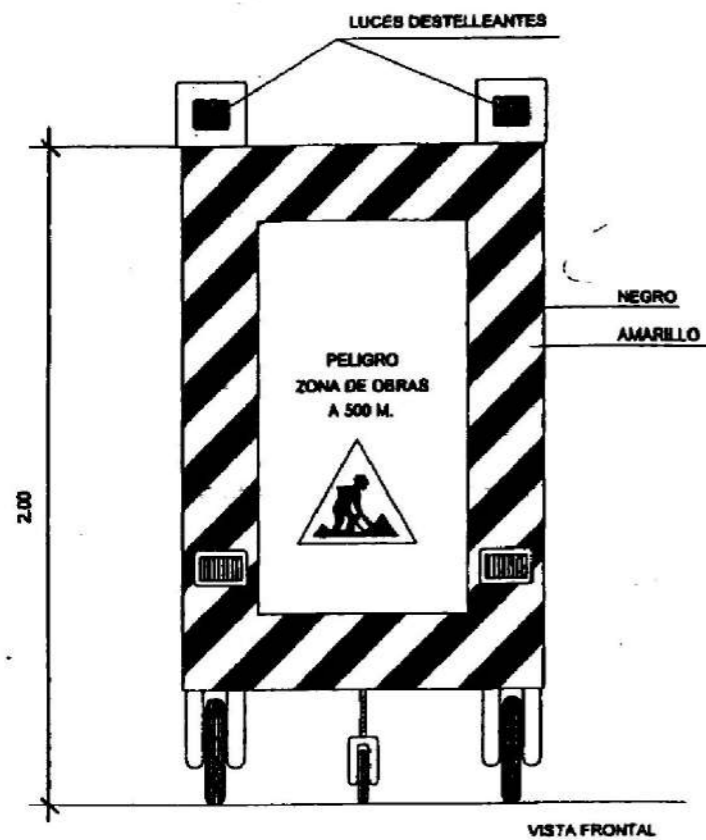
GALILEO

CIRCLE RENEWABLES

PROYECTISTA

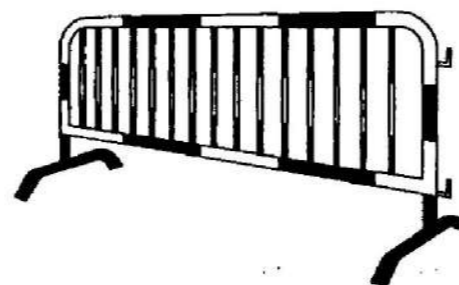
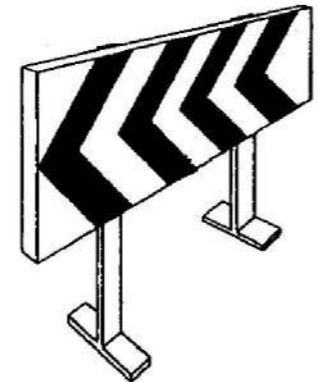
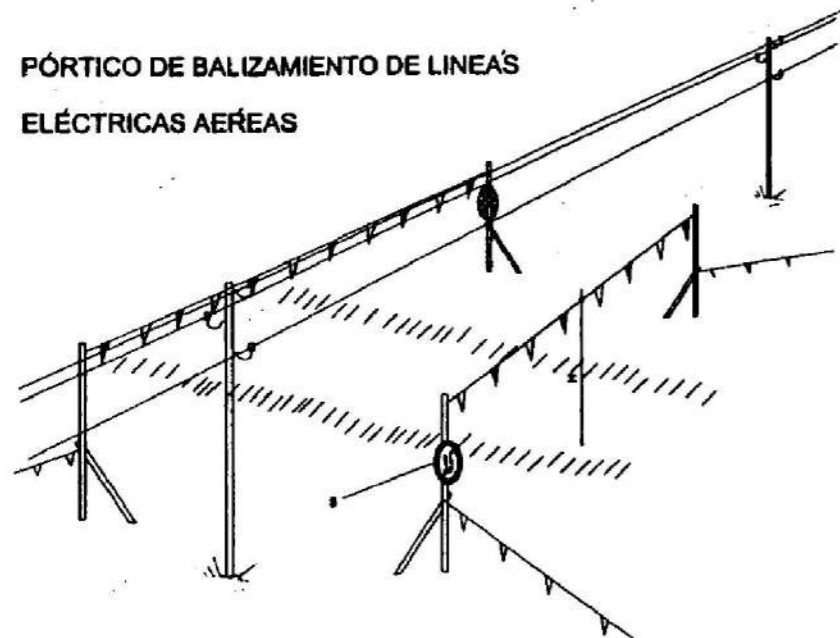
JAIME GOÑI AGUILAR
8225/CO19

SEÑAL MÓVIL DE APROXIMACIÓN A OBRA

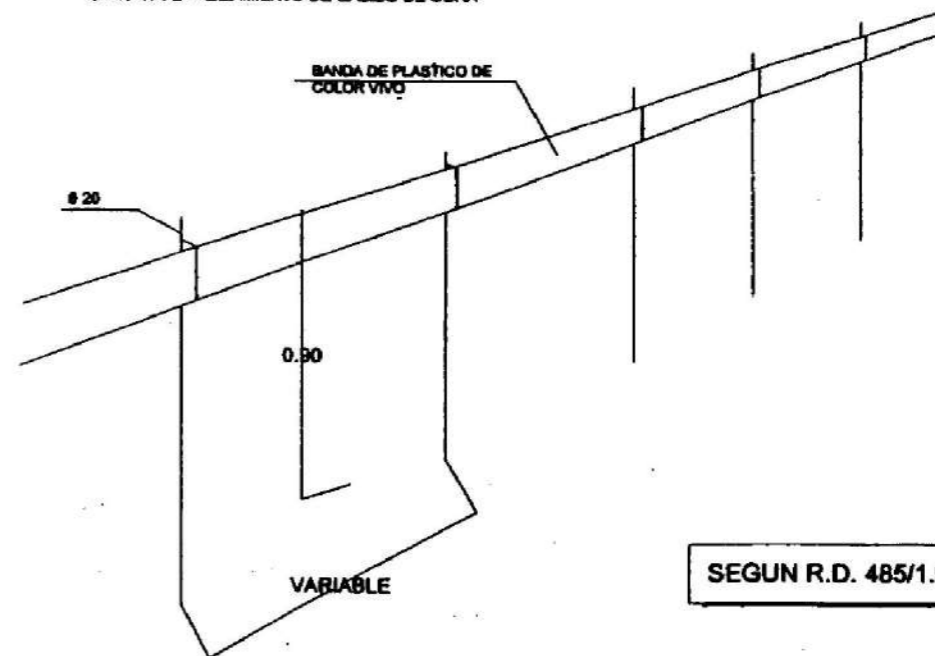


BALIZAMIENTO DE GALIBO DE OBRA

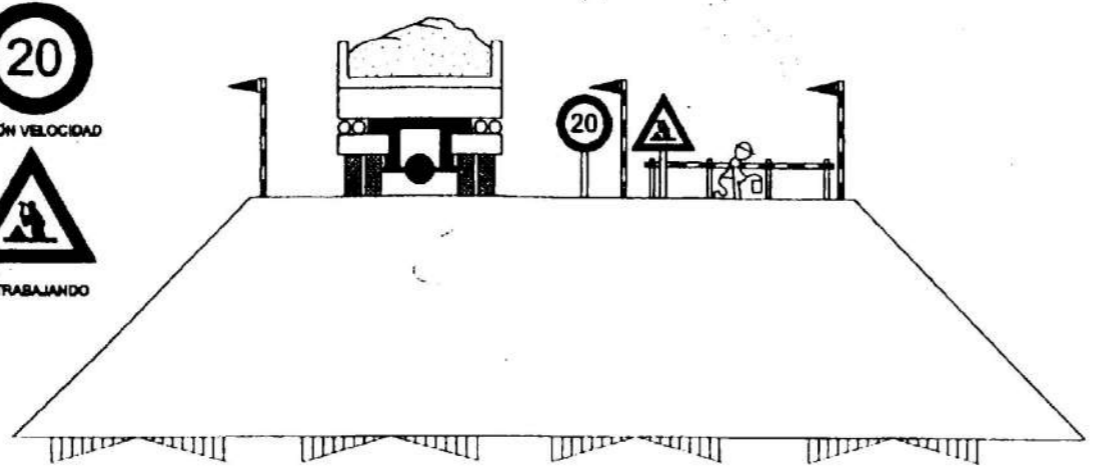
PÓRTICO DE BALIZAMIENTO DE LINEAS ELÉCTRICAS AERÉAS



BANDAS DE BALIZAMIENTO DE GALIBO DE OBRA

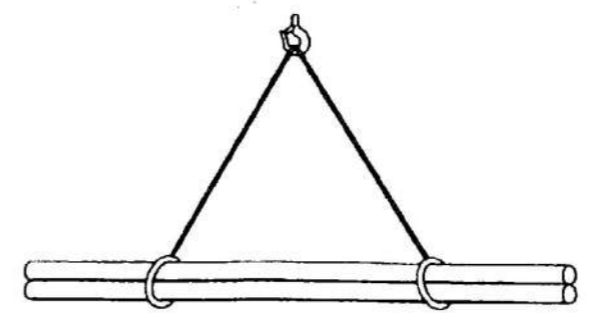
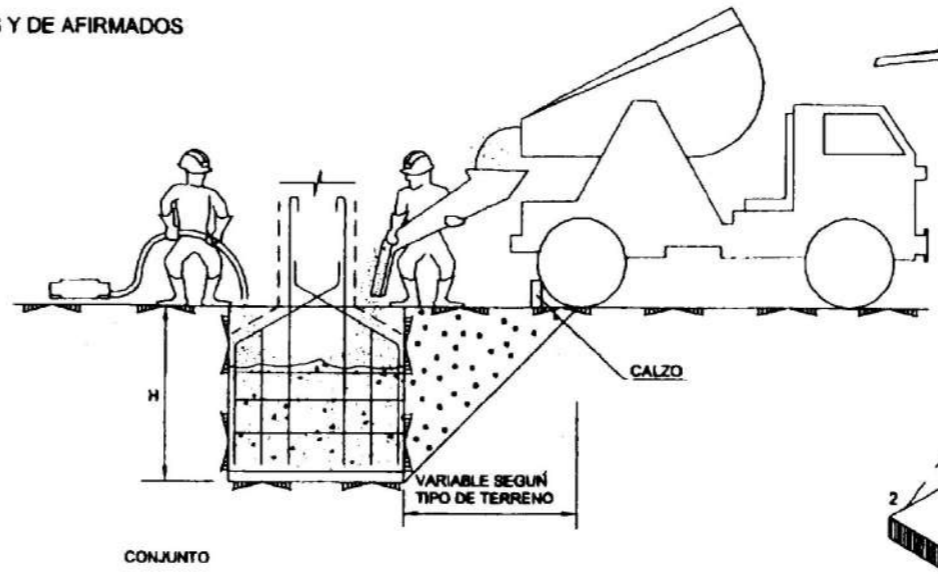
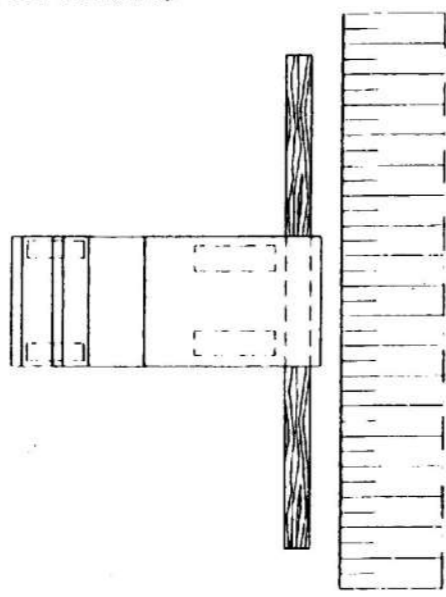


PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.E.		
PLANO:	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	REVISADO:	A.T.	Nº PLANO:		05
SITUACIÓN:	Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)	APROBADO:	A.T.	HOJA:		1 de 1
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3, S.L.	FECHA:	MAYO 2023	ESCALA:	S/E	PROYECTISTA JAIME GOÑI AGUILAR 8225/CO19
		POTENCIA:	14,52 MW			

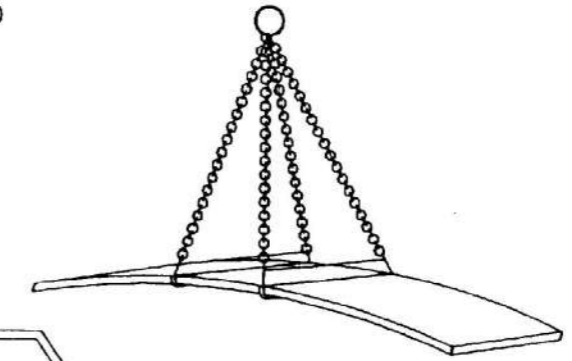


EJECUCIÓN DE TERRAPLENES Y DE AFIRMADOS

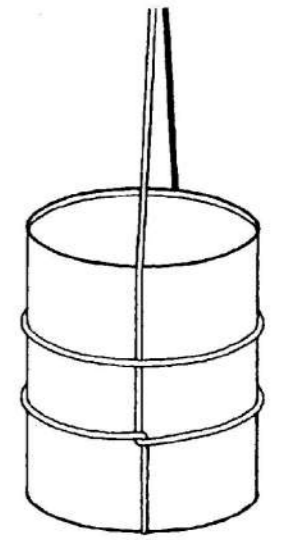
TOPE DE RETROCESO DE VERTIDO DE TIERRAS



CARGA LARGA (DOS ESLINGAS)

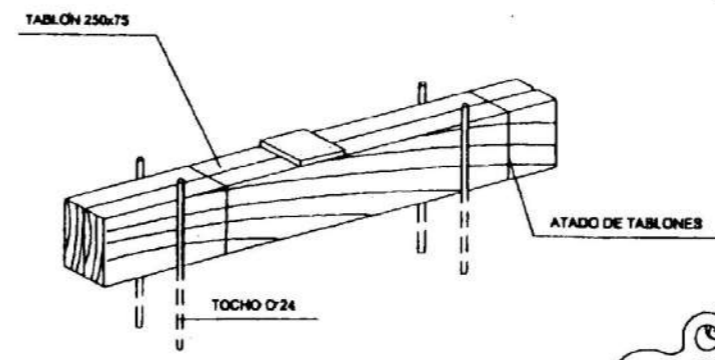
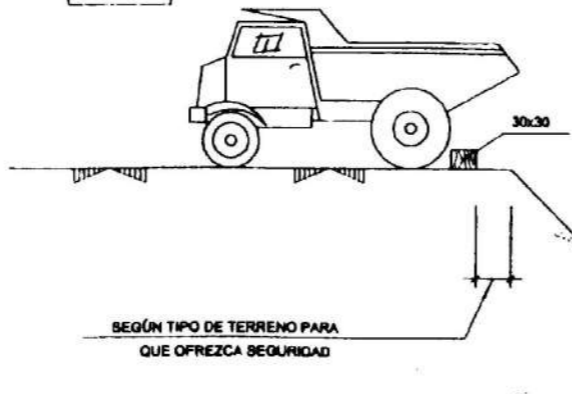
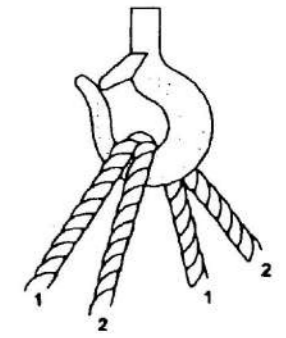
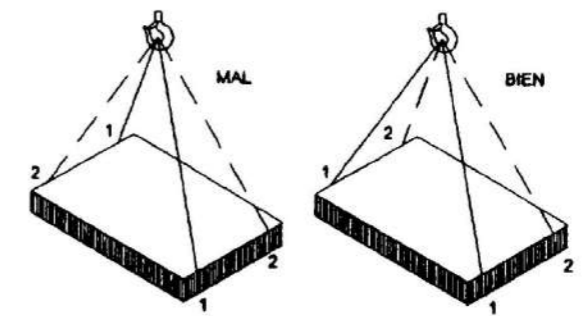
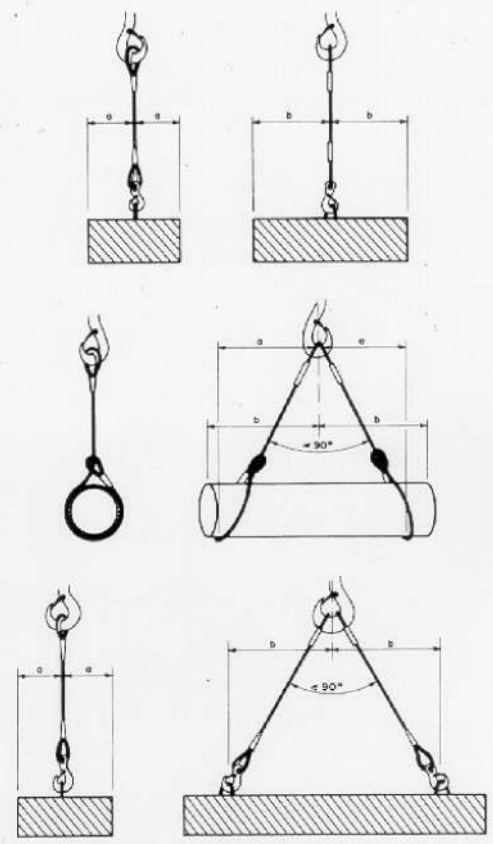


PLANCHA LARGA



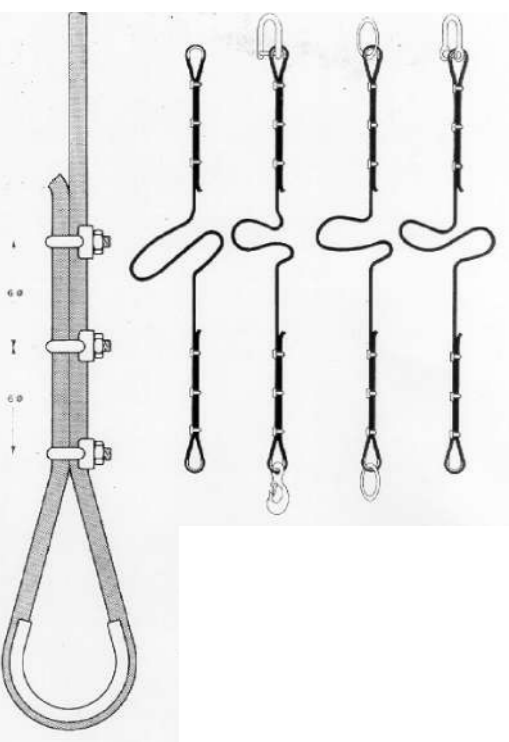
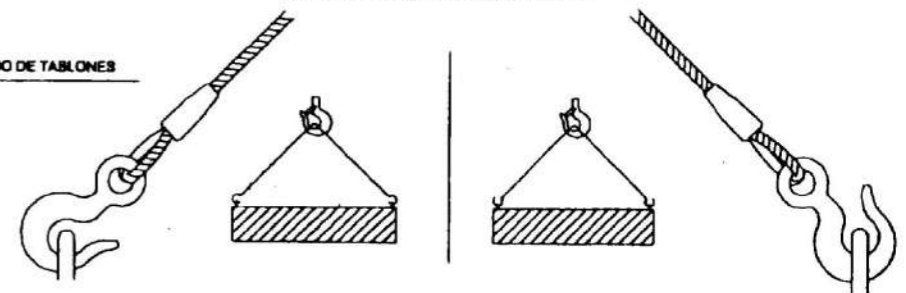
AMARRE DE BIDONES

FORMAS DE SUSTENTACION DE CARGAS



DETALLE DE CALZO

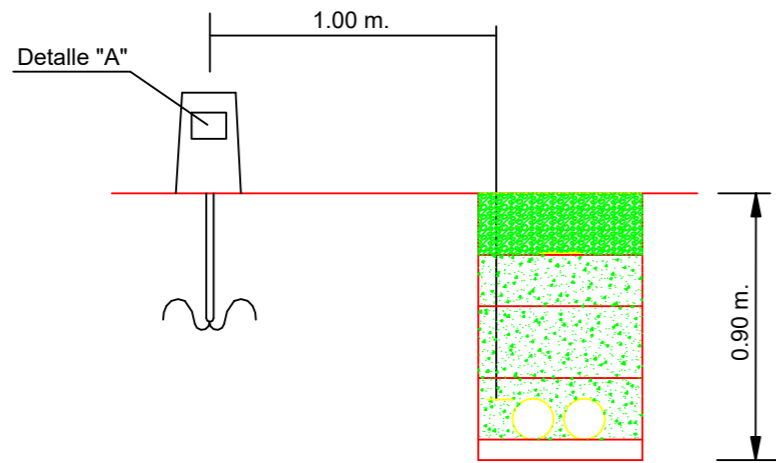
CARGA CON DOS ESLINGAS SIN FIN



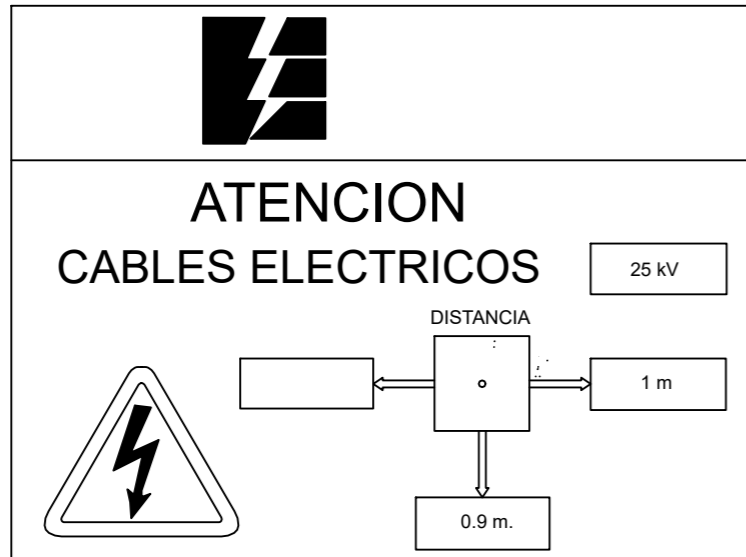
FORMACION DE ESLINGAS	
DISTANCIA ENTRE APRIETOS = 6 Ø S/GROSOR CABLE	
Ø DEL CABLE	Nº RECOMENDADO DE APRIETOS
Hasta 12 mm	3 apr. a 6 diámetros
de 12 a 20 mm	4 apr. a 6 diámetros
de 20 a 25 mm	5 apr. a 6 diámetros
de 25 a 35 mm	6 apr. a 6 diámetros

* - CABLES DE ACERO
 * - LAZOS PROTEGIDOS CON FORRILLO GUARDACABOS
 * - PUEDEN SUSTITUIRSE LOS APRIETOS POR CASQUILLOS SOLDADOS

PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.E.
PLANO:	ESLINGAS SUJECIÓN DE CARGAS		REVISADO:	A.T.
SITUACIÓN:	Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3, S.L.		FECHA:	MAYO 2023
			Nº PLANO:	06
			ESCALA:	S/E
			POTENCIA:	14,52 MW
			PROYECTISTA JAIME GOÑI AGUILAR 8225/CO19	

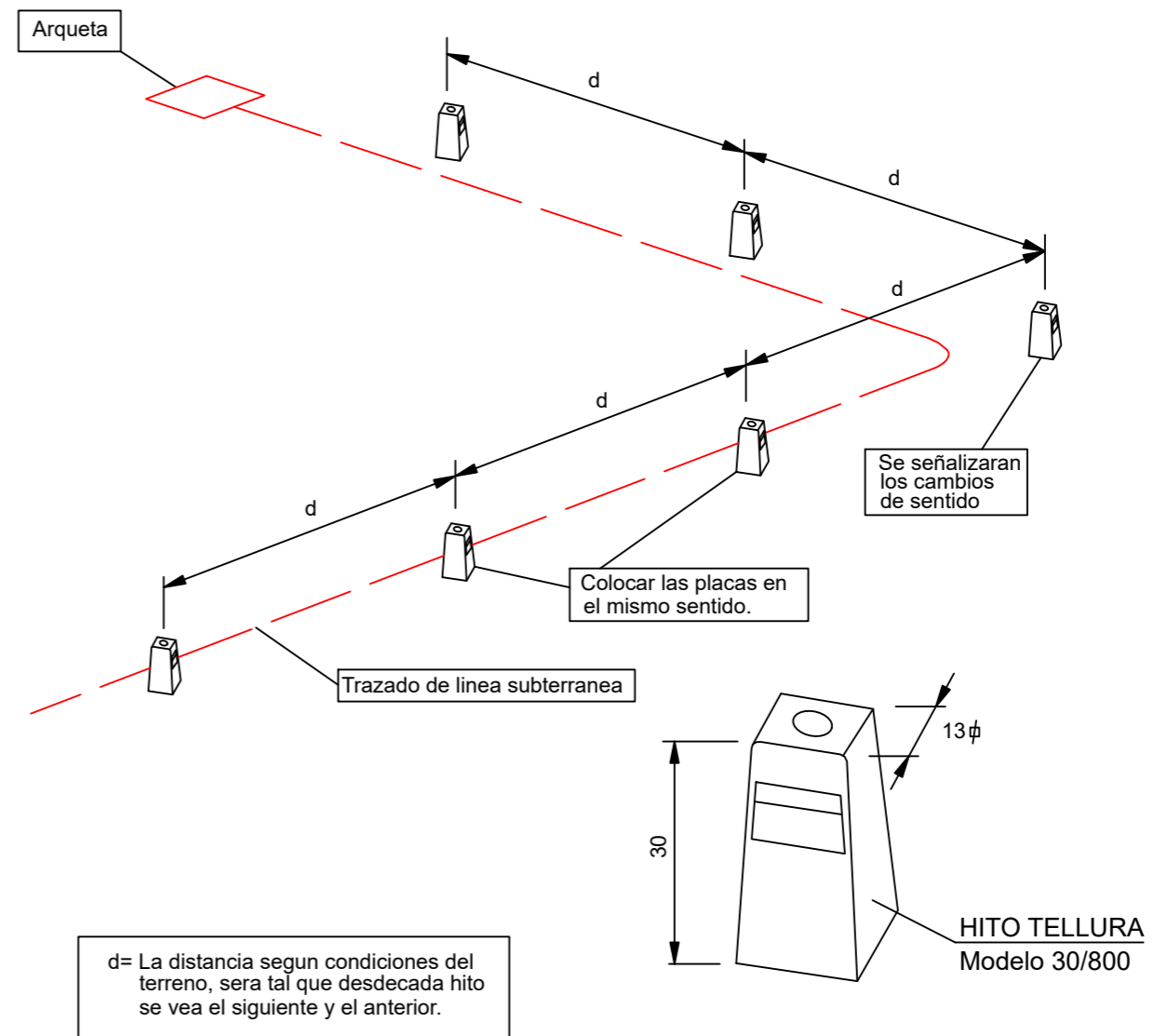


DETALLE "A"



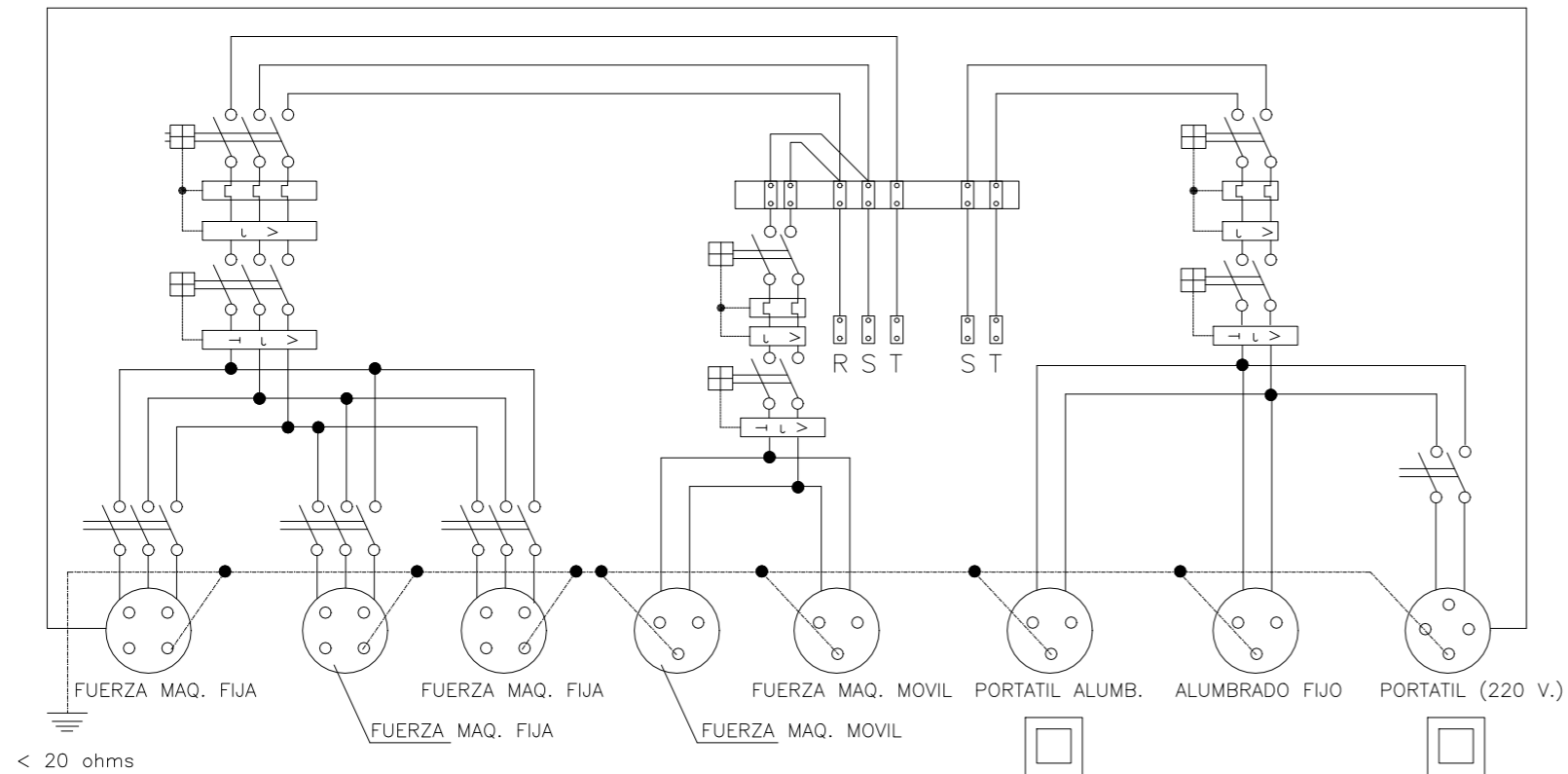
PLACA DE IDENTIFICACION

* DATOS A RELLENAR MEDIANTE TROQUEL.
 PARA POSICIONAR LA ZANJA, SE HARA DE TAL MANERA QUE
 EL SENTIDO QUEDE INDICADO MIRANDO LA PLACA DE FRENTE.



PROYECTO: CÁCERES II	DIBUJADO: J.A.E. REVISADO: A.T. APROBADO: A.T.	 PROYECTISTA JAIME GOÑI AGUILAR 8225/CO19
PLANO: SEÑALIZACIÓN DE ZANJAS	FECHA: MAYO 2023 HOJA: 1 de 1	
SITUACIÓN: Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)	ESCALA: S/E	
PROMOTOR: MACRINA SOLAR 3, S.L.	POTENCIA: 14,52 MW	

ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO ELECTRICO DE OBRA

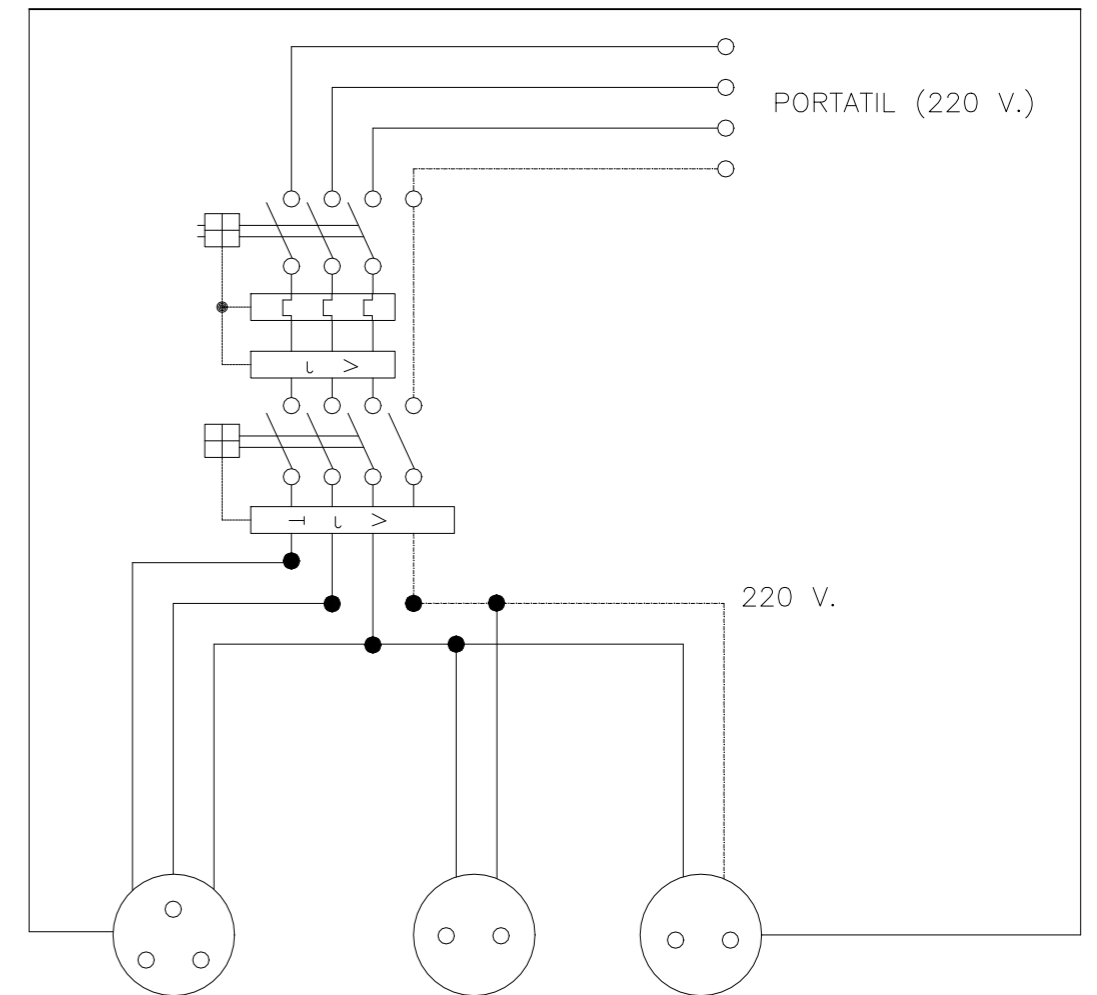
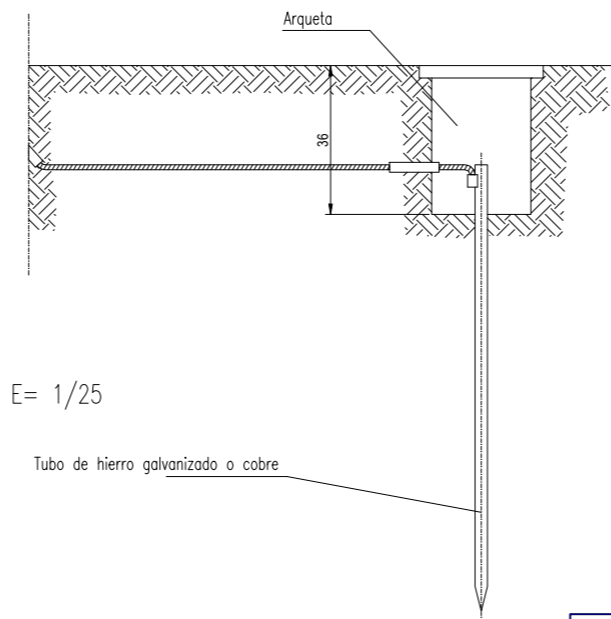


DETALLE DE ARQUETA O REGISTRO DE LA TOMA DE TIERRA

Las picas de acero galvanizado seran como minimo de 25 mm. de diametro.
 Las picas de cobre seran como minimo de 14 mm. de diametro.
 Si se colocan perfiles de acero galvanizado, estos tendran como minimo 60 mm. de lado.
 Los cables de union entre electrodos o entre electrodos y el cuadro electrico de obra, no tendran una seccion inferior a 16 mm².
 Los conductores de proteccion estaran incluidos en la manguera que alimenta las maquinas a proteger y se distinguira por el color de su aislamiento, es decir amarillo/verde.
 La seccion del conductor de proteccion sera como minimo la indicada en la siguiente tabla, para un conductor del mismo metal que el de los conductores

Seccion de los conductores de fase de la instalacion S (mm ²)	Sección mínima de los conductores de proteccion Sp (mm ²)
$S \leq 16$	S
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

activos y que este ubicado en el mismo cable o canalizacion que estos ultimos.
 Si el conductor de proteccion no estuviera ubicado en el mismo cable que los conductores activos, la seccion minima obtenida en la tabla debera ser como minimo 4 mm².



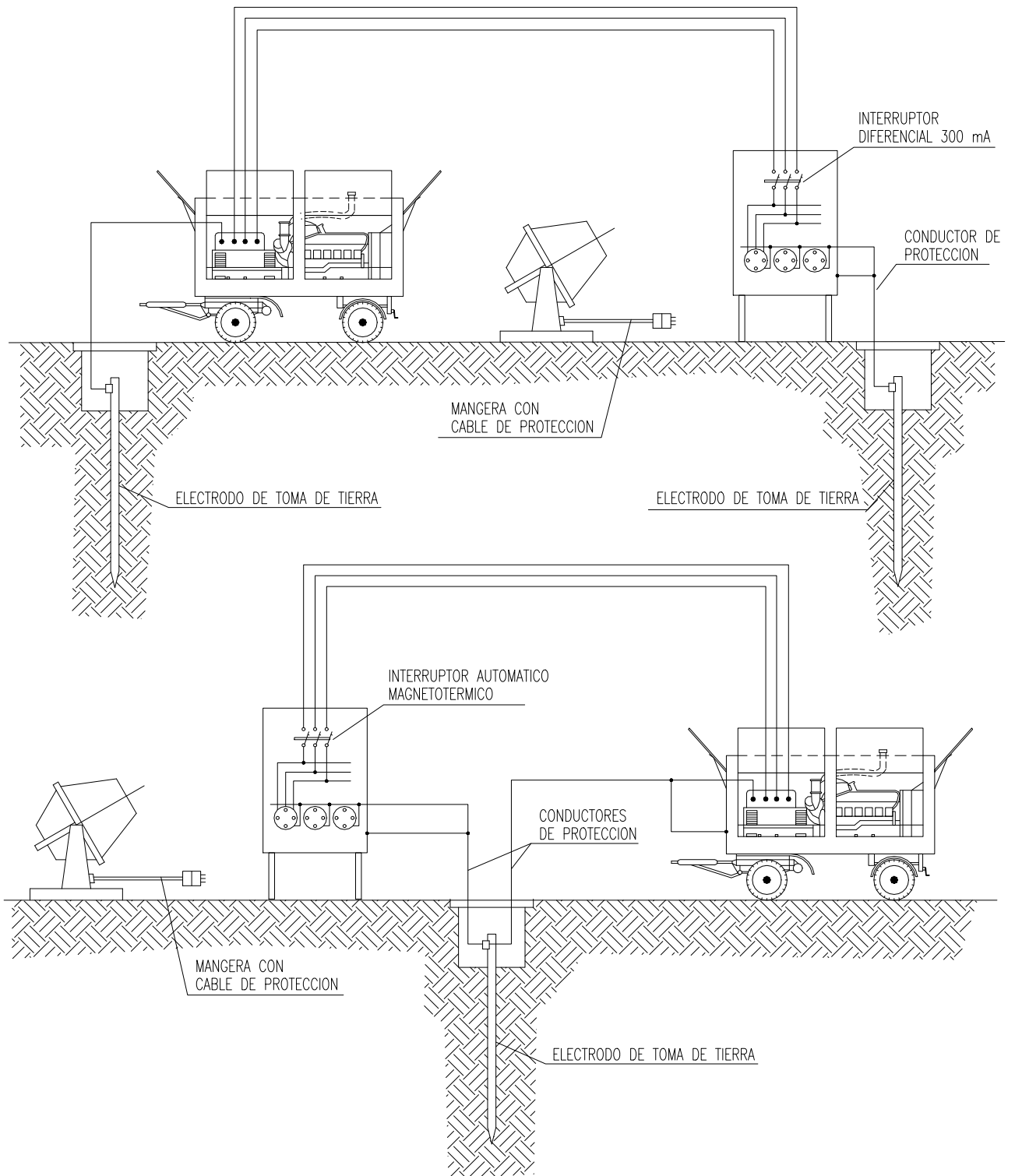
HERRAMIENTAS PORTATILES



Cuadro con proteccion frente a cortocircuitos y corrientes de defecto. Se instalara en las plantas o zonas en donde se precise su utilizacion.

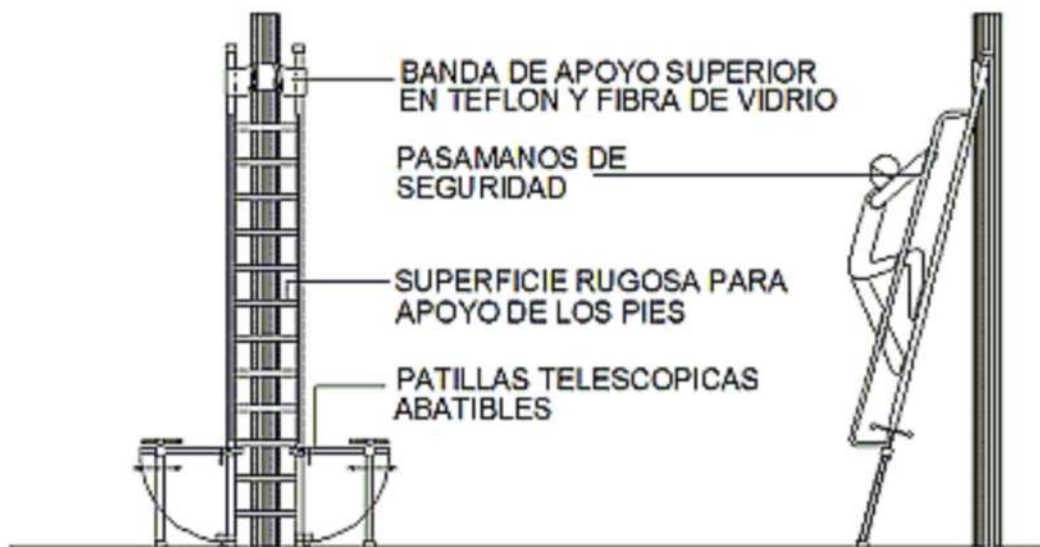
ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO AUXILIAR ELECTRICO DE OBRA PARA MAQUINARIA PORTATIL.



PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.E.	
PLANO:	INSTALACIÓN ELÉCTRICA 1		REVISADO:	A.T.	
SITUACIÓN:	Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.	
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3, S.L.		FECHA:	MAYO 2023	Nº PLANO:
			HOJA:	1 de 1	08
			ESCALA:	S/E	PROYECTISTA
			POTENCIA:	14,52 MW	 JAIME GOÑI AGUILAR 8225/CO19

INSTALACION DE GRUPOS ELECTROGENOS



PROYECTO: <h2 style="text-align: center;">CÁCERES II</h2>	DIBUJADO: J.A.E. REVISADO: A.T. APROBADO: A.T.	
	FECHA: <h3 style="text-align: center;">MAYO 2023</h3>	
PLANO: <h3 style="text-align: center;">INSTALACIÓN ELÉCTRICA 2</h3>	HOJA: <h3 style="text-align: center;">1 de 1</h3>	PROYECTISTA  JAIME GOÑI AGUILAR 8225/CO19
SITUACIÓN: <h3 style="text-align: center;">Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)</h3>	ESCALA: <h3 style="text-align: center;">S/E</h3>	
PROMOTOR: <h3 style="text-align: center;">MACRINA SOLAR 3, S.L.</h3>	POTENCIA: <h3 style="text-align: center;">14,52 MW</h3>	



PROYECTO:	CÁCERES II	DIBUJADO:	J.A.E.	
		REVISADO:	A.T.	
APROBADO:	A.T.	FECHA:	MAYO 2023	
PLANO:	ESCALERAS	HOJA:	1 de 1	Nº PLANO: 10
SITUACIÓN:	Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)	ESCALA:	S/E	PROYECTISTA  JAIME GOÑI AGUILAR 8225/CO19
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3, S.L.	POTENCIA:	14,52 MW	



2. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD: ANEXOS

INDICE

1	ANEXOS	3
1.1	Plan de emergencias en obra	3
1.1.1	Principios Básicos	3
1.1.2	Teléfonos Servicios de Urgencia.....	4

1 ANEXOS

1.1 Plan de emergencias en obra

1.1.1 Principios Básicos

- En el caso de los trabajos itinerantes, asegúrese de conocer y tener a su disposición los teléfonos y direcciones de emergencias, botiquín de primeros auxilios y, en caso de ser necesarios, los extintores adecuados.
- En los casos de obras fijas, asegúrese de conocer desde el primer día si los recorridos de evacuación, las posibles salidas de emergencia, situación de los elementos de lucha contra el fuego, ubicación del botiquín de primeros auxilios, etc...
- En caso de accidente, actúe de acuerdo al protocolo **PAS: PROTEGER – AVISAR – SOCORRER:**
 - ✓ **PROTEGE**, al accidentado y a ti como auxiliador, no incurriendo en riesgos innecesarios y pensando antes de actuar (por ejemplo, no tocaremos directamente a un electrocutado, debiendo cortar la fuente de alimentación de energía si es posible, o retirando al accidentado con algún elemento aislante).
 - ✓ **AVISA**, si las características del accidente lo hacen necesario, a los Servicios de Urgencia de la existencia del accidente, dando los datos del lugar exacto donde ha ocurrido y la gravedad/características del accidente.
 - ✓ **SOCORRE** al accidentado, a la espera de la llegada de los Servicios de Urgencia, o evacuando al accidentado si las características de las lesiones lo permiten (en caso de sospechar la existencia de lesiones graves, **NO MOVER** al accidentado para no agravar las lesiones sufridas, salvo que sea absolutamente necesario por la situación de peligro que pueda existir).

1.1.2 Teléfonos Servicios de Urgencia

Emergencias	112
Bomberos	085
Policía Nacional	091
Policía Local	092
Protección Civil	112
Urgencias Médicas	061
Línea Universal Mutua	900 203 203

Madrid, mayo de 2023.

El Ingeniero Industrial

Jaime Goñi Aguilar

Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

Nº colegiado: 8225/CO19



3.- PLIEGO DE CONDICIONES

INDICE

1	CONDICIONES GENERALES.....	7
1.1	Objeto.....	7
1.2	Disposiciones generales	7
2	CONDICIONES FACULTATIVAS.....	8
2.1	Condiciones legales.....	8
2.2	Delimitación general de funciones técnicas	9
2.2.1	La Dirección Facultativa de la obra	9
2.2.2	El contratista.....	10
2.2.3	El promotor	11
2.3	Obligaciones y derechos generales del contratista	13
2.3.1	Verificación de los documentos del proyecto	13
2.3.2	Seguridad.....	13
2.3.3	Datos de la obra.....	14
2.3.4	Oficina en la obra	14
2.3.5	Representación del contratista.....	15
2.3.6	Presencia del contratista en la obra	15
2.3.7	Mejoras y variaciones del proyecto.....	16
2.3.8	Trabajos no estipulados expresamente	16
2.3.9	Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto 16	
2.3.10	Reclamaciones contra las Órdenes de la Dirección Facultativa	16
2.3.11	Recusación por el contratista del personal nombrado por el director de obra.....	17
2.3.12	Faltas del personal	17
2.3.13	Indemnizaciones por cuenta del contratista.....	17
2.3.14	Gastos por cuenta del contratista.....	18

2.4	Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares.....	18
2.4.1	Camino y accesos	18
2.4.2	Organización	19
2.4.3	Subcontratación de obras	20
2.4.4	Facilidades para la realización de los trabajos	21
2.4.5	Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor	21
2.4.6	Prórroga por causa de fuerza mayor.....	21
2.4.7	Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra	21
2.4.8	Condiciones Generales de Ejecución de los Trabajos.....	22
2.4.9	Obras ocultas.....	22
2.4.10	Trabajos defectuosos	22
2.4.11	Vicios ocultos.....	23
2.4.12	Procedencia de los materiales y de los aparatos.....	23
2.4.13	Presentación de muestras	23
2.4.14	Materiales no utilizables.....	23
2.4.15	Materiales y aparatos defectuosos.....	24
2.4.16	Gastos ocasionados por pruebas y ensayos	24
2.4.17	Limpieza de las obras.....	24
2.4.18	Obras sin prescripciones.....	24
2.4.19	Obras provisionales	24
2.4.20	Vertederos	25
2.4.21	Explosivos	26
2.4.22	Servidumbres y servicios afectados	26
2.5	Varios	27
2.5.1	Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios	27
2.5.2	Unidades de obra defectuosas, pero aceptables.....	27

2.5.3	Seguro de obras	27
2.5.4	Conservación de la obra	28
3	CONDICIONES ECONÓMICO - ADMINISTRATIVAS.....	29
3.1	Criterios de medición	29
3.2	Criterios de valoración	29
3.3	Precios contradictorios	29
3.4	Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios.....	29
3.5	Revisión de los precios contratados	30
3.6	Acopio de materiales.....	30
3.7	Tipo de convenio.....	30
3.8	Liquidación final de obra	30
3.9	Certificado final.....	30
3.10	Administración.....	30
3.10.1	Obras por Administración Directa	30
3.10.2	Obras por Administración Delegada	31
3.10.3	Liquidación de obras por Administración	31
3.10.4	Abono al contratista de las cuentas de Administración Delegada.....	32
3.11	Normas para la adquisición de materiales y aparatos.....	32
3.12	Responsabilidad del contratista en el bajo rendimiento de los obreros.....	33
3.13	Responsabilidades del contratista.....	33
3.14	Plazo de ejecución.....	33
3.15	Certificaciones parciales	34
3.16	Sanciones.....	34
3.17	Recepción provisional	34
3.18	Periodo de garantía.....	35
3.19	Recepción definitiva.....	35
3.20	Abonos	35

3.20.1	Pagos de la obra.....	35
3.20.2	Abono de materiales acopiados.....	36
3.21	Liquidación de la obra.....	36
4	CONDICIONES TÉCNICAS. OBRA CIVIL.....	36
4.1	Especificación de materiales	36
4.1.1	General	36
4.1.2	Rellenos.....	38
4.1.3	Hormigonado y armado.....	39
4.2	Especificación de ejecución	45
4.2.1	General	45
4.2.2	Excavaciones y rellenos	47
4.2.3	Obras de hormigón.....	56
5	CONDICIONES TÉCNICAS. INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA	75
5.1	Especificación de materiales	75
5.1.1	Aparellaje de Baja Tensión y equipos auxiliares	75
5.1.2	Aparellaje de Media Tensión y equipos auxiliares.....	76
5.2	Especificación de ejecución	78
5.2.1	Red de Baja Tensión	78
5.2.2	Red de Media Tensión.....	79
6	CONDICIONES TÉCNICAS. EQUIPOS PRINCIPALES.....	80
6.1	Paneles fotovoltaicos.....	80
6.2	Inversores	80
6.3	Pruebas y ensayos.....	80
6.4	Subestación eléctrica transformadora 30/400 kV.....	81
6.4.1	Embarrados y conexiones.....	81
6.4.2	Aparamenta	81
6.4.3	Transformadores de potencia y reactancia	82

6.4.4	Celdas blindadas 30 kV	82
6.4.5	Cables de potencia.....	83
6.4.6	Cables de fuerza y control.....	83
6.4.7	Puesta a tierra	84
7	DISPOSICIÓN FINAL	85

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 7 de 85

1 CONDICIONES GENERALES

1.1 Objeto

Son objeto del presente Pliego de Condiciones regular las obras de ejecución de la Planta Solar Fotovoltaica Cáceres II 15 MW, localizado en el polígono 14, parcela 11 del T.M. de Casar de Cáceres (Cáceres), fijando los niveles facultativos, económicos, técnicos y de calidad exigibles, precisando las intervenciones que corresponden, según el contrato y con arreglo a la legislación vigente, al promotor o dueño de la obra, al contratista o constructor de la misma, sus técnicos y encargados, a la Dirección Facultativa (director de obra, director de ejecución de obra y otros técnico nombrados por los mismos), así como las relaciones entre todos ellos y sus correspondientes obligaciones en orden al cumplimiento del contrato de obra.

1.2 Disposiciones generales

El contratista está obligado al cumplimiento de la reglamentación del trabajo correspondiente, la contratación del seguro obligatorio, subsidio familiar y de vejez, seguro de enfermedad y todas aquellas reglamentaciones de carácter social vigentes o que en lo sucesivo se dicten. En particular, deberá cumplir lo dispuesto en la Norma UNE 24042 “Contratación de obras. Condiciones Generales”, siempre que no lo modifique el presente Pliego de Condiciones.

2 CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1 Condiciones legales

Las obras del proyecto, además de lo prescrito en el presente Pliego de Condiciones, se regirán por lo especificado en:

- Artículo 1588 y siguientes del Código Civil, en los casos que sea procedente su aplicación al contrato de que se trate.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (R.D. 842/2002 del 2 de agosto).
- 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.
- Normas Administrativas y Técnicas para el Funcionamiento y Conexión a Redes Eléctricas de Centrales Hidroeléctricas de hasta 5.000 kVA y Centrales de Autogeneración Eléctrica (Orden de 5 de septiembre de 1985), (B.O.E. 219, de 12 de septiembre de 1985).
- Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- Instrucciones complementarias: O.M. de 15 de marzo de 1963, (B.O.E., 2 de abril de 1963). Corrección de errores: B.O.E. 7 de marzo de 1962.
- Ley de prevención de Riesgos Laborales, 31/1995, de 8 de noviembre. (B.O.E. 269, del 10 de noviembre). Modificado por: Ley 50/1998, Ley 39/1999, R.D. legislativo 5/2000, Ley 54/2003, R.D. 171/2004.
- Reglamento de los Servicios de Prevención, R.D. 39/1997, de 17 de enero. (B.O.E. 31.01.1997). Modificado por: O.M. del 22, abril de 1997, O.M. del 27, de junio de 1997, R.D. 780/7998, del 30 de abril (B.O.E. del 1 de mayo de 1998), R.D. 1161/2001, del 26 de octubre. Orden TAS/192/2002, del 31 de enero, R.D. 171/2004, del 30 de enero.
- Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación. (B.O.E. 266 del 6 de noviembre de 1999). Modificada por:

- Ley del 8/1999, del 6 de abril.
- Ley del 24/2001, del 27 de diciembre.
- Ley del 53/2002, del 30 de diciembre de 2002.
- Cuantos preceptos sobre Seguridad e Higiene en el Trabajo contengan las Ordenanzas Laborales, Reglamentos de Trabajo, Convenios Colectivos y Reglamentos de Régimen Interior en vigor.

2.2 Delimitación general de funciones técnicas

2.2.1 La Dirección Facultativa de la obra

Las funciones de la Dirección Facultativa, de la que formarán parte la dirección de obra y de ejecución de la obra y otros técnicos nombrados por la primera, en orden a la dirección, control y vigilancia de las obras que fundamentalmente afectan a sus relaciones con el contratista, son las siguientes:

- Exigir al contratista, directamente o a través del personal a sus órdenes, el cumplimiento de las condiciones contractuales.
- Garantizar la ejecución de las obras con estricta sujeción al proyecto aprobado, o modificaciones debidamente autorizadas, y el cumplimiento del programa de trabajos.
- Definir aquellas condiciones técnicas que los Pliegos de Prescripciones correspondientes dejan a su decisión.
- Resolver todas las cuestiones técnicas que surjan en cuanto a interpretación de planos, condiciones de materiales y de ejecución de unidades de obra, siempre que no se modifiquen las condiciones del contrato.
- Estudiar las incidencias o problemas planteados en las obras que impidan el normal cumplimiento del contrato o aconsejen su modificación, tramitando, en su caso, las propuestas correspondientes.
- Proponer las actuaciones procedentes para obtener, de los organismos oficiales y de los particulares, los permisos y autorizaciones necesarios para la ejecución de las obras y ocupación de los bienes afectados por ellas, y resolver los problemas planteados por los servicios y servidumbres relacionados con las mismas.
- Asumir personalmente y bajo su responsabilidad, en casos de urgencia o gravedad, la dirección inmediata de determinadas operaciones o trabajos en curso; para lo cual el contratista deberá poner a su disposición el personal y material de la obra.
- Acreditar al contratista las obras realizadas, conforme a lo dispuesto en los documentos del contrato.

- Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución.
- Participar en las recepciones provisional y definitiva y redactar la liquidación de las obras, conforme a las normas legales establecidas.
- Comprobar que los sistemas de protección sean adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el “Plan de Seguridad e Higiene” y sus anexos, para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del contratista.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad e higiene en el trabajo, controlando su correcta ejecución.
- Realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al contratista, impartándole, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia, adoptará las medidas que corresponda.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas ya la liquidación final de obra.
- Suscribir el certificado final de obra.

2.2.2 El contratista

El contratista estará obligado a prestar su colaboración al director de obra para el normal cumplimiento de las funciones a éste encomendadas.

Cuando en los Pliegos Particulares del contrato se exija una titulación determinada al jefe de obra del contratista o la aportación de personal facultativo bajo la dependencia de aquél, el director de obra vigilará el estricto cumplimiento de tal exigencia en sus propios términos.

La dirección de las obras podrá suspender los trabajos, sin que de ello se deduzca alteración alguna de los términos y plazos del contrato, cuando no se realicen bajo la dirección del personal facultativo designado para los mismos.

La dirección de las obras podrá exigir del contratista la designación de nuevo personal facultativo cuando así lo requieran las necesidades de los trabajos. Se presumirá existe siempre dicho requisito en los casos de incumplimiento de las órdenes recibidas o negativas a suscribir, con su

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 11 de 85


conformidad o reparos, los documentos que reflejen el desarrollo de las obras, como partes de situación, datos de medición de elementos a ocultar, resultados de ensayos, órdenes de la dirección y análogos definidos por las disposiciones del contrato o convenientes para un mejor desarrollo del mismo.

Corresponde al contratista:

- 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, 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 por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad y salud en el trabajo.
- Suscribir con la Dirección Facultativa el acta de replanteo de la obra.
- Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina 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 rechazando por iniciativa propia, o por prescripción del director de ejecución de obra, 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 al Director de Ejecución de obra, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- Suscribir con el promotor las actas de recepción provisional y definitiva.
- Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra y aquellos otros previstos en la legislación vigente, en particular en la “Ley de Ordenación de la Edificación”.

2.2.3 El promotor

Es aquella persona física, jurídica, pública o privada que se propone ejecutar, con los cauces legales establecidos, una obra. También recibe el nombre de Propiedad o Propietario.

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez Nº 90, 28006 Madrid.	Página 11 de 85	
---	-----------------	---

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 12 de 85

Podrá exigir a la Dirección Facultativa que desarrolle sus iniciativas en forma técnicamente adecuada para la ejecución de la obra, dentro de las limitaciones legales existentes. El promotor o Propietario, de acuerdo con lo que establece el Código Civil, podrá desistir en cualquier momento de la realización de las obras, sin perjuicio de las indemnizaciones que, en su caso, deba satisfacer.

Está obligado a comunicar al director de obra la concesión de Licencia, remitiéndole fotocopia de la misma, pues en caso contrario, la Dirección Facultativa podrá paralizar las obras en cuanto tenga conocimiento del incumplimiento, con los consiguientes perjuicios que pudieran derivarse, de los que sólo responderá y será responsable el promotor.

El promotor estará obligado a abonar las Certificaciones de obras o suministrar los recursos necesarios para la buena marcha de la ejecución del modo y forma que se haya establecido en el contrato correspondiente.

Asimismo, está obligado a facilitar al director de obra copia del contrato a efecto de que éste certifique de acuerdo con lo pactado. En caso de no ser facilitado este documento, la Dirección Facultativa certificará según su criterio, e independientemente de lo preestablecido entre Propiedad y contratista.

El promotor está obligado a satisfacer, en el momento oportuno, todos los honorarios que se hayan devengado, según la tarificación vigente, en los Colegios Profesionales respectivos, por proyecto y dirección de las obras, según queda establecido en los contratos de prestación de servicios entre técnico y Propiedad.

El promotor se abstendrá en todo momento de ordenar la ejecución de obra alguna sin la autorización previa del equipo técnico facultativo, o Dirección Facultativa, asumiendo en caso contrario las responsabilidades que de ello pudieran derivarse.

Igualmente, está obligado a no introducir modificaciones en la obra sin la autorización del director de obra, así como de producir modificaciones o ampliaciones en la misma con posterioridad al Certificado de su terminación sin contar con la debida asistencia facultativa.

Deberá dar a las obras el uso para el que fueron proyectadas, no dedicándolas a otras funciones que pudieran afectar a la seguridad de la construcción, por no estar previstas en el encargo desarrollado en el proyecto.

2.3 Obligaciones y derechos generales del contratista

2.3.1 Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el contratista 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.

2.3.2 Seguridad

El contratista, a la vista del proyecto de ejecución, del que forma parte el “Estudio de Seguridad y Salud”, presentará el “Plan de Seguridad y Salud” de la obra a la aprobación de la Dirección Facultativa.

2.3.2.1 Seguridad en el trabajo

El contratista está obligado a cumplir las condiciones que se indican en el apartado “f” del párrafo 3.1. este Pliego de Condiciones y cuantas en esta materia fueran de pertinente aplicación. Asimismo, deberá proveer cuanto fuese preciso para el mantenimiento de las máquinas, herramientas, materiales y útiles de trabajo en debidas condiciones de seguridad.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceitera, útiles limpiadores, etc., que se utilicen no deben ser de material conductor. Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en suelas

El personal está obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigidos para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como el casco, gafas, banqueta aislante, etc., pudiendo el director de obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El director de obra podrá exigir, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El director de obra podrá exigir al contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social en la forma legalmente establecida.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 14 de 85

2.3.2.2 Seguridad pública

El contratista deberá tomar las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo, siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El contratista mantendrá póliza de seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc., que en uno y otro pudieran incurrir para el contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

2.3.3 Datos de la obra

Se entregará al contratista una copia de los planos y del Pliego de Condiciones del proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la obra.

El contratista podrá sacar copia a su costa de la memoria, presupuesto y anexos del proyecto, así como de segundas copias de todos los documentos.

El contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al director de obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al director de obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones sustanciales en los datos fijados en el proyecto, salvo aprobación previa por escrito del director de obra.

2.3.4 Oficina en la obra

El contratista habilitará en la obra una oficina en la que existirá una mesa o tablero adecuado, en el que pueda extenderse y consultarse los planos. En dicha oficina, el contratista tendrá siempre a disposición de la Dirección Facultativa los siguientes documentos:

- El proyecto de Ejecución completo, incluidos los complementos o modificados que en su caso redacte el director de obra.
- La Licencia de obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad e Higiene.

- El Libro de Incidencias.
- El Reglamento y Ordenanza de Seguridad e Higiene en el Trabajo.
- La documentación de los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros durante la obra.

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

2.3.5 Representación del contratista

El contratista 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 represarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan al contratista. Serán sus funciones las del contratista.

Cuando la importancia de las obras lo requiera, y así se consigne en el Pliego de "Condiciones Particulares Facultativas", el jefe de obra del contratista será un facultativo de grado superior o grado medio, según los casos.

El Pliego de Condiciones particulares determinará el personal facultativo o especialista que se obligue al contratista a mantener en la obra, como mínimo, y el tiempo de dedicación comprometido.

El incumplimiento de esta obligación o, en general, la falta de cualificación suficiente por parte del personal, según la naturaleza de los trabajos, facultará al director de obra para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

El contratista presentará a la Dirección Facultativa una relación completa de todo su personal en obra, así como notificación por escrito de cualquier cambio que se produzca durante la ejecución de la misma.

2.3.6 Presencia del contratista en la obra

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 Facultativa en las visitas que haga 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.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 16 de 85

2.3.7 Mejoras y variaciones del proyecto

No se considerarán como mejoras ni variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el director de obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

2.3.8 Trabajos no estipulados expresamente

Es obligación del contratista el ejecutar estos trabajos cuando sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de proyecto, siguiendo siempre, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo que disponga el director de obra dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

2.3.9 Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto

Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán precisamente por escrito al contratista, estando éste 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 Facultativa.

Cualquier reclamación que, en contra de las disposiciones tomadas por ésta, crea oportuno hacer el contratista, habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al contratista el correspondiente justificante, si este lo solicitase.

El contratista podrá requerir de la Dirección Facultativa las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

2.3.10 Reclamaciones contra las Órdenes de la Dirección Facultativa

Las reclamaciones que el contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas a través del director de obra, 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 director de obra, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

2.3.11 Recusación por el contratista del personal nombrado por el director de obra

El contratista no podrá recusar a la Dirección Facultativa o personal encargado por ésta 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.

2.3.12 Faltas del personal

El director de obra, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

El contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros contratistas e industriales, con sujeción, en su caso, a los estipulado en el Pliego de Condiciones particulares y sin perjuicio de sus obligaciones como contratista general de la obra.

2.3.13 Indemnizaciones por cuenta del contratista

Se regirán por lo que disponga el artículo 134 de Reglamento General de Contratación del Estado y por su cláusula 12 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

En especial, el contratista deberá reparar por su cuenta los servicios públicos o privados que resulten deteriorados, indemnizando a las personas o a los propietarios perjudicados. El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar la contaminación de ríos, lagos y depósitos de agua, así como la del medio ambiente por la acción de combustibles, aceites, humos, etc., y será responsable de los daños y perjuicios que se puedan causar.

El contratista deberá mantener durante la ejecución de la obra los servicios afectados y habrá de restablecerlos a su finalización, siendo a cuenta del contratista los trabajos necesarios para tal fin.

El contratista adoptará las medidas necesarias para evitar que durante la realización de las obras se alteren los servicios existentes. En ningún caso tendrá derecho al cobro de las obras realizadas en sustitución o reparación de los servicios existentes y será responsable de los daños y perjuicios que se puedan causar.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 18 de 85

2.3.14 Gastos por cuenta del contratista

Además de los gastos y tasas que se citan en las cláusulas 13 y 38 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales, irán a cargo del contratista, si en este Pliego o en el contrato no se prevé explícitamente lo contrario, los siguientes gastos:

- Gastos correspondientes a instalaciones y equipos de maquinaria.
- Gastos de construcción y retirada de toda clase de construcciones auxiliares, instalaciones, herramientas, etc.
- Gastos de alquiler o adquisición de terrenos para depósitos de maquinaria y materiales.
- Gastos de protección de los materiales acopiados y de la propia obra contra todo deterioro.
- Gastos de montaje, conservación y retirada de instalaciones para el suministro de agua y energía eléctrica necesarias para la ejecución de las obras, así como los derechos, tasas o impuestos de toma, contadores, etc.
- Gastos de explotación y utilización de préstamos, canteras y vertederos.
- Gastos de retirada de materiales y rechazados, evacuación de restos, limpieza general de la obra y zonas adyacentes afectadas por la misma, etc.
- Gastos de permisos o licencias necesarias para la ejecución, excepto las correspondientes a la expropiación y a servicios afectados.
- Cualquier otro tipo de gastos no especificados se considerará incluido en los precios unitarios contratados.
- Será obligatoria la colocación a cargo del contratista de las vallas perimetrales provisionales de protección, de características a definir por la Dirección Facultativa, que permanecerá hasta que la administración ordene su retirada. Se colocará también la señalización necesaria de prohibición de acceso a la obra para toda persona ajena a la misma.

2.4 Prescripciones generales relativas a los trabajos, a los materiales y a los medios auxiliares

2.4.1 Caminos y accesos

El contratista dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. La Dirección Facultativa podrá exigir su modificación o mejora.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 19 de 85

2.4.2 Organización

El contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente están establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El contratista deberá, sin embargo, informar al director de obra de todos los planes de organización técnica de la obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le dé éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración, el contratista deberá dar cuenta diaria al director de obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5% de los normales en el mercado, solicitará la aprobación previa del director de obra, quien deberá responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo caso de reconocida urgencia, en los que se dará cuenta posteriormente.

2.4.2.1 Organización del trabajo

El contratista ordenará los trabajos en la forma más eficaz para su perfecta ejecución y siguiendo las indicaciones del presente Pliego de Condiciones.

2.4.2.2 Recepción del material

El director de obra, de acuerdo con el contratista, dará su aprobación a los materiales suministrados y confirmará su validez para una instalación correcta. La vigilancia y conservación de los materiales, será por cuenta del contratista.

2.4.2.3 Replanteo

El director de obra, una vez que el contratista esté en posesión del proyecto y antes de comenzar las obras, deberá realizar el replanteo de la misma, con especial atención a los puntos singulares. Se levantará acta, por duplicado, firmada por el director de obra y el representante del contratista.

Los gastos derivados de las operaciones de replanteo serán por cuenta del contratista

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 20 de 85

2.4.2.4 Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos

El contratista dará comienzo a las obras en el plazo marcado en el Pliego de Condiciones Particulares, desarrollándolas en la forma necesaria para que dentro de los periodos parciales en aquel señalados, queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido en el contrato obligatoriamente, y por escrito, deberá el contratista dar cuenta a la Dirección Facultativa del comienzo de los trabajos, al menos con tres días de antelación.

2.4.2.5 Ejecución de las obras

Las obras se ejecutarán conforme al proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de Condiciones Técnicas.

El contratista, salvo aprobación por escrito del director de obra, no podrá hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el proyecto.

El contratista no podrá utilizar en los trabajos personal que no sea de su exclusiva cuenta y cargo, salvo lo indicado en el apartado 2.7.3. Igualmente, será de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al suficientemente especializado, a juicio del director de obra.

2.4.2.6 Orden de los trabajos

En general, la determinación del orden de los trabajos es facultad del contratista, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

2.4.3 Subcontratación de obras

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la obra ha de ser ejecutada directamente por el Adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra, de acuerdo con los siguientes requisitos:

- Que se dé conocimiento por escrito al director de obra del subcontratado a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente. Se dará también una relación del personal y puesto de trabajo a desempeñar en la obra.
- Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no excedan del 50% del presupuesto total de la obra principal.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 21 de 85

En cualquier caso, el contratante no quedará vinculado en absoluto, ni reconocerá ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obra no eximirá al contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al contratante.

La subcontratación deberá siempre supeditarse a la autorización previa por parte del promotor.

2.4.4 Facilidades para la realización de los trabajos

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.

2.4.5 Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por la Dirección de obra en tanto se formula o se tramita el proyecto reformado.

El contratista 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.


2.4.6 Prórroga por causa de fuerza mayor

Si por causa de fuerza mayor o independiente de la voluntad del contratista, este no pudiese comenzar las obras, o tuviese que suspenderlas, o no le fuera posible terminarlas en los plazos prefijados, se le podrá otorgar una prórroga proporcionada para el cumplimiento del contrato previo informe favorable del director de obra y aceptación por la propiedad.

Para ello, el contratista expondrá, en escrito dirigido al director de obra y a la propiedad, la causa que le impide la ejecución o marcha en los plazos acordados, razonando debidamente la prórroga que por dicha causa solicita.

2.4.7 Responsabilidad de la Dirección Facultativa en el retraso de la obra

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.

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez Nº 90, 28006 Madrid.	Página 21 de 85	
---	-----------------	---

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 22 de 85

2.4.8 Condiciones Generales de Ejecución de los Trabajos

Todos los trabajos se ejecutan 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 la Dirección Facultativa al contratista, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en el apartado 2.3.6.

2.4.9 Obras ocultas

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación de la misma, se informará previamente a su ejecución a la Dirección Facultativa y se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos. Estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose: uno, al director de obra; otro, al director de ejecución de obra, 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.

2.4.10 Trabajos defectuosos

El contratista 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 contados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello, y hasta que no tenga lugar la recepción definitiva de la obra, 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 exonere de responsabilidad el control que compete al director de ejecución de obra, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra, que siempre se entenderán extendidas y abonadas a buena cuenta.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el director de ejecución de obra advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones preceptuadas, ya sean en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificar 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 del contratista. Si éste no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el director de la obra, quien resolverá.

2.4.11 Vicios ocultos

Si el director de ejecución de obra 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 suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al director de obra.

Los gastos que se ocasionen irán de cuenta del contratista, siempre que los vicios existan realmente. En caso contrario, serán a cargo de la Propiedad.

Asimismo, podrá ordenar tantos ensayos sobre los hormigones y sobre los aceros de las armaduras de la estructura como crea conveniente.

En caso de duda sobre la calidad o tipo de acero de los elementos metálicos (laminados y redondo), podrá exigir que se le suministren los documentos acreditativos de su idoneidad técnica, así como ordenar que se realicen los ensayos de laboratorio oportunos.

2.4.12 Procedencia de los materiales y de los aparatos

El contratista tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, de acuerdo con la oferta presentada en su día excepto en los casos en que el Pliego Particular de Condiciones Técnicas preceptúe una procedencia determinada o, en su caso, en el capítulo de Mediciones y Presupuesto.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el contratista deberá presentar al director de ejecución de obra 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.

2.4.13 Presentación de muestras

A petición del director de obra, el contratista le presentará las muestras de los materiales, siempre con la antelación prevista en el calendario de la obra.

2.4.14 Materiales no utilizables

El contratista, a su costa, transportará y colocará, agrupándolos ordenadamente y en el lugar adecuado, los materiales procedentes de las excavaciones, derribos, etc., que no sean utilizables en la obra.

Se retirarán de esta o se llevarán al vertedero, cuando así estuviese establecido en el Pliego de Condiciones Particulares vigente en la obra.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 24 de 85

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

2.4.15 Materiales y aparatos defectuosos

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquél, se reconociera o demostrara que no eran adecuadas para su objeto, el director de obra, a instancias del director de ejecución de obra, dará orden al contratista de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si a los quince (15) días de recibir el contratista orden de que retire los materiales que no estén en condiciones, no ha sido cumplida, se recibirán, según el juicio del director de obra, pero con la rebaja del precio que aquél determine, a no ser que el contratista prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

2.4.16 Gastos ocasionados por pruebas y ensayos

Todos los gastos originados por las pruebas y ensayos de materiales o elementos que intervengan en la ejecución de las obras serán de cuenta del contratista.

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

2.4.17 Limpieza de las obras

Es obligación del contratista mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

2.4.18 Obras sin prescripciones

En la ejecución de los 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 contratista 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.

2.4.19 Obras provisionales

El contratista ejecutará o acondicionará oportunamente las carreteras, caminos y accesos provisionales necesarios por los desvíos que impongan las obras, en relación con el tráfico general

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 25 de 85

y los accesos de las fincas adyacentes, de acuerdo con lo que se defina en el proyecto o con las instrucciones que reciba de la Dirección.

Los materiales y las unidades de obra necesarios en las citadas obras provisionales cumplirán todas las prescripciones del presente Pliego como si fueran obras definitivas.

Esas obras se abonarán, a menos que en el presente Pliego se diga expresamente lo contrario, con cargo a las partidas alzadas que por tal motivo figuren en el presupuesto. Caso de que no figurasen, se valorarán con precios del contrato.

Si a juicio de la Dirección, las obras provisionales no fuesen estrictamente necesarias para la ejecución normal de las obras, no serán abonadas, siendo, por tanto, conveniencia del contratista facilitar o acelerar la ejecución de las obras.

Tampoco serán abonados los caminos de obra, accesos, subidas, puentes provisionales, etc., necesarios para la circulación interior de la obra, para el transporte de materiales a la misma o para los accesos y circulación del personal de la administración y visita de obras. A pesar de ello, el contratista deberá mantener los mencionados caminos de obra y accesos en buenas condiciones de circulación.

La conservación durante el término de utilización de estas obras provisionales será a cuenta del contratista.


2.4.20 Vertederos

A excepción de una manifestación expresa y contraria en el presente Pliego, la localización de vertederos, así como los gastos que comporte su utilización, serán a cargo del contratista.

La mayor distancia de los vertederos respecto a la hipótesis hecha en la justificación del precio unitario que se incluye en los anexos de la memoria, o la omisión de dicha justificación de la operación de transporte a los mismos, no serán causa suficiente para sugerir la modificación del precio unitario que aparece en el cuadro de precios para alegar que la unidad de obra correspondiente no incluye la citada operación de transporte al vertedero, siempre que en los documentos se fije que en la unidad se incluyen estos transportes.

Los diferentes tipos de material que se precise eliminar (cimientos, subterráneos, etc.), no serán motivo de sobreprecio, por considerarse incluidos en los precios unitarios del contrato.

Si en las mediciones y documentos informativos del proyecto se establece que el material obtenido de la excavación, de la explanación y de los cimientos o zanjas ha de utilizarse en terraplenes o rellenos y la Dirección de obra rechaza el citado material, por no cumplir las condiciones del presente Pliego, el contratista deberá transportarlos a vertedero, sin derecho a

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez Nº 90, 28006 Madrid.	Página 25 de 85	
---	-----------------	---

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 26 de 85

ningún abono complementario a la correspondiente excavación, ni a ningún tipo de incremento del precio del contrato por tener que usar mayor cantidad de material procedente del préstamo.

La Dirección de obra podrá autorizar vertederos en las zonas bajas de las parcelas, con la condición de que los productos vertidos sean tendidos y compactados correctamente. Los gastos del citado tendido y compactación de los materiales serán a cuenta del contratista, por considerarlos incluidos en los precios unitarios.

2.4.21 Explosivos

La adquisición, transporte, almacenaje, conservación, manipulación y utilización de mechas, detonadores y explosivos, se regirá por las disposiciones vigentes a tal efecto, completadas con las instrucciones que figuren en el proyecto o dicte la Dirección de la obra.

Correrá a cargo del contratista la obtención de permisos y licencias para la utilización de estos medios, así como el pago de los gastos que los mencionados permisos comporten. El contratista estará obligado al cumplimiento estricto de todas las normas existentes en materia de explosivos y ejecución de voladuras.

La Dirección podrá prohibir la utilización de voladuras o de determinados métodos que considere peligrosos, a pesar de que la autorización de los métodos utilizados no exima al contratista de la responsabilidad de los daños causados.

El contratista suministrará y colocará las señales necesarias para advertir al público de su trabajo con explosivos. Su emplazamiento y estado de conservación garantizará en cualquier momento su perfecta visibilidad.

Si por cualquier motivo no es posible usar explosivos, los trabajos de excavación mecánica con retroexcavadora o martillo no serán objeto de sobreprecio y se abonarán al precio único de excavación.

2.4.22 Servidumbres y servicios afectados

Lo relativo a las servidumbres existentes, se regirá por lo que se estipula en la cláusula 20 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales. A este efecto, también se consideran servidumbres relacionadas con el Pliego de Prescripciones las que aparezcan definidas en los Planos del proyecto.

Los elementos afectados serán trasladados o retirados por las compañías y organismos correspondientes.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 27 de 85

A pesar de todo, el contratista tendrá la obligación de realizar los trabajos necesarios para la localización, protección o desvío de los servicios afectados de poca importancia, si los hay, y que la Dirección considere conveniente realizar para la mejora del desarrollo de las obras. Estos trabajos serán de pago al contratista, ya sean con cargo a las partidas alzadas existentes a tal efecto en el presupuesto o bien por unidad de obra, mediante la aplicación del cuadro de precios.

Faltando éstos, se regirá por lo que se establezca en la cláusula 60 del Pliego de Cláusulas Administrativas Generales.

2.5 Varios

2.5.1 Mejoras y aumentos de obra. Casos contrarios

No se admitirán mejoras de obra, más que en el caso en que el director de obra 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, a menos que el director de obra ordene, también por escrito, los importes totales de las unidades mejoradas, los precios de los nuevos materiales o aparatos ordenados emplear y los aumentos de todas estas mejoras o aumentos de obra sobre el importe de las unidades contratadas.


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

2.5.2 Unidades de obra defectuosas, pero aceptables

Cuando por cualquier causa fuera menester valorar obra defectuosa, pero aceptable a juicio del director de las obras, éste determinará el precio o 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.

2.5.3 Seguro de obras

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 será en cada momento, al menos igual al 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 ella se abone la obra que se construya, y a medida que esta se vaya realizando. El integro de dicha cantidad al contratista se efectuará por certificaciones, como el resto de los trabajos de la construcción.

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez Nº 90, 28006 Madrid.	Página 27 de 85	
---	-----------------	---

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 lo anteriormente expuesto será motivo suficiente para que el contratista pueda resolver el contrato, con devolución de 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 al importe de los daños causados por el siniestro, que serán tasados a estos efectos por el Director de obra.

Los riesgos asegurados y las condiciones que figuren en la/s póliza/s de Seguros los pondrá el contratista, antes de contratarlos, en contratarlos, en conocimiento del Propietario, al objeto de recabar de este su previa conformidad o reparos.

2.5.4 Conservación de la obra

Si en contratista, siendo su obligación, no atiende a la conservación de la obra durante el plazo de garantía, en el caso de que no haya sido ocupada por el Propietario antes de la recepción definitiva, el director de obra, en representación del Propietario, podrá disponer todo lo que sea preciso para que se atienda a la guardería, limpieza y todo lo que fuese menester para su buena conservación, abonándose todo ello por cuenta del contratista.

Al abandonar el contratista la obra, tanto por buena terminación de las obras, como en el caso de resolución de contrato, está obligado a dejarlo desocupado y limpio en el plazo que el director de obra fije.

Después de la recepción provisional de la obra y en el caso de que su conservación 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, ocupada o no la obra, 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".

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 29 de 85

3 CONDICIONES ECONÓMICO - ADMINISTRATIVAS

3.1 Criterios de medición

Para toda posible verificación de partidas y obras ejecutadas se seguirán los mismos criterios de medición que figuran en las hojas del Estado de Mediciones.

Cuando alguna partida no estuviere contenida en el proyecto, se efectuará su medición, salvo pacto en contra.

3.2 Criterios de valoración

Las partidas ejecutadas se valorarán con los precios de ejecución material que figuran en el proyecto, multiplicadas por el % que da lugar al de Contrata.

En el caso de que el precio de la partida no figure en proyecto, será el director de obra el que determine el valor del precio contradictorio.

3.3 Precios contradictorios

Se producirán precios contradictorios sólo cuando la Propiedad, por medio del director facultativo, decida introducir unidades o cambios de calidad en alguna de las previstas o cuando sea necesario afrontar alguna circunstancia imprevista.

El contratista estará obligado a efectuar los cambios.

A falta de acuerdo, el precio se resolverá contradictoriamente entre el director de obra y el contratista antes de comenzar la ejecución de los trabajos en el plazo que determine el Pliego de Condiciones Particulares. Si subsiste la diferencia se acudirá, en primer lugar, al concepto más análogo dentro del cuadro de precios del proyecto y, en segundo lugar, al banco de precios de uso más frecuente en la localidad.

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

3.4 Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios

En ningún caso podrá alegar el contratista los usos y costumbres propios de la zona respecto de la aplicación de los precios o de la forma de medir las unidades de obra ejecutadas. Se estará a previsto, en primer lugar, al Pliego de Condiciones Técnicas y, en segundo lugar, al Pliego General de Condiciones Particulares.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 30 de 85

3.5 Revisión de los precios contratados

No habrá revisión de precios salvo acuerdo por escrito entre la Propiedad y el contratista.

3.6 Acopio de materiales

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 guarda y conservación será el contratista.

3.7 Tipo de convenio

Entre la Propiedad y el contratista se establece el convenio de realizar, que podrá ser por Administración o por Contrata.

Si la obra es realizada por Contrata, serán de aplicación los epígrafes complementarios que se adjuntan. Si la obra se realiza por Administración, se aplicarán los epígrafes complementarios que se adjuntan.

3.8 Liquidación final de obra

La liquidación final de obra entre Propietario y contratista deberá de hacerse de acuerdo con las certificaciones que emita la Dirección Facultativa. Si las partes contrastasen sin el visto bueno de ésta, sólo les quedará el recurso ante los Tribunales, en caso de desavenencia o desacuerdo.

3.9 Certificado final

Acabada la obra, la Dirección Facultativa emitirá el Certificado final de la misma, haciéndose saber que los honorarios de dirección correrán siempre a cuenta del que hizo el encargo del proyecto firmando los contratos colegiales.

3.10 Administración

Se denominan “obras por Administración” aquellas en las que las gestiones que se precisan para su realización las lleva directamente el Propietario, bien por si o por un representante suyo o bien por mediación de un contratista.

Las obras por administraciones se clasifican en las dos modalidades siguientes:

3.10.1 Obras por Administración Directa

Se denominan “obras por Administración Directa” aquellas en las que el Propietario por si, o por mediación de un representante suyo, que puede ser el propio director de obra, expresamente

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 31 de 85

autorizado a estos efectos, lleve diariamente las gestiones precisas 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 contratista, si lo hubiese, o el encargado de su realización, es un mero dependiente del Propietario, ya sea como empleado suyo o como autónomo contratado por él, que es quien reúne en sí, por tanto, la doble personalidad de Propietario y contratista.

3.10.2 Obras por Administración Delegada

Se entiende por “obra por Administración Delegada o Indirecta”, la que convienen un Propietario y un contratista, para que éste, por cuenta de aquél y como delegado suyo, realice las gestiones y los trabajos que se precisen y se convengan.

Son, por tanto, características peculiares de las “obras por Administración Delegada o Indirecta”, las siguientes:

- Por parte del Propietario, la obligación de abonar directamente o por mediación del contratista todos los gastos inherentes a la realización de los trabajos convenidos, reservándose el Propietario la facultad de poder ordenar, bien por si o por medio del Director de obra en su representación, el orden y la marcha de 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 contratista, 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 contratista.

3.10.3 Liquidación de obras por Administración

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 prestará el contratista al Propietario, en relación valorada a la que deberá acompasarse y agrupados en el orden que se expresan los documentos siguientes, todos ellos conformados por el Director de Ejecución de obra:

- 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 obreros 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 las nóminas que se presentan.
- Las facturas originales de 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 contratista, 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 contratista, se le aplicará, a falta de convenio especial, un quince por ciento (15%), entendiéndose que en este porcentaje están incluidos los medios auxiliares y los de seguridad preventivos de accidentes, los Gastos Generales que al contratista originen los trabajos por Administración que realiza y el Beneficio industrial del mismo.

3.10.4 Abono al contratista de las cuentas de Administración Delegada

Salvo pacto distinto, los abonos al contratista de las cuentas de Administración Delegada los realizará el Propietario mensualmente según los partes de trabajos realizados aprobados por el Propietario o por su delegado representante.

Independientemente, el Director de Ejecución de obra redactará, con igual periodicidad, la medición de la obra realizada, valorándola con arreglo al presupuesto aprobado. Estas valoraciones no tendrán efectos para los abonos al contratista, salvo que se hubiese pactado lo contrario contractualmente.

3.11 Normas para la adquisición de materiales y aparatos

No obstante, las facultades que en estos trabajos por Administración Delegada se reserva el Propietario para la adquisición de los materiales y aparatos, si al contratista se le autoriza para gestionarlos y adquirirlos, deberá presentar al Propietario, o en su representación al director de obra, los precios y las muestras de los materiales aparatos ofrecidos, necesitando su previa aprobación antes de adquirirlos.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 33 de 85

3.12 Responsabilidad del contratista en el bajo rendimiento de los obreros

Si de los partes mensuales de obra ejecutada que preceptivamente debe presentar el contratista al Director de obra, este advirtiese que los rendimientos de la mano de obra, en todas o en algunas 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 contratista, con el fin de que éste haga las gestiones precisas para aumentar la producción en la cuantía señalada por el Director de obra.

Si hecha esta notificación al contratista, en los meses sucesivos, los rendimientos no llegan a los normales, el Propietario queda facultado para resarcirse de la diferencia rebajando su importe del quince por ciento (15%), que por los conceptos antes expresados correspondería abonarle al contratista en las 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.

3.13 Responsabilidades del contratista

En los trabajos de “obras por Administración Delegada”, el contratista 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 a terceras personas por no haber tornado las medidas precisas que se establecen en las disposiciones legales vigentes. En cambio, y salvo lo expresado en el apartado 3.10.4 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 contratista está obligado a reparar por su cuenta los trabajos defectuosos y a responder también de los accidentes o perjuicios expresados en el párrafo anterior.

3.14 Plazo de ejecución

La fecha establecida para el comienzo de las obras será establecida por escrito y de común acuerdo entre la Dirección Facultativa y el contratista. El contratista terminará la totalidad de los trabajos dentro de los meses establecidos a partir de la fecha del comienzo de la obra, a cuyo vencimiento se hará la recepción general provisional de la obra.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 34 de 85

Los plazos de ejecución, totales y parciales, indicados en el contrato, empezarán a contar a partir de la fecha del replanteo de las obras. El contratista estará obligado a cumplir los plazos señalados, que serán improrrogables.

No obstante, los plazos podrán ser objeto de modificaciones, cuando los cambios determinados por el director de obra y debidamente aprobados por el Contratante, influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por causas ajenas por completo al contratista, no fuera posible comenzar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el director de obra la prórroga estrictamente necesaria.

3.15 Certificaciones parciales

A petición de la Propiedad y el contratista, el director de obra emitirá Certificaciones Parciales de las obras realizadas hasta la fecha de expedición del certificado, reseñando qué capítulos o partidas del proyecto se han ejecutado.

En caso de no coincidir el Presupuesto del proyecto con el Presupuesto contratado, los Certificados se confeccionarán afectando a los precios del proyecto el coeficiente (de alza o de baja) correspondiente.

En concepto de retención (que será abonada cuando se haga la liquidación de la obra) se fijará un porcentaje sobre el total certificado.

3.16 Sanciones

En caso de incumplimiento del contrato o de las condiciones del proyecto, serán de aplicación al contratista las sanciones previstas en el artículo 130 del Reglamento General de Contrataciones del Estado, si se tratase de una obra promovida por la Administración

Si la obra está promovida por particulares, serán de aplicación las cláusulas del contrato que hayan firmado las partes contratantes, o aquellas que estimen los Tribunales de Justicia, en caso de inexistencia de tal compromiso, en función de los daños y perjuicios causados.

3.17 Recepción provisional

Una vez terminadas las obras, y dentro de los quince (15) días siguientes a la petición del contratista, se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del director de obra y del representante del contratista, levantándose la correspondiente acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si es procedente.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 35 de 85

El acta será firmada por el director de obra y por el representante del contratista, dándose la obra por recibida si se ha ejecutado correctamente, de acuerdo con las especificaciones contenidas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el proyecto, comenzando en este momento a contar el plazo de garantía.

En caso de no admitirse las obras, la Dirección Facultativa fijará un nuevo plazo en el que se deberán terminar o corregir los defectos hallados, e independientemente de esto, podrá iniciarse por el afectado la reclamación legal que crea oportuna, de acuerdo con las condiciones del contrato, o por los daños y perjuicios que le pudiere haber causado el retraso.

3.18 Periodo de garantía

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del acta de recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el contratista será responsable de la conservación de la obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defecto de ejecución o mala calidad de los materiales.

3.19 Recepción definitiva

Una vez finalizado el plazo de garantía señalado en el contrato o, en su defecto, a los doce (12) meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del director de obra y del representante del contratista, levantándose, si las obras son conformes, el acta correspondiente, por duplicado, firmada por el director de obra y el representante del contratista, y ratificada por el Contratante.

En caso contrario, se retrasará la recepción definitiva hasta que, a juicio del director de obra, y dentro del Plazo que éste fije, queden las obras del modo y forma que determina el Presente Pliego.

3.20 Abonos

3.20.1 Pagos de la obra

El pago de las obras realizadas se hará sobre certificaciones parciales, que se realizarán de acuerdo con los hitos establecidos en la oferta del contratista y acordados con la Propiedad.

Dichas certificaciones contendrán las unidades de obra totalmente terminadas que se hubieran ejecutado en el plazo a que se refieran.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 36 de 85

La relación valorada que figure en las certificaciones, se hará con arreglo a los precios establecidos, reducidos en un 10% con la cubicación, los planos y las referencias necesarias para su comprobación.

Serán por cuenta del contratista las operaciones necesarias para medir unidades ocultas o enterradas, si no se ha advertido al director de obra oportunamente para su medición.

La comprobación, aceptación o reparos deberán quedar terminados por ambas partes en un plazo máximo de quince (15) días.

El director de obra expedirá las certificaciones de las obras ejecutadas, que tendrán carácter de documentos provisionales a buena cuenta, rectificables por la liquidación definitiva o por cualquiera de las certificaciones siguientes, no suponiendo, por otra parte, aprobación ni recepción de las obras ejecutadas y comprendidas en dichas certificaciones.

3.20.2 Abono de materiales acopiados

Excepcionalmente, previa solicitud por parte del Contratante, y siempre que a juicio del director de obra no haya peligro de que desaparezcan o se deterioren los materiales acopiados y reconocidos como útiles, éstos podrán abonarse con arreglo a los precios descompuestos en la adjudicación. El contratista será responsable de los daños que pudieran producirse durante la carga, transporte, descarga y almacenamiento de este material.

3.21 Liquidación de la obra

La liquidación de obra se hará según certificado expedido por la Dirección Facultativa, una vez transcurrido el Plazo de Garantía y siempre y cuando la obra se encuentre en perfecto estado de conservación.

4 CONDICIONES TÉCNICAS. OBRA CIVIL

4.1 Especificación de materiales

4.1.1 General

4.1.1.1 Objeto

El objeto de esta especificación es la definición de los requisitos técnicos necesarios para el suministro de materiales para la obra civil, en conformidad con los demás documentos.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 37 de 85

Esta Especificación forma un conjunto orgánico, por lo cual, todos los elementos a construir deberán cumplir con la totalidad de los apartados que le sean aplicables, salvo indicación en contra en los planos o instrucción al respecto por escrito de la Dirección Facultativa.

4.1.1.2 Calidad de los materiales

Los materiales que se empleen en toda la obra e instalaciones serán nuevos y de primera calidad, ateniéndose a las especificaciones del proyecto, y antes de ser empleados serán examinados por la Dirección Facultativa, pudiendo desechar los que no reúnan las condiciones mínimas técnicas, estéticas o funcionales.

4.1.1.3 Pruebas y ensayos

Todos los materiales a que este capítulo se refiere podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta del contratista, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

4.1.1.4 Normas y especificaciones

Con carácter general y en todo aquello que no contradiga o modifique el alcance de las condiciones que a continuación se definen, serán de aplicación a estas obras las últimas revisiones de las siguientes normas, pliegos e instrucciones oficiales y documentos y en el orden de preferencia que se indica:

- Planos
- Esta Especificación
- Normas NTL del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo del M.O.P.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).
- "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado" (EHE)
- "Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos" (RC-88)
- Normas U.N.E.
- Normas A.S.T.M.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 38 de 85

4.1.1.5 Materiales no consignados en proyecto

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

4.1.2 Rellenos

4.1.2.1 General

Ningún relleno tendrá lugar sin la aprobación de la Dirección Facultativa.

Los materiales de rellenos salvo si se indica lo contrario, procederán de las excavaciones y deberán ser aprobados por la Dirección Facultativa, que podrá ordenar la colocación de materiales de préstamos si los procedentes de excavaciones resultan inadecuados.

Los rellenos de cimentaciones, zanjas y fosos, se efectuarán con materiales que cumplan la siguiente especificación:

- Carecerá de elementos de tamaño superior a 10 cm.
- La fracción que pasa por el tamiz 200 ASTM, será inferior al 35% en peso.
- Procederán de suelos de CBR mayor de 5 y el hinchamiento durante el ensayo será menor del 2%.
- La fracción que pasa por el tamiz 30 ASTM, cumplirá LL (límite Líquido) menor que 35 o, simultáneamente, LL menor que 30, IP (Índice de Plasticidad) mayor que (0,6 LL - 9).

4.1.2.2 Rellenos con material filtrante

Los materiales filtrantes para zanjas, trasdós de obras de fábrica o cualquier otra zona, cumplirán lo siguiente:

- El tamaño máximo no será, en ningún caso superior a setenta y seis milímetros (76 mm) (Tamiz 3" ASTM); y el cernido ponderal acumulado por el tamiz 200 ASTM no rebasará el cinco por ciento (5%).
- Siendo D_x el tamaño superior al del $x\%$, en peso, de los materiales filtrantes; y d_x el tamaño superior al del $x\%$, en peso, del terreno a drenar, se deberán cumplir las condiciones siguientes:
 - ✓ D_{15}/d_{85} menor que 5
 - ✓ D_{15}/d_{15} mayor que 5

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 39 de 85

- ✓ D50/d50 menor que 25
- ✓ D60/d10 menor que 20
- En el caso de terrenos cohesivos, estas cuatro condiciones se sustituirán por la de D15 menor que 0,1 mm.
- El material filtro situado junto a los tubos o mechinales deberá cumplir las condiciones siguientes:
 - ✓ Si se utilizan tubos perforados D85/Diámetro del orificio, > 1
 - ✓ Si se utilizan tubos con juntas abiertas D85/ancho de la junta, > 1,2
 - ✓ Si se utilizan tubos de hormigón poroso D15 del anillo del tubo/D85, < 5
 - ✓ Si se drena por mechinales D85/diámetro del mechinal, > 1

Cuando no sea posible encontrar un material que cumpla con dichos límites, podrá recurrirse al empleo de filtros compuestos por varias capas; una de las cuales, la del material grueso, se colocará junto al sistema de evacuación y cumplirá las condiciones de filtro respecto a la siguiente; y así sucesivamente, hasta llegar al relleno natural.

4.1.3 Hormigonado y armado

4.1.3.1 Procedencia y recepción de los materiales

Con anterioridad a la utilización de los materiales que se indican más adelante el contratista comunicará a la Dirección Facultativa la procedencia de los mismos, sus datos de identificación y los valores en origen, si se conocen, de las características que más tarde serán objeto de control según se define para cada caso en el apartado 6 de esta especificación.

Los materiales a que se refiere este apartado serán como mínimo, los siguientes:

- Aceros para armaduras
- Cemento
- Agua
- Áridos
- Aditivos
- Aceros para embebidos y pernos de anclaje
- Materiales para juntas de estanqueidad

El contratista llevará asimismo un control de recepción en obra que permita una primera comprobación de la idoneidad de los mismos y la posterior identificación de la posición de cada partida en almacenamiento o en la obra, una vez colocada.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 40 de 85

La Dirección Facultativa podrá rechazar los materiales que provengan de lugares o firmas comerciales cuyos productos no ofrezcan las suficientes garantías.

Si se acuerda un material por marca, nombre o patente, no se admitirá ningún otro similar sin previa autorización escrita de la Dirección Facultativa.

Todos los materiales que se vayan a emplear en la obra se someterán a un control de calidad, de acuerdo con esta Especificación.

4.1.3.2 Almacenamiento de materiales

El contratista mantendrá perfectamente protegidos contra cualquier deterioro todos los materiales que sean necesarios para la realización de los trabajos. Cualquier material que sufra alteraciones por incumplimiento de esta cláusula será rechazado y transportado fuera de la obra en un plazo mínimo.

Las armaduras se almacenarán de forma que estén protegidas contra aceites, grasas, polvo, etc. y de forma que exista un drenaje perfecto. Las armaduras de distintos tipos y diámetros se almacenarán en montones separados.

El cemento se suministrará y almacenará de acuerdo con el artículo 26º de la EHE.

Los áridos se almacenarán sobre áreas limpias, en pilas clasificadas por tamaños y de forma que se evite en lo posible la segregación. Deberán protegerse de una posible contaminación por el ambiente, por el terreno, y por otros materiales.

El árido grueso se distribuirá uniformemente para evitar la segregación. El árido fino se almacenará de forma que permita un drenaje inferior. La capa inferior de los áridos finos no se utilizará para construcción. Se suministrarán y almacenarán de acuerdo con el artículo 28º de la EHE.

4.1.3.3 Materiales para encofrados y cimbras

Los encofrados podrán ser de madera, metálicos o de otro material rígido, que reúna análogas condiciones de eficacia para el uso a que se destina.

En cualquier caso, los materiales que se vayan a emplear tendrán las superficies destinadas a estar en contacto con el hormigón lo suficientemente uniformes y lisas para lograr unos parámetros que presenten, en cada caso, el aspecto requerido.

Además, los materiales a emplear para encofrados no deberán contener sustancias agresivas para la masa de hormigón.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 41 de 85

Para cimbras y apeos podrán emplearse los mismos tipos de materiales indicados para los encofrados con la condición de que posean una resistencia y rigidez suficiente para resistir, sin deformaciones perjudiciales, las acciones que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado.

4.1.3.4 Armaduras

Los materiales a emplear para armaduras cumplirán las prescripciones descritas en los artículos 31º y 90º de la EHE.

Todos los aceros que se utilicen en la fabricación de armaduras serán de la calidad indicada en los planos.

Se aceptarán aceros de alta adherencia que lleven el sello de conformidad CIETSID homologado por el Ministerio de Fomento. Estos aceros vendrán marcados de fábrica con señales indelebles para evitar confusiones en su empleo. No presentarán ovalaciones, grietas, sopladuras, ni mermas de sección superiores al cinco por ciento (5%). El módulo de elasticidad será igual o mayor de dos millones cien mil kilogramos por centímetro cuadrado (2.100.000 kg/cm²). Entendiendo por límite elástico la mínima tensión capaz de producir una deformación permanente de dos décimas por ciento (0,2%). Se prevé el acero de límite elástico 4.200 kg/cm², cuya carga de rotura no será inferior a cinco mil doscientos cincuenta (5.250) kg/cm². Esta tensión de rotura es el valor de la ordenada máxima del diagrama tensión- deformación.

4.1.3.5 Elementos embebidos de anclaje

El material para placas, perfiles laminados, redondos, etc., a colocar como elementos embebidos, será acero A-42b, según MV-102/1964, a menos que se indique otra cosa en los planos del proyecto.

El suministro de los elementos metálicos de anclaje y elementos embebidos será realizado por el contratista, a menos que se indique lo contrario en los planos del proyecto o así lo determine la Dirección Facultativa.

Todos los elementos embebidos, con la excepción de los que vayan roscados se entregarán revestidos con una mano de pintura antioxidante en las zonas que no vayan a tener contacto con el hormigón o mortero de relleno.

Los pernos de anclaje deberán ser protegidos por el contratista contra oxidaciones y daños en las roscas, durante su almacenamiento y manipulación.

4.1.3.6 Cemento

Se entiende como tal, un aglomerante hidráulico que responda a alguna de las definiciones del “Pliego General de Condiciones” para la recepción de Conglomerantes Hidráulicos en las obras de carácter oficial “B.O.E. de 6 de mayo de 1.964”.

El cemento a utilizar cumplirá las prescripciones del “Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para la Recepción de Cementos” (RC-93).

Cumplirá también con todo lo exigido en el artículo 26º de la EHE.

Los cementos con marca "N" de AENOR (entre los cuales se encuentran todos los de fabricación nacional) quedan eximidos de todos estos ensayos de recepción en obra.

Cualquier otro tipo de cemento no podrá ser utilizado sin la autorización expresa de la Dirección Facultativa, que señalará los ensayos que debe sufrir el mismo.

El cemento aluminoso podrá utilizarse únicamente con autorización escrita de la Dirección Facultativa.

Antes de su uso el contratista presentará un certificado de pruebas, con la garantía del fabricante de que el cemento cumple las condiciones exigidas por el Pliego.

Se podrá exigir al contratista la realización de ensayos que demuestren de modo satisfactorio que los cementos cumplen las condiciones exigidas. Las partidas de cemento defectuoso serán retiradas de la obra en el plazo máximo de 8 días.

4.1.3.7 Agua

Podrá emplearse tanto para el amasado como para el curado del hormigón cualquier tipo de agua que cumpla lo especificado en el artículo 27º de la EHE.

Habrà de cumplir las siguientes prescripciones:

- Acidez tal que el pH sea mayor de cinco (5).
- Sustancias solubles, menos de quince gramos por litro (15 g/l), según NORMA UNE 7131.
- Sulfatos expresados en SO₄, menos de un gramo por litro (1g/l) según ensayo de
- NORMA UNE 7131.
- Cloruros expresados en ClNa menos de un gramo por litro (1g/l), según
- NORMA UNE 7178.
- Grasas o aceites de cualquier clase, menos de quince gramos por litro (15g/l).

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 43 de 85

- Carencia absoluta de azúcares o carbohidratos según ensayo de NORMA UNE 7132.
- Ión cloro, en concentración inferior a quinientas (500) partes por millón, si el agua se va a emplear para amasar cemento aluminoso. Ensayo según NORMA UNE 7178.

4.1.3.8 Áridos

Cumplirán lo prescrito en el artículo 28º de la EHE.

En ningún caso se usará árido procedente de playa de mar, ni los procedentes de rocas blandas, friables, porosas, ni los que contengan nódulos de piritita, de yeso, o compuestos.

4.1.3.9 Aditivos

Se definen como aditivos aquellos productos, excepto cemento, áridos y agua, que se incorporan al hormigón para mejorar una o varias de sus características.

Cumplirán las prescripciones del artículo 29º de la EHE.

Los aditivos sólo podrán emplearse con la aprobación escrita y previa por parte de la Dirección Facultativa. Para ello el contratista propondrá el tipo de producto y la dosificación a emplear a la Dirección Facultativa, que lo aprobará o rechazará, previo ensayo si lo considera oportuno.

No obstante, se establecen las siguientes limitaciones:


- Si se emplea cloruro cálcico como acelerador de fraguado su dosificación será igual o menor al 2% en peso del cemento, pudiendo llegar al 3,5% si se trata de hormigonar con temperaturas muy bajas, y solamente para hormigones en masa.
- Si se usan aireantes para hormigones normales su proporción será tal que la disminución de resistencia a compresión producida por la inclusión del aireante sea inferior al veinte por ciento (20%). En ningún caso la proporción de aireante será mayor del cuatro por ciento (4%) del peso en cemento.
- En caso de empleo de colorantes, la proporción será inferior al diez por ciento del peso del cemento. No se emplearán colorantes orgánicos.

4.1.3.10 Morteros

Se utilizarán únicamente morteros de cemento.

Las características del árido fino, del cemento y del agua serán las indicadas en los artículos correspondientes de esta especificación.

Eventualmente, el mortero podrá tener algún aditivo a fin de mejorar sus propiedades, previa aprobación por escrito de la Dirección Facultativa.

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez Nº 90, 28006 Madrid.	Página 43 de 85	
---	-----------------	---

El mortero tendrá como mínimo la misma resistencia que el hormigón en contacto con él.

El uso de morteros especiales para rellenos bajo placas de anclaje, cajetines y manguitos, en determinadas estructuras y equipos, cuando sea necesario se definirá en los planos del proyecto.

4.1.3.11 Materiales auxiliares de hormigones

Productos para curado de hormigones. - Se definen como productos para curado de hormigones los que, aplicados en forma de pintura pulverizada, depositan una película impermeable sobre la superficie del hormigón para impedir la pérdida de agua por evaporación. El color de la capa protectora resultante será claro, preferiblemente blanco, para evitar la absorción del calor solar.

Esta capa deberá ser capaz de permanecer intacta durante siete (7) días al menos después de una aplicación.

Desencofrantes- Se definen como tales a los productos que, aplicados en forma de pintura a los encofrados, disminuyen la adherencia entre éstos y el hormigón, facilitando la labor de desmoldeo.

El empleo de estos productos deberá ser expresamente autorizado sin cuyo requisito no se podrán utilizar.

4.1.3.12 Materiales para armaduras de estanqueidad

Los materiales a emplear podrán ser bandas de caucho natural, caucho sintético, cloruro de polivinilo, neopreno u otro material definido en los planos. Si existiesen materiales cuya definición fuese a cargo del contratista, éste los propondrá a la Dirección Facultativa para su aprobación.

Deberán reunir las siguientes características:

- Resistencia a tracción mayor o igual que 125 kp/cm².
- Alargamiento en rotura mayor o igual que 300%.
- Impermeabilidad: 100% a la presión de trabajo.
- El material deberá ser compatible con los líquidos con los que podrá estar en contacto.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 45 de 85

4.2 Especificación de ejecución

4.2.1 General

4.2.1.1 Objeto

El objeto de esta especificación es la definición de los requisitos técnicos necesarios para el suministro de materiales, ejecución, ensayos, pruebas y terminación de todas las obras de construcción y montaje del parque solar, en conformidad con los demás documentos.

Esta Especificación forma un conjunto orgánico, por lo cual, todos los elementos a construir deberán cumplir con la totalidad de los apartados que le sean aplicables, salvo indicación en contra en los planos o instrucción al respecto por escrito de la Dirección Facultativa.

4.2.1.2 Normas y Especificaciones

Con carácter general y en todo aquello que no contradiga o modifique el alcance de las condiciones que a continuación se definen, serán de aplicación a estas obras las últimas revisiones de las siguientes normas, pliegos e instrucciones oficiales y documentos y en el orden de preferencia que se indica:

- Planos
- Esta Especificación
- Normas NTL del Laboratorio de Transporte y Mecánica del Suelo del M.O.P.
- Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).
- "Instrucción para el proyecto y la ejecución de obras de hormigón en masa o armado" (EHE)
- Instrucción para la recepción de cementos RC-03 (R.D. 1797/2003).
- Normas U.N.E.
- Normas A.S.T.M.

4.2.1.3 Documentación Técnica

La obra a ejecutar se define por los planos y las especificaciones.

A la recepción de los planos y antes de iniciar cualquier trabajo de construcción, el contratista deberá realizar comprobaciones dimensionales de las partes detalladas en los planos del proyecto, y si encuentra algún error o contradicción a la información recibida, comunicarlo inmediatamente a la Dirección Facultativa. En caso de no hacerlo así, el contratista será responsable de los errores que hubieran podido evitarse.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 46 de 85

El contratista respetará cuidadosamente todas las indicaciones dadas en los planos y/o Especificación, y si en algún caso creyera aconsejable hacer algún cambio, someterá una proposición por escrito a la Dirección Facultativa, quien dará su aprobación o comentario también por escrito.

Es obligación del contratista ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en los documentos del proyecto.

Todas las dimensiones se deducirán numéricamente de las cotas de los planos. No se establecerá ninguna dimensión basada en la interpretación gráfica de planos. Si fuera preciso definir alguna dimensión, el contratista lo solicitará por escrito a la Dirección Facultativa.

Lo mencionado en los planos y omitido en la Especificación o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos.

En caso de existir alguna contradicción entre lo prescrito en la presente Especificación y lo señalado en los planos, se dará preferencia a lo establecido en los planos, a menos que la Dirección Facultativa indique lo contrario por escrito.

Es obligación del contratista la correcta interpretación de los documentos.

En caso de duda, omisión o contradicción en los documentos, el contratista deberá consultar con la Dirección Facultativa, quien dictaminará al respecto.

4.2.1.4 Replanteo

La Dirección Facultativa colocará sobre el terreno las bases de replanteo necesarias y suficientes para el replanteo general de la obra, tanto en planimetría como en altimetría, y entregará al contratista por escrito, antes de comenzar las obras, la información necesaria para efectuar dicho replanteo.

El contratista será responsable de la vigilancia y conservación de todas las bases de replanteo durante el plazo de ejecución de la obra, siendo responsable que los errores que puedan derivarse de una conservación inadecuada de las mismas.

Asimismo, el contratista efectuará a su costa cuantos replanteos de detalle necesite, para situar en posición y elevación todas las unidades de obra a ejecutar, siendo de su exclusiva responsabilidad las consecuencias que pudieran derivarse de una ejecución errónea de dichos replanteos.

La Dirección Facultativa podrá en cualquier momento efectuar comprobaciones de los replanteos efectuados por el contratista, para lo cual éste deberá facilitar a su costa los medios humanos y materiales necesarios para su realización.

4.2.1.5 Cuidado y señalización de la obra

El contratista será responsable del cuidado y conservación de la obra hasta la recepción de la misma por parte del Propietario.

Serán de su responsabilidad también las protecciones y señalización de las obras y sus accesos, de acuerdo con el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo y el Plan de Seguridad y Salud de la obra.

4.2.1.6 Pruebas y ensayos

La Dirección Facultativa solicitará las pruebas y ensayos que estime oportunos de acuerdo con los artículos correspondientes de esta especificación, documentos y normas reseñados. Unas y otros serán a cargo del contratista, en tanto que su número y tipo estén dentro de lo previsto en estas especificaciones y otro documento del proyecto.

Las pruebas de carga serán a cargo del contratista cuando estén previstas en los documentos de proyecto y en aquellos casos en que los resultados negativos de los ensayos aconsejen, a juicio de la Dirección Facultativa, la realización de las pruebas de carga previas a la aceptación de una unidad de obra. En los demás casos serán a cargo del Propietario, aunque el contratista deberá disponer los medios necesarios para la realización de las pruebas.

4.2.2 Excavaciones y rellenos

4.2.2.1 Objeto y definición

El objeto de esta especificación es la definición de los requisitos técnicos necesarios para el suministro de materiales, ejecución, ensayos, pruebas y terminación de todas las obras de excavación y relleno, en conformidad con los demás documentos.

Consiste en el conjunto de operaciones para excavar, evacuar, rellenar y nivelar el terreno, así como las zonas de préstamos que puedan necesitarse y el consiguiente transporte de los productos removidos a depósito o lugar de empleo.

4.2.2.2 Prescripciones generales de ejecución

Las excavaciones en cualquier tipo de terreno se realizarán a las cotas de proyecto, con las dimensiones indicadas y, además, se seguirán las prescripciones que sean dadas por la Dirección Facultativa antes y durante la ejecución de las mismas.

El contratista puede por razones particulares de trabajo y después de la previa autorización escrita de la Dirección Facultativa, profundizar las excavaciones a otra cota distinta del proyecto, o

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 48 de 85

extenderse a otras dimensiones diferentes de las indicadas en planos, en tales casos no se le reconocerá la mayor excavación realizada ni el exceso de relleno necesario para volver a las dimensiones debidas.

Los materiales procedentes de las excavaciones y de las demoliciones pertenecen exclusivamente a la Propiedad. El contratista podrá hacer uso de estos materiales, siempre con el permiso de la Propiedad y la aprobación de la Dirección Facultativa.

Aquellos materiales no utilizables y que no puedan utilizarse, según el criterio de la Dirección Facultativa, se llevarán a un lugar de almacenamiento fuera del área de la obra y en todo caso se colocarán de modo que no produzcan daño ni interferencia ni al trabajo, ni a terceros, ni desviación del flujo de aguas superficiales.

Durante la ejecución de sus trabajos, especialmente después de voladuras, el contratista examinará las paredes de las excavaciones y zonas vecinas para proceder a los saneamientos que fueren precisos.

El contratista, si existiera peligro de que lleguen escombros a carreteras o vías públicas durante las voladuras, lo pondrá en conocimiento de la Administración con anterioridad suficiente para que no se vea perturbado el curso de los trabajos y montará el debido servicio de neutralización del tráfico, de acuerdo con las normas que reciba de la Autoridad correspondiente.

4.2.2.3 Desbroce del terreno

Consiste en extraer y retirar de las zonas designadas todos los árboles, tocones, plantas, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basura o cualquier material indeseable a juicio del director de las obras.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Remoción de los materiales objeto de desbroce.
- Retirada de los materiales objeto de desbroce.
-

4.2.2.3.1 Ejecución de las obras

Las operaciones de remoción se efectuarán con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones existentes, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene la Dirección Facultativa, quien designará y marcará los elementos que hay que conservar intactos.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 49 de 85

Para disminuir en lo posible el deterioro de los árboles que hayan de conservarse, se procurará que los que han de derribarse caigan hacia el centro de la zona objeto de limpieza.

Cuando sea preciso evitar daños a otros árboles, al tráfico, o a construcciones próximas, los árboles se irán troceando por su copa y tronco progresivamente. Si para proteger estos árboles, u otra vegetación destinada a permanecer en su sitio, se precisa levantar vallas o utilizar cualquier otro medio, los trabajos correspondientes se ajustarán a lo que sobre el particular ordene la Dirección Facultativa.

Todos los tocones y raíces mayores de diez centímetros (10 cm) de diámetro serán eliminados hasta una profundidad no inferior a cincuenta centímetros (50 cm) por debajo de la rasante de excavación ni menor de quince centímetros (15 cm) bajo la superficie natural del terreno.

Fuera de la explanación los tocones podrán dejarse cortados al ras del suelo.

Todas las oquedades causadas por la extracción de tocones y raíces se rellenarán con material análogo al suelo que ha quedado al descubierto al hacer el desbroce, y se compactarán hasta que la superficie se ajuste a la del terreno existente.

Todos los pozos y agujeros que queden dentro de la explanación se rellenarán conforme a las instrucciones que, al respecto, dé la Dirección Facultativa.

Los árboles susceptibles de aprovechamiento serán podados y limpiados, luego se cortarán en trozos adecuados y, finalmente, se almacenarán cuidadosamente, a disposición de la Administración, separados de los montones que hayan de ser quemados o desechados. El contratista no estará obligado a trocear la madera a longitud inferior a tres metros (3 m).

Los trabajos se realizarán de forma que no produzcan molestias a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

Todos los subproductos forestales, no susceptibles de aprovechamiento, serán eliminados de acuerdo con lo que, sobre el particular, ordene la Dirección Facultativa.

4.2.2.3.2 Medición y abono

El desbroce del terreno se abonará de acuerdo con lo indicado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares. Si en dicho Pliego no se hace referencia al abono de esta unidad, se entenderá que está comprendida en las de excavación y, por tanto, no habrá lugar a su medición y abono por separado.

4.2.2.4 Demoliciones

Consisten en el derribo de todas las construcciones que obstaculicen la obra o que sea necesario hacer desaparecer para dar por terminada la ejecución de la misma.

Su ejecución incluye las operaciones siguientes:

- Derribo de construcciones.
- Retirada de los materiales de derribo.

4.2.2.4.1 Ejecución de las obras

Las operaciones de derribo se efectuarán, con las precauciones necesarias para lograr unas condiciones de seguridad suficientes y evitar daños en las construcciones próximas, de acuerdo con lo que sobre el particular ordene el director de la obra, quien designará y marcará los elementos que haya que conservar intactos.

Los trabajos se realizarán de forma que produzcan la menor molestia posible a los ocupantes de las zonas próximas a la obra.

El Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares o, en su defecto, el director suministrará una información completa sobre el posterior empleo de los materiales procedentes de las demoliciones que sea preciso ejecutar.

Los materiales de derribo que hayan de ser utilizados en la obra se limpiarán, acopiarán y transportarán en la forma y a los lugares que señale el director.

4.2.2.4.2 Medición y abono

Las demoliciones se abonarán por metros cúbicos (m³) de volumen exterior demolido, hueco y macizo, realmente ejecutados en obra, en el caso de demolición de edificaciones; y por metros cúbicos (m³) realmente demolidos y retirados de su emplazamiento, medidos por diferencia entre los datos iniciales, tomados inmediatamente antes de comenzar la demolición, y los datos finales, tomados inmediatamente después de finalizar la misma, en el caso de demolición de macizos.

Si en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares no se hace referencia alguna a la unidad de demoliciones, se entenderá que está comprendido en las de excavación, y, por tanto, no habrá lugar a su medición y abono por separado.

4.2.2.5 Excavaciones

4.2.2.5.1 Excavación para cimentaciones y pozos

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 51 de 85

Toda la excavación se realizará según las longitudes, profundidades, anchuras, pendientes y curvas que se muestran en los planos, o como sea preciso para realizar una ejecución adecuada de la obra, sea cual fuere el material encontrado.

El fondo de todas las excavaciones quedará debidamente nivelado, libre de materiales sueltos y las excavaciones serán conservadas en buen estado, secas y sin escombros, agua, hielo o escarcha hasta la terminación de la obra.

La cimentación debe realizarse sobre un fondo seco. Si existe riesgo de afloramientos de agua o inundaciones debe preverse el material adecuado para extraer el agua. Nunca se debe hormigonar si el fondo de la excavación está inundado.

Las condiciones del suelo en el fondo de todas las excavaciones han de ser aprobadas por la Dirección Facultativa. Los materiales excavados se utilizarán para rellenos bajo el ámbito de esta Especificación o se transportarán al lugar que la Propiedad indique a la Dirección Facultativa. Los materiales que éste califique no necesarios se transportarán a un vertedero facilitado por el contratista y necesariamente situado fuera de los límites de la Propiedad.

El contratista quitará toda la tierra, roca, piedras, raíces o cualquier material que se halle dentro de los límites de la excavación o que interfiera con los trabajos especificados, excepto las instalaciones y servicios existentes. Todas y cada una de las instalaciones subterráneas que se encuentren en la excavación, serán cuidadosamente destapadas a mano y debidamente puestas al aire, protegidas y conservadas hasta que se termine la obra.


El contratista no cortará o arrancará en ninguna circunstancia ningún servicio subterráneo sin autorización de la Dirección Facultativa. Las averías causadas en las líneas de servicio subterráneo serán reparadas por y a costa del contratista.

No se debe utilizar maquinaria pesada sobre la excavación terminada.

Si se detectan malas condiciones o agua en cualquier lugar en la excavación, se parará la excavación inmediatamente. Se debe consultar a la dirección de obra antes de continuar.

Todo exceso de profundidad o anchura en la excavación que vaya más allá de lo requerido por el trabajo, será rellenado y compactado con tierras aprobadas por la Dirección Facultativa o tierras con hormigón en masa y sin ningún coste extra para el Propietario, si en opinión de la Dirección Facultativa tal exceso se debe a negligencia o descuido por parte del contratista. La Dirección Facultativa prescribirá el uso de tierras o de hormigón como material de relleno, pero bajo cimentaciones o soleras de fosos se usará sólo relleno de hormigón.

4.2.2.5.2 Excavación en zanjas

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez Nº 90, 28006 Madrid.	Página 51 de 85	
---	-----------------	---

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 52 de 85

Toda la excavación de zanjas se realizará hasta la profundidad indicada en los planos con una tolerancia admisible de 5 cm. Toda excavación por debajo de la tolerancia admisible será restituida por el contratista con relleno compactado aprobado por la Dirección Facultativa.

La anchura de la excavación no será mayor que la requerida por las condiciones del suelo locales.

Las zanjas para cables eléctricos tendrán la profundidad indicada en planos y en ellas se montarán los cables de Media Tensión y Baja Tensión, según proceda.

El ancho mínimo de zanja para cables eléctricos será de 50 cm. Las tierras excavadas de las zanjas deberán ser apiladas paralelamente al borde de la excavación, separadas por ésta, como mínimo a un metro, y dispuestas para no afectar a la estabilidad de la zanja.

Los apartados de esta Especificación, relativos a la Excavación para Cimentaciones y Fosos son también aplicables a la excavación de zanjas.

4.2.2.5.3 Estanqueidad de excavaciones

Las excavaciones se conservarán secas y libres de agua durante la realización del trabajo y el contratista deberá proporcionar el personal, materiales, bombas, máquinas y mantenimiento necesario para proteger las obras contra toda corriente de agua que se dirija en cualquier momento hacia ellas y contra las filtraciones e inundaciones.

El contratista empleará las medidas precisas para evitar que cursos de agua en las zanjas o excavaciones deterioren o arrastren el mortero o cualquier trabajo de albañilería, cemento o mezcla de hormigón que aún no haya fraguado.

No se verterán en las excavaciones aguas provenientes de la superficie o del subsuelo, y se evacuarán de manera que no constituyan molestia o provoquen daño.

4.2.2.5.4 Entibados metálicos y de madera, apoyos y soportes en excavaciones

El contratista proporcionará todos los entibados, tanto metálicos como de madera necesarios para sostener los terraplenes, estructuras, servicios e instalaciones, y en cantidad suficiente para la realización pronta de la obra. Las excavaciones serán constantemente conservadas en condiciones de seguridad por el contratista, para sus actividades, los de la Dirección Facultativa y los que ésta señale. La aprobación de los entibados por parte de la Dirección Facultativa no relevará al contratista de sus responsabilidades.

4.2.2.5.5 Inspección y control

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 53 de 85

La tolerancia en dimensiones de excavaciones generales terminadas será de +5 cm en 100 m y la tolerancia en elevación será de +5 y menos cero (-0) cm respecto a las cotas indicadas en planos.

La tolerancia en dimensiones de excavaciones en sección obligada terminadas será de +1% y 0 en cualquiera de sus dimensiones en planta y la tolerancia en elevación será de +5 y menos cero (-0) cm respecto a las cotas indicadas en planos.

El fondo de todas las cimentaciones presentará una cara horizontal, regularizada y limpia, debiendo ser apisonada por medios mecánicos o manuales que garanticen una compactación de al menos el 90% del Proctor modificado.

4.2.2.5.6 Medición y abono

La medición se efectuará de acuerdo con las secciones tipo definidas por los perfiles teóricos de excavación, sin tener en cuenta esponjamientos.

El abono se efectuará en metros cúbicos (m³) de acuerdo con el precio correspondiente del presupuesto, cualquiera que sea la clase del terreno que aparezca al realizar las excavaciones.

4.2.2.6 Rellenos

Consiste en la extensión o compactación de materiales terrosos, procedentes de excavaciones anteriores o préstamos para relleno de zanjas y pozos.

4.2.2.6.1 Ejecución de las obras

Ningún relleno tendrá lugar sin la aprobación de la Dirección Facultativa.

Los materiales de rellenos salvo si se indica lo contrario, procederán de las excavaciones y deberán ser aprobados por la Dirección Facultativa, que podrá ordenar la colocación de materiales de préstamos si los procedentes de excavaciones resultan inadecuados.

El relleno en cimentaciones y fosos será extendido en capas de un espesor no superior a 150 mm y cuidadosamente compactadas hasta un 90% Proctor modificado y de forma tal que se evite estropear o alterar el trabajo realizado. El espesor podrá ser de 300 mm si se utilizan medios mecánicos para la compactación.

El contenido óptimo de humedad se determinará en obra, a la vista de la maquinaria disponible y de los resultados que se obtengan de los ensayos realizados. En los casos especiales en que la humedad natural del material sea excesiva para conseguir la compactación prevista, se tomarán las medidas adecuadas procediendo incluso a la disecación por oreo, o por adición de mezcla de materiales secos o sustancias apropiadas (cal viva, etc.).

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 54 de 85

Conseguida la humectación más conveniente, posteriormente se procederá a la compactación mecánica de la tongada. Sobre las capas en ejecución debe prohibirse la acción de todo tipo de tráfico hasta que se haya completado su composición. Si ello no es factible el tráfico que necesariamente tenga que pasar sobre ellas se distribuirá de forma que se concentren rodadas en superficie.

Mientras no se indique de otro modo por la Dirección Facultativa, todo el relleno alcanzará hasta los niveles originales del suelo.

4.2.2.6.2 Relleno de zanjas para cables eléctricos

En el fondo de la zanja se extenderá una capa de arena fina de río, lavada, de 100 mm de espesor, y sobre ella se dispondrán los cables de Media Tensión.

Una vez tendidos los cables de Media Tensión se procederá a extender otra capa de arena fina de río, lavada, de 200 mm de espesor, que se compactará convenientemente, y sobre la que se colocará, en todo su recorrido, una cinta de señalización que advierta de la existencia de cables eléctricos de Media Tensión por debajo de ella.

Sobre la cinta señalizadora mencionadas anteriormente se extenderá otra capa de arena fina de río lavada, de 150 mm de espesor, sobre la que se montarán los cables de comunicaciones, introducidos en un tubo de PVC.

Una vez tendidos los cables de Comunicaciones se procederá a extender otra capa de arena fina de río lavada, de 150 mm de espesor, que se compactará, y sobre la que se montará en todo su recorrido, una protección de placa de polietileno según normativa RU0206.


Una vez montada la protección mecánica de los cables de comunicaciones se procederá al relleno de la zanja, en tongadas de 20 cm que se compactarán convenientemente, con productos procedentes de la excavación, limpios de piedras, ramas y raíces.

En el caso de cruzamiento con viales los cables deberán ir entubados. Estos tubos o conductos serán lo suficientemente resistentes, estarán hormigonados en todo su recorrido y tendrán un diámetro apropiado que permita deslizar los cables por su interior fácilmente.

Las disposiciones en zanja se harán tal y como se refleja en el proyecto.

4.2.2.6.3 Inspección y control

La superficie acabada no deberá variar en más de quince milímetros cuando se compruebe con una regla de tres metros aplicada tanto paralela como normal a los ejes de la explanada. Tampoco podrá haber zonas capaces de retener agua.

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez Nº 90, 28006 Madrid.	Página 54 de 85	
---	-----------------	---

Las irregularidades que excedan de las antedichas se corregirán por el contratista de acuerdo con lo que se señala en esta especificación.

El contratista realizará el número y clase de ensayos y en la forma que se describen a continuación, o han sido descritos en otros artículos.

El control y registro de los materiales empleados y de los grados de compactación conseguidos en los trabajos de excavación y relleno, deberán ser determinados de acuerdo con normas NLT-108/72 y NLT-109/72 del Laboratorio de Transportes y Mecánica del Suelo. El contratista deberá establecer, mantener y operar a pie de obra un laboratorio para el control del movimiento de tierras. El laboratorio de control deberá constar de todo el equipo, material e instrumentos necesarios para llevar a cabo los ensayos descritos en las normas NLT-108/72 y NLT-109/72 del Laboratorio de Transportes y Mecánica del Suelo.

En caso de que el volumen de rellenos sea poco importante, la Dirección Facultativa permitirá al contratista no disponer en obra de un laboratorio permanente de control, aunque sí debe efectuar los ensayos prescritos.

El contratista deberá tener a pie de obra un técnico capaz de llevar a cabo los ensayos necesarios y con ello asegurar un control adecuado de trabajo. Además de los ensayos llevados a cabo por el contratista para controlar su propio trabajo, la Dirección Facultativa podrá realizar tantos ensayos suplementarios como lo especificado en cuanto a la forma de ejecutar los trabajos. El contratista deberá poner a disposición de la Dirección Facultativa el laboratorio de control, su equipo e instrumentos sin ningún cargo extra para poder llevar a cabo los ensayos adicionales necesarios.

El número mínimo de ensayos a realizar sobre relleno será de:

Control sobre material en origen	Terraplén	Firme
Proctor Normal o Modif. Granulométrico Límites Atterberg CBR Equivalente Arena	1 PN/1000 m3 1 Ud/5.000 m3 1 Ud/5.000 m3 1 Ud/10.000 m3 ----	1 PM/750 m3 1 Ud/750 m3 1 Ud/1500 m3 1 Ud/4.500 m3 2 Ud/750 m3
Control sobre la compactación (densidad y humedad)	Terraplén	Firme
Centro Franjas de 2 m al	5 Ud/5.000 m3 ó 1 día	5 Ud/3.500 m3 ó 1 día

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 56 de 85

4.2.2.6.4 Medición y abono

Los rellenos se abonarán por aplicación de los precios correspondientes del presupuesto, según las respectivas definiciones, a los volúmenes obtenidos por aplicación, como máximo, de las secciones tipo correspondientes, no abonándose generalmente los que deriven de excesos de excavación.

4.2.3 Obras de hormigón

4.2.3.1 Objeto

El objeto de esta especificación es la definición de los requisitos técnicos necesarios para la ejecución, ensayos, pruebas y terminación de todas las obras de hormigón, en conformidad con los demás documentos del proyecto.

4.2.3.2 Ejecución y colocación de encofrados y cimbras

El proyecto y dimensionamiento de todos los encofrados y cimbras, así como su construcción, serán responsabilidad del contratista.

El suministrador de los puntales justificará y garantizará las características de los mismos mediante una hoja de control validada, precisando las condiciones en que deben ser utilizados.

Para su ejecución y colocación se atenderá a las prescripciones contenidas en el artículo 65º de la EHE.

Las cimbras, encofrados y moldes, así como las uniones de sus distintos elementos, poseerán una resistencia y rigidez suficientes para garantizar el cumplimiento de las tolerancias dimensionales y para resistir, sin asientos ni deformaciones perjudiciales, las acciones de cualquier naturaleza que puedan producirse sobre ellos como consecuencia del proceso de hormigonado y especialmente, bajo las presiones del hormigón fresco o los efectos del método de compactación utilizado.

Tendrán una resistencia y rigidez suficientes para mantener la posición y la forma de tal manera que no se produzcan deformaciones superiores a 5 mm en zonas locales, ni superiores a la milésima de la luz para las de conjunto.

En las aristas de los encofrados de los bornes y esquinas del hormigón que van a quedar expuestos, se colocarán berenjenos para obtener un chaflán de 25 mm a 45º.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 57 de 85

Los encofrados y moldes serán lo suficientemente estancos para que se consigan superficies cerradas de hormigón. Si son de madera, se humedecerán para evitar que absorban el agua contenida en el hormigón.

Las superficies interiores de encofrados y moldes aparecerán limpias en el momento del hormigonado, y presentarán las condiciones necesarias para garantizar la libre retracción del hormigón.

El encofrado de los laterales de la cimentación puede evitarse, pudiendo encofrar los lados directamente con la tierra, siempre que la capa de recubrimiento de hormigón alcance un mínimo de 100 mm y las paredes del pozo puedan mantener por sí mismas un ángulo con la horizontal de al menos 70° ($f = 70^\circ$).

Los paneles del encofrado se deben orientar en la dirección del viento predominante en la zona.

4.2.3.3 Preparación y colocación de armaduras

Se efectuarán de acuerdo con los artículos 31° y 66° de la EHE.

El Director Facultativo deberá comprobar en cada zapata que la armadura se compone del número de barras indicado en el plano de la cimentación y que sus respectivos diámetros son los correctos.

La colocación de las armaduras deberá ser verificada antes del vertido del hormigón.

Deberá incluir el control de: tipo correcto de refuerzo, dimensión y cantidad. Las barras de refuerzo deben estar curvadas, colocadas y sujetas correctamente, y el recubrimiento cumplir las condiciones especificadas en este Pliego de Condiciones.

Las armaduras se cortarán y doblarán ajustándose a las dimensiones e indicaciones dadas en los planos del proyecto.

La colocación de armaduras debe realizarse respetando siempre un recubrimiento mínimo de 40 mm. Si se encofra con el terreno natural, el recubrimiento mínimo debe ser de 100 mm.

El trabajo comienza colocando la armadura de refuerzo del fondo en las posiciones adecuadas. La armadura de refuerzo se coloca y se fija al menos 40 mm por encima de la capa de hormigón de limpieza, después de que ésta haya fraguado.

Debe asegurarse la conductividad eléctrica de la armadura efectuando soldaduras en los puntos indicados en el plano correspondiente.

Las distancias entre las armaduras y los encofrados se mantendrán mediante separadores. El tipo de separador a utilizar deberá ser aprobado previamente por la Dirección Facultativa.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 58 de 85

En ningún caso deben cortarse las armaduras suministradas para la realización de los separadores. Éstos deberán suministrarse independientemente.

Estos calzos o separadores deberán disponerse de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 66.2 de la EHE. Deberán estar constituidos por materiales resistentes a la alcalinidad del hormigón, y no inducir corrosión de las armaduras. Deben ser al menos tan impermeables como el hormigón, y ser resistentes a los ataques químicos a que se puede ver sometido éste. Se prohíbe el empleo de madera, así como el de cualquier material residual de construcción, aunque sea ladrillo u hormigón. En el caso de que puedan quedar vistos, se prohíbe asimismo el empleo de materiales metálicos.

El número de separadores debe ser el suficiente para asegurar el recubrimiento mínimo de las armaduras especificado en el plano. La distancia máxima entre ellos debe ser la menor de: 50 veces el diámetro de la barra o 100 cm.

Cuando sea necesario colocar solapes no previstos en los planos su disposición deberá ser aprobada previamente por la Dirección Facultativa.

4.2.3.4 Elementos embebidos y pernos de anclaje

Tanto los pernos de anclaje como el resto de los elementos embebidos se colocarán en la posición exacta indicada en los planos del proyecto, siendo el contratista el único responsable del cumplimiento de esta prescripción.

Todos los pernos de anclaje se situarán con plantilla y se cuidará especialmente su posición planimétrica y altimétrica, así como la verticalidad, proyección y fijación durante la colocación y fraguado del hormigón.

La posición de los elementos de anclaje deberá ser controlada por el contratista y a su costa, inmediatamente antes y después del hormigonado, para asegurarse que su posición es la correcta en ambos casos.

La corrección de cualquier error de la posición, número o tipo de los elementos de anclaje, o de daños sufridos, se hará a expensas del contratista.

Inmediatamente después de la colocación en obra, la parte roscada vista de los pernos deberá ser cubierta con grasa y bolsas de plástico, atadas con hilo de acero, para evitar oxidaciones, manteniéndose estas protecciones hasta la colocación del equipo o estructura que vaya a ser anclado en ellos.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 59 de 85

El contratista colocará, como si fueran suministradas por él mismo, todas las piezas que deban quedar embebidas en el hormigón, como tuberías, etc., y cuyo suministro sea realizado por otros, según los planos del proyecto.

4.2.3.5 Desencofrado y descimbrado

El descimbrado y desencofrado se realizará de acuerdo con el artículo 75° de la EHE.

Los encofrados y moldes deberán poderse retirar sin causar sacudidas ni daños en el hormigón.

Antes de proceder al descimbrado y desencofrado de los elementos resistentes principales, el contratista solicitará el permiso correspondiente de la Dirección Facultativa.

El desencofrado de costeros verticales de elementos de poco canto podrá efectuarse después de un día de hormigonada la pieza, a menos que durante dicho intervalo se hayan producido bajas temperaturas u otras causas capaces de alterar el proceso normal de endurecimiento del hormigón. Los costeros verticales de elementos de gran canto no deberán retirarse antes de los dos días con las mismas salvedades apuntadas anteriormente a menos que se emplee curado a vapor. El descimbrado podrá realizarse cuando, a la vista de las circunstancias y temperatura del resultado; las pruebas de resistencia, el elemento de construcción sustentado haya adquirido el doble de la resistencia necesaria para soportar los esfuerzos que aparezcan al descimbrar. El descimbrado se hará de modo suave y uniforme, recomendándose el empleo de cunas, gatos, cajas de arena y otros dispositivos, cuando el elemento a descimbrar sea de cierta importancia.

El empleo de productos para facilitar el desencofrado o desmoldeo de las piezas deberá ser expresamente autorizado por el Director Facultativo. Se evitará el uso de gasóleo, grasas o cualquier otro producto análogo.

4.2.3.6 Hormigón

4.2.3.6.1 Dosificación

El hormigón deberá estar compuesto, mezclado y preparado con arreglo a los métodos que se consideren oportunos respetando las limitaciones especificadas en el artículo 68° de la norma EHE.

La denominación del hormigón a utilizar se indicará en el plano de la cimentación según el artículo 39° de la Norma EHE.

La planta hormigonera deberá lograr las especificaciones indicadas en la denominación.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 60 de 85

Cualquier aditivo necesario para la utilización del hormigón en ambientes o condiciones especiales debe añadirse sin perjuicio de las características mecánicas del hormigón, debiendo consultarse su utilización con el Director Facultativo antes de su utilización.

El estudio de la dosificación se hará siempre con ensayos previos, de acuerdo con el artículo 81º de la EHE.

La fabricación del hormigón no deberá iniciarse antes de que la Dirección Facultativa haya aprobado la fórmula de trabajo propuesta por el contratista. Dicha fórmula señalará exactamente:

- La granulometría de los áridos combinados.
- Las dosificaciones de cemento, agua y eventualmente aditivos por m³ de hormigón fresco.
- La consistencia, indicada por el descenso en el cono de Abrams.

La fórmula de trabajo para un mismo hormigón habrá de ser reconsiderada si varía alguno de los siguientes factores:


- El tipo de cemento.
- El tipo, absorción o tamaño del árido grueso.
- El módulo granulométrico del árido fino en más de dos décimas.
- La naturaleza o proporción de aditivos.
- El método de puesta en obra.

4.2.3.6.2 Fabricación

Se realizará de acuerdo con el artículo 69º de la EHE y con las especificaciones incluidas en los planos y en este Pliego de Condiciones.

Las materias primas se almacenarán y transportarán de forma tal que se evite todo tipo de entremezclado, contaminación, deterioro o cualquier otra alteración significativa en sus características.

El tiempo transcurrido desde la preparación del hormigón en la planta hormigonera y su vertido en la cimentación no deberá exceder en ningún caso de una hora y media. En ningún caso debe añadirse agua para facilitar su vertido. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales recogidas en la norma EHE, que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado.

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez Nº 90, 28006 Madrid.	Página 60 de 85	
---	-----------------	---

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 61 de 85

El amasado se efectuará siempre en hormigonera, con medición de las cantidades de cemento y de áridos por peso y del agua en volumen.

Solamente en obras de escasa importancia y para pequeñas cantidades de hormigón, podrán dosificarse los áridos en volumen, con autorización previa por escrito de la Dirección Facultativa y amasando siempre en hormigonera.

Los materiales se verterán dentro de la hormigonera en el siguiente orden:

- Una parte de la dosis de agua (aproximadamente la mitad).
- El cemento y la arena simultáneamente.
- La grava.
- El resto del agua hasta completar la dosis requerida.

Se comprobará el contenido de humedad de los áridos, para corregir, en caso necesario, la cantidad de agua vertida directamente en la hormigonera.

La instalación de hormigonado será capaz de realizar una mezcla regular e íntima de los componentes proporcionando un hormigón de color y consistencia uniforme.

En la hormigonera deberá colocarse una placa, en la que se haga constar la capacidad y la velocidad en revoluciones por minuto recomendadas por el fabricante, las cuales nunca deberán sobrepasarse. Antes de introducir el cemento y los áridos en el mezclador, éste se habrá cargado de una parte de la cantidad de agua requerida por la masa completándose la dosificación de este elemento en un periodo de tiempo que no deberá ser inferior a cinco segundos ni superior a la tercera parte del tiempo de mezclado, contados a partir del momento en que el cemento y los áridos se han introducido en el mezclador. Antes de volver a cargar de nuevo la hormigonera se vaciará totalmente su contenido. No se permitirá volver a amasar en ningún caso hormigones que hayan flagrado parcialmente, aunque se añadan nuevas cantidades de cemento, áridos y agua


4.2.3.6.3 Puesta en obra

Se efectuará de acuerdo con lo especificado en el artículo 70º de la EHE y en este Pliego de Condiciones.

El transporte se efectuará tan rápidamente como sea posible y de forma que no transcurra más de media hora desde su amasado hasta su colocación definitiva.

El sistema de transporte deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa.

Cuando el transporte se realice en camiones, estarán provistos de agitadores y la velocidad de agitación estará comprendida entre dos y seis revoluciones por minuto.

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez Nº 90, 28006 Madrid.	Página 61 de 85	
---	-----------------	---

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 62 de 85

Durante el período de transporte y descarga deberá funcionar constantemente el sistema de agitación.

Los encofrados deberán ser supervisados antes de cada vertido.

Deberá utilizarse un vibrador y el relleno debajo de la brida y armadura inferior deberá ser completo para así no tener ningún defecto en ninguna zona.

4.2.3.6.4 Docilidad y compactación

Se atenderá a las prescripciones del artículo 30º, apartado 30.6, de la EHE.

El contratista utilizará hormigón uniforme de la misma calidad para todas las unidades de obra similares, y no se emplearán hormigones fabricados con cemento de distintas procedencias en una misma estructura o elemento resistente.

No se permitirá una altura libre de caída del hormigón durante su colocación mayor de 1,75m.

Para alturas mayores deberán adaptarse disposiciones especiales de vertido, que deberán someterse a la aprobación de la Dirección Facultativa.

El espesor de las tongadas será el necesario para conseguir que la compactación alcance a todo el interior de la masa sin producir disgregación de la mezcla. Este espesor en ningún caso será superior a 50 cm.

Cuando el hormigonado debe efectuarse sin interrupción y por tongadas sucesivas, éstas se extenderán y compactarán antes de que se inicie el fraguado en la inmediatamente inferior.

La compactación se efectuará de un modo continuo durante el vertido del hormigón. No se verterá una nueva tongada sin haber compactado completamente la anterior.

La compactación se efectuará siempre con vibrador. El tipo de vibrador deberá ser aprobado por la Dirección Facultativa. Los vibradores se aplicarán siempre de modo que su efecto se extienda a toda la masa, sin que se produzcan segregaciones. Si se emplean vibradores internos, deberán sumergirse longitudinalmente en la tongada subyacente, y retirarse también longitudinalmente sin desplazados transversalmente mientras estén sumergidos en el hormigón. La aguja se introducirá y retirará lentamente, y a velocidad constante, recomendándose a este efecto que no se superen los 10 cm/s, con cuidado de que la aguja no toque las armaduras. La distancia entre los puntos sucesivos de inmersión no será superior a 75 cm, y será la adecuada para producir en toda la superficie de la masa vibrada una humectación brillante, siendo preferible vibrar en pocos puntos prolongadamente. No se introducirá el vibrador a menos de 10 cm. de la pared del encofrado.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 63 de 85

4.2.3.6.5 Protección y curado

Se efectuará de acuerdo con el artículo 74º de la EHE.

El procedimiento de curado deberá ser aprobado previamente por escrito por la Dirección

Facultativa que fijará asimismo el plazo mínimo a que debe extenderse.

Cuando el procedimiento sea por riego directo con agua, el curado se prolongará como mínimo durante siete días a partir del hormigonado.

El contratista protegerá durante la ejecución de las obras todas las superficies hormigonadas contra cualquier tipo de agresión, como pisadas, rodaduras, vibraciones del encofrado, etc. hasta que el hormigón esté totalmente curado, así como contra variaciones de temperatura, lluvias, corrientes, aguas heladas, sobrecargas, y cualquier otro tipo de acción que pudiera causarles daños.

4.2.3.6.6 Juntas de hormigonado

Se ejecutarán de acuerdo con el artículo 71º de la EHE. No se harán más juntas de hormigonado que las previstas en los planos, y aquellas que, sin estar previstas en los planos, hayan sido autorizadas por escrito por la Dirección Facultativa.

La posición, forma y refuerzos de las juntas de construcción serán las indicadas en los planos del proyecto o, en su defecto, las propuestas por el contratista y aprobadas por la Dirección Facultativa.

Cuando sean de temer los efectos debidos a la retracción, se dejarán las juntas abiertas durante al menos diez días, para que las masas contiguas puedan deformarse libremente. El ancho de tales juntas deberá ser el necesario para que, en su día, puedan hormigonarse correctamente.

El tratamiento de la junta, antes de continuar el hormigonado se hará por alguno de los procedimientos autorizados por la EHE, pero en todo caso con la aprobación de la Dirección Facultativa.

No se permitirá el vertido de hormigón sobre otro anterior cuando éste no sea susceptible de ser vibrado, porque se haya iniciado el principio de fraguado o cuando la Dirección Facultativa estime que puede ser perjudicial a la adherencia entre las armaduras y el hormigón. Si se produce, por consiguiente, una nueva junta de construcción, y si está situada en lugar no aceptable a juicio de la Dirección Facultativa, se deberá picar y demoler el hormigón necesario con el fin de trasladar la junta a la posición debida, siendo todos estos trabajos a expensas del contratista.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 64 de 85

La Dirección Facultativa podrá exigir la utilización de resinas epoxi para la ejecución de las juntas de hormigonado.

Se exigirá la utilización de resinas epoxi para la reparación de coqueras y otros defectos en el hormigón. La forma de realizar esta reparación deberá ser aprobada por la Dirección Facultativa y será a expensas del contratista. No podrá efectuarse ninguna reparación sin autorización previa de la Dirección Facultativa.

4.2.3.6.7 *Hormigonado bajo el agua*

No se permitirá verter el hormigón en presencia de agua, especialmente en cimentaciones, siempre que exista la posibilidad de evitarla. Cuando no sea así, se podrá hormigonar en presencia de agua con la autorización previa de la Dirección Facultativa.

En ningún caso se autorizará el hormigonado bajo el agua cuando exista barro o lodo que pueda contaminar el hormigón o disminuir los recubrimientos exigidos, ni cuando el agua tenga una velocidad superior a 0,5 m/s, o una temperatura inferior a 2 °C.

Cuando se vaya a hormigonar bajo el agua, la dosificación mínima de cemento será de 350kg/m³.

La consistencia será lo suficientemente plástica para no tener que moldear el hormigón dentro del agua.

La colocación se hará de forma continua para evitar la formación de capas. Se empezará por uno de los extremos progresando lentamente y en dirección opuesta a la corriente, cuando el agua esté dotada de velocidad, y teniendo cuidado de que el hormigón no se vierta directamente en el agua, sino sobre la mezcla ya vertida.

La colocación del hormigón bajo el agua se hará con la utilización de trompa, de modo que el extremo de la misma esté siempre sumergido en él.

4.2.3.6.8 *Hormigonado en tiempo frío*

Se atenderá a lo especificado en el artículo 72° de la EHE.

Ningún ingrediente utilizado deberá contener hielo, nieve, o cualquier elemento deteriorante.

La utilización de acelerador de fraguado y/o los métodos a emplear para garantizar la calidad del hormigón colocado deberán ser aprobados previamente por la Dirección Facultativa.

La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5 °C. Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos cuya temperatura sea inferior a 0°C.

Una vez se haya vertido el hormigón, la temperatura del mismo deberá mantenerse por encima de 5 °C hasta que se haya endurecido lo suficiente.

En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de 0 °C.

En los casos en que, por necesidad, se hormigone en tiempos de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas de las características resistentes del material.

El hormigón deberá protegerse de la helada, por procedimientos suficientemente sancionados por la práctica, durante un intervalo mínimo de 72 horas. Si se emplea cemento aluminoso o aceleradores de fraguado, el intervalo mínimo podrá rebajarse a 36 horas.

En todo caso, los procedimientos empleados para calentar el hormigón y el encofrado, no deben tener ningún efecto de secado sobre el hormigón.

Al comienzo de los trabajos el contratista propondrá a la Dirección Facultativa, para su aprobación, un procedimiento de curado del hormigón que fijará las medidas a tomar cuando la temperatura mínima diaria descienda de +5 °C en dos días sucesivos.

Este procedimiento deberá indicar al menos lo siguiente:

- Situación y número de termómetros de intemperie a colocar en los distintos lugares de la obra.
- M2 de lámina de plástico o lonas dispuestos en obra para la protección de las superficies de hormigón.
- Tabla de tiempos desencofrado/temperaturas en los N días desde el hormigonado.
- Nº de probetas de información a conservar en el mismo lugar y condiciones de la pieza hormigonada y que servirán para controlar el comportamiento del hormigón.
- Métodos y maquinaria dispuesta para calentar materiales.
- Duración de las medidas de protección.

El empleo de aditivos anticongelantes requerirá una autorización expresa del Director Facultativo.

4.2.3.6.9 Hormigonado en tiempo caluroso

Se atenderá a lo especificado en el artículo 73º de la EHE.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 66 de 85

Se adoptarán las medidas necesarias para que la temperatura de la masa de hormigón en el momento de colocarse en obra no sea superior a 30 °C.

Cuando la temperatura ambiente sea superior a 40 °C o haya un viento excesivo, solamente se podrá hormigonar con autorización previa de la Dirección Facultativa. Para ello el contratista deberá presentar, con anterioridad al comienzo de la puesta en obra del hormigón, una propuesta de método a emplear para evitar la desecación de la masa durante su fraguado y primer endurecimiento.

Deben tomarse las precauciones necesarias para que el hormigón se mantenga húmedo durante el proceso de fraguado para asegurar la correcta hidratación del cemento. Éstas pueden ser el regado de la losa (diez días) o el cubrimiento de ésta con una capa de parafina que evite la pérdida de humedad. Cualquier método utilizado deberá ser comprobado y validado por el Director Facultativo.

Al comienzo de los trabajos, el contratista propondrá a la Dirección Facultativa, para su aprobación, un procedimiento de curado del hormigón que fijará las medidas a tomar cuando las temperaturas máximas diarias superen los 35 °C en dos días sucesivos.

Este procedimiento deberá indicar, al menos, lo siguiente:

- Situación y número de termómetros de intemperie a colocar en los distintos lugares de la obra.
- M3 de arena dispuestos en obra para la protección de las superficies de hormigón.
- Nº de operarios y turnos de trabajo.
- Toldos y estructuras que dispondrá en obra para protección de superficies.
- Redes provisionales de agua a instalar o en su defecto maquinaria auxiliar que dispondrá en obra.
- Duración de las medidas de protección.

4.2.3.6.10 Ejecución de juntas de estanqueidad

La posición y dimensiones serán las que se indiquen en los planos de proyecto.

Para su ejecución se seguirán las instrucciones recomendadas por el fabricante y aprobadas por la Dirección Facultativa, en particular en lo que se refiere a la soldadura de las bandas entre sí, tanto en prolongación como en ángulo plano, curva, diedro, etc. y en lo referente a la sujeción de las bandas al encofrado y/o a las armaduras.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 67 de 85

4.2.3.7 Inspección y Control

El control de los hormigones se efectuará de acuerdo con las prescripciones de los capítulos XV y XVI de la EHE, y con esta especificación.

Los niveles de control para el hormigón, y el acero serán los indicados en los planos del proyecto.

El contratista, antes de iniciar los trabajos, presentará a la Dirección Facultativa un procedimiento de ensayos y control de obra. Para los ensayos no periódicos avisará a la Dirección Facultativa con la suficiente antelación para que pueda asistir y comprobar los resultados.

En todo caso los resultados de los ensayos realizados por el contratista deberán ser enviados a la Dirección Facultativa.

Por otra parte, el contratista facilitará a la Dirección Facultativa el acceso al Laboratorio de obra y a aquéllos que realicen ensayos para la misma obra. Asimismo, le facilitará también el acceso a la documentación no económica de la obra, a los distintos tajos o lugares de trabajo, y a los talleres o instalaciones de terceros donde se realicen trabajos con destino a la misma.

4.2.3.7.1 Control de armaduras

El control de la calidad de los aceros que se empleen se efectuará de acuerdo con el artículo 90º de la EHE, según el nivel de control fijado en los planos de proyecto.

La modalidad de control será el control normal.

No se aceptarán partidas que no lleven el certificado de garantía del fabricante.

Las barras de refuerzo se entregarán por el productor o el importador, el cual debe poseer un sello de calidad reconocido.

Las barras de refuerzo que estén curvadas, deberán ser acompañadas por un informe del fabricante indicando el tipo de barra y su fabricación.

Es responsabilidad del contratista revisar en el envío que el tipo y la dimensión de las barras de refuerzo son correctas.

La documentación, albaranes, etc., deberán estar incluidos en el parte de control.

Respecto a la fabricación de las armaduras las tolerancias serán las siguientes:

- Longitud de corte ± 25 mm
- Altura y longitud de barras dobladas 0, -12 mm
- Estribos y cercos ± 12 mm
- Todos los demás doblados ± 25 mm

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 68 de 85

En la colocación de las armaduras las tolerancias serán:

- Recubrimiento:
 - ✓ Cimentaciones o grandes volúmenes de hormigón ± 10 mm
 - ✓ Estructuras ± 6 mm
 - ✓ Losas ± 6 mm

- Distancia entre barras:
 - ✓ Cimentaciones o grandes volúmenes de hormigón ± 15 mm
 - ✓ Estructuras ± 6 mm
 - ✓ Losas ± 6 mm

4.2.3.7.2 Control del cemento

Los ensayos relativos al control del cemento se realizarán según los Artículos 26 y 81 de la EHE. Los resultados de los ensayos realizados deberán ser facilitados al Director Facultativo.

4.2.3.7.3 Control de los áridos

Los ensayos relativos al control de los áridos se realizarán según los Artículos 28 y 81 de la EHE. Los resultados de los ensayos realizados deberán ser facilitados al Director Facultativo.

4.2.3.7.4 Control de la arena

Los ensayos relativos al control de la arena se realizarán según los Artículos 28 y 81 de la EHE. Los resultados de los ensayos realizados deberán ser facilitados al Director Facultativo.

4.2.3.7.5 Control del agua

Los ensayos relativos al control del agua se realizarán según los Artículos 27 y 81 de la EHE. Los resultados de los ensayos realizados deberán ser facilitados al Director Facultativo.

4.2.3.7.6 Control del hormigón

Cuando se utilice hormigón realizado fuera de la obra, el control de la composición de éste puede basarse en los resultados del control de calidad de la empresa hormigonera, si está en posesión de un sello de calidad reconocido.

Se debe realizar un control estadístico según las directrices de la norma EHE, de la resistencia y consistencia del hormigón.

Cada carga de hormigón fabricado en central irá acompañada de una hoja de suministro de la cual se entregará una copia Director Facultativo. Deberá indicar todas las condiciones en las que se ha fabricado y transportado el hormigón. La fabricación del hormigón debe cumplir las especificaciones de los Artículos 30 y 39 de la norma EHE. El control debe llevarse a cabo según los Artículos 82 a 89 de la citada norma.

La modalidad de control será el control estadístico.

Se debe recoger muestras de 4 camiones por cada cimentación, escogidos aleatoriamente. De las muestras de cada camión se obtendrán 6 probetas. Se realizarán ensayos de compresión para cada camión conforme a la siguiente tabla:

Probeta	Fecha de rotura	Resistencia
1	7 días	
2	7 días	
3	28 días	
4	28 días	
5	Reserva	
6	Reserva	

Tabla 4-1. Tests de resistencia a compresión

Una vez conocidos los resultados de resistencia de las 8 probetas (2 por camión) a 7 días, se obtendrá la resistencia característica estimada, test conforme a lo indicado en el art. 88.4 de la norma EHE.

Como norma general, no dará comienzo al montaje de los módulos hasta que se conozcan los resultados de la resistencia de compresión a 28 días y sean satisfactorios. Si el Director Facultativo lo estima conveniente, se podrá proceder al montaje 21 días después del hormigonado conforme a lo indicado en los puntos siguientes, tomando como base los resultados obtenidos de Test:

1. Si los ensayos a 7 días dan como mínimo el 80% de la resistencia característica de proyecto (24 MPa para el hormigón HA - 30) y a 21 días como mínimo 90% (27 MPa para el hormigón HA- 30), se podrá montar la cimentación a 21 días.
2. Si a 7 días no alcanza como mínimo el 80% o a 21 días el 90%, se medirá la resistencia a 28 días.
3. Si la resistencia a 28 días alcanza como mínimo el 90% de la resistencia característica, se podrá montar la cimentación.
4. Si la resistencia a 28 días es inferior al 90% de la resistencia característica, la dirección de obra decidirá la solución a adoptar.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 70 de 85

4.2.3.7.7 *Petición de hormigonado*

Antes de iniciarse la puesta en obra del hormigón y con una antelación de al menos 24 horas, el contratista solicitará de la Dirección Facultativa, por duplicado, la correspondiente autorización de hormigonado, indicando la unidad o tajo que se va a hormigonar, la cantidad aproximada de hormigón a colocar en m³, la fecha y la hora aproximada de comienzo del hormigonado.

4.2.3.7.8 *Inspección y control previos al hormigonado*

A partir de la petición de autorización para hormigonar presentada por el contratista, la Dirección Facultativa efectuará una inspección y control previos al hormigonado comprobando las cimbras y encofrados, la preparación de las juntas, la limpieza de las superficies de contacto, las armaduras, los elementos embebidos, los pernos de anclaje, etc. para ver si reúnen las condiciones prescritas.

El criterio de aceptación será el cumplimiento de todas y cada una de las prescripciones que le son de aplicación según el articulado de esta Especificación.

4.2.3.7.9 *Autorización de hormigonado*

A partir de los resultados de la inspección y control efectuados, si los resultados son satisfactorios, la Dirección Facultativa dará la autorización por escrito al contratista, reservándose para sí una copia de la misma.

Esta autorización no eximirá al contratista de su responsabilidad respecto a la obra ni a los materiales que pudieran acusar deficiencias con posterioridad a la ejecución.

En el caso de que los resultados de la inspección y control fuesen negativos, la Dirección Facultativa denegará la autorización, comunicándolo al contratista por escrito e indicando los motivos de la denegación.

4.2.3.7.10 *Control de la calidad del hormigón*

Se hará de acuerdo con lo prescrito en el artículo 82º de la EHE.

4.2.3.7.11 *Control de la consistencia del hormigón*

Se atenderá a lo especificado en el artículo 83º de la EHE.

4.2.3.7.12 *Control de la resistencia del hormigón*

Se efectuará de acuerdo con el artículo 84º de la EHE y con esta Especificación.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 71 de 85

El control será de tipo estadístico y el nivel será el que se indique en los planos del proyecto. Se atenderá a los especificados en el artículo 88° de la EHE.

El número de determinaciones de resistencia de amasadas, N, no será inferior a 6 por cada parte de obra, definida ésta según el cuadro 88.4.a. de la EHE, y a menos de 6 diarias, cuando el hormigonado diario sea inferior a las cantidades del citado cuadro. El número de probetas para cada determinación de resistencia no será inferior a dos.

Además, por cada parte de obra se tomarán tres probetas adicionales, de las cuales dos serán rotas por compresión a los 7 días, y la tercera se conservará hasta el final de la obra.

La resistencia media de las probetas a los 7 días servirá únicamente para tomar decisiones respecto a la dosificación, para garantizar la obtención a los 28 días, en series sucesivas, la resistencia característica especificada en los planos. Si la rotura de las probetas a los siete días se produjera una carga media inferior a 0,6 f o 0,7 f (según se use cemento de endurecimiento normal o de endurecimiento rápido), el contratista modificará la fórmula de trabajo y aumentará al doble el número de probetas de control hasta que cuatro series consecutivas rompan a una carga media independientemente de las medidas que el contratista, en todo caso, deberá adoptar para averiguar la causa de la disminución de resistencia, de cuyas causas y del procedimiento de corrección informará a la Dirección Facultativa para su aprobación.

Con las probetas ensayadas a los 28 días de edad se determinará la resistencia característica estimada, que deberá ser, en cualquier serie de la realizada, mayor o igual a la especificada en los planos.


Además de las probetas indicadas para cada parte de obra, se tomarán tres más para romper dos a 7 días con la finalidad indicada en control a nivel normal, y conservar la restante.

Las decisiones a adoptar en función de los datos aportados por los ensayos de rotura de probetas de cada uno de los lotes en que se dividen las obras de hormigón, se basarán en los criterios contemplados en el artículo 88.5 de la EHE.

4.2.3.8 Aspecto de la obra acabada y tolerancias

Al ser retirados los encofrados, las superficies que presenten defectos, no se parchearán o arreglarán hasta que la Dirección Facultativa lo decida.

Las superficies vistas, si existieran, de las piezas o estructuras, una vez desencofradas o desmoldeadas, no presentarán coqueras o irregularidades que perjudiquen al comportamiento de la obra o a su aspecto exterior, o dejen armaduras en contacto con la atmósfera o la tierra de relleno.

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez Nº 90, 28006 Madrid.	Página 71 de 85	
---	-----------------	---

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 72 de 85

El sistema de tolerancias a observar en cualquier aspecto de la realización de la obra de la cimentación deberá cumplir lo especificado en el Artículo 96 de la Norma EHE.

Las partes de superficie de hormigón que resulten defectuosas, a juicio de la Dirección Facultativa, serán picadas hasta profundizar más allá de la armadura para sanear el hormigón y se reemplazará por hormigón de la misma mezcla de que esté hecho el elemento.

Todas las cavidades o coqueras que la Dirección Facultativa no incluya como defectuosas se rellenarán o parchearán con mortero de cemento, pero profundizando al menos 25 mm en el hormigón, tomando la precaución de aplicar encofrado del mismo tipo que el empleado, para que resulte el mismo aspecto del hormigón visto.

Las superficies reparadas se curarán en la misma forma dicha para el hormigón.

El contratista realizará los acabados en la forma y de la manera que se describe en los planos.

Cuando en los planos no se especifique el tipo de acabado a emplear, todas las losas, escaleras y plataformas de hormigón se terminarán con un acabado fratasado que se realizará apisonando el hormigón mediante herramientas adecuadas que alejen los áridos gruesos de la superficie y enrasado con un reglón. A continuación, con el hormigón fresco, pero suficientemente endurecido para soportar el peso de un hombre sin dejar huella, se fratasará hasta que el árido grueso no sea visible y aflore humedad a la superficie.

4.2.3.8.1 Tolerancias

La situación de cualquier elemento estructural no diferirá de la indicada en los planos en ± 5 mm.

Las elevaciones de los distintos elementos estructurales, no diferirán de las indicadas en los planos en ± 5 mm.

Las dimensiones de elementos estructurales de hormigón (espesores, escuadrías, recubrimientos, etc.), no diferirán de las indicadas en los planos en ± 2 mm.

La desviación respecto a la verticalidad de cualquier elemento o conjunto de elementos estructurales, no será mayor de una milésima de la altura.

La colocación de cualquier grupo de pernos de anclaje, no diferirá de la indicada en los planos en ± 2 mm, y dentro de un mismo grupo, la colocación de pernos de anclaje entre sí no diferirá en ± 5 mm de los indicados en los planos.

La planitud de elementos superficiales será tal que, comprobados con un reglón de 5 m de longitud en cualquier dirección, no exista una distancia superior a 10 mm entre reglón y superficie para

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 73 de 85

elementos ocultos y 5 mm en hormigones vistos. En pavimentos la tolerancia será de 3 mm comprobados con regla de 3 m.

Después del desencofrado, y antes de proceder a la ejecución de la unidad siguiente que afecte a la anterior, el contratista realizará el correspondiente control geométrico, informando a la Dirección Facultativa de los resultados del mismo. En caso de aparecer valores superiores a los indicados anteriormente, se procederá de acuerdo a lo que ordene la Dirección Facultativa en cuanto a aceptación, reparación o demolición de la pieza correspondiente.

Las limitaciones en cuanto a resistencias medias del hormigón y tolerancias dimensionales, no son exclusivas en cuanto a la recepción de la obra. La Dirección Facultativa indicará las pruebas y ensayos a realizar con objeto de comprobar si la pieza hormigonada cumple con los fines previstos en el proyecto, en cuanto a cualquier otra característica definida en el mismo, tales como permeabilidad, densidad, etc.

4.2.3.9 Medición y Abono

4.2.3.9.1 Hormigón

El hormigón se medirá y abonará por metro cúbico (m³) realmente vertido en obra, midiendo entre caras interiores de encofrado de superficies vistas. En las obras de cimentación que no necesiten encofrado se medirá entre caras de terreno excavado. En el caso de que en el Cuadro de Precios la unidad de hormigón se exprese por metro cuadrado como es el caso de soleras, forjado, etc., se medirá de esta forma por metro cuadrado realmente ejecutado, incluyéndose en las mediciones todas las desigualdades y aumentos de espesor debidas a las diferencias de capa inferior. Si en el Cuadro de Precios se indicara que está incluido el encofrado, acero, etc., siempre se considerará la misma medición del hormigón por metro cúbico o por metro cuadrado.

En el precio van incluidos siempre los servicios y costos de fabricación, transporte, puesta en obra, vibrado, curado y acabado, así como la parte proporcional de las juntas de estanqueidad, aditivos y toda clase de medios empleados para su puesta dentro del encofrado.

4.2.3.9.2 Encofrados

Los encofrados se medirán siempre por metros cuadrados de superficie en contacto con hormigón, no siendo de abono las obras o excesos de encofrado, así como los elementos auxiliares de sujeción o apeos necesarios para mantener el encofrado en una posición correcta y segura contra esfuerzos de viento, etc. En este precio se incluyen, además, los desencofrantes y las operaciones de desencofrado y retirada del material. En el caso de que en el cuadro de precios esté incluido el

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 74 de 85

encofrado la unidad de hormigón, se entiende que tanto el encofrado como los elementos auxiliares y el desencofrado van incluidos en la medición del hormigón.

4.2.3.9.3 Armaduras

De las armaduras de acero empleadas en el hormigón armado, se abonarán los kg realmente empleados, deducidos de los planos de ejecución, por medición de su longitud, añadiendo longitud de los solapes de empalme, medida en obra y aplicando los pesos unitarios correspondientes a los distintos diámetros empleados. En ningún caso se abonará con solapes un peso mayor del 5% del peso del redondo resultante de la medición efectuada en el plano sin solapes.

El precio comprenderá a la adquisición, los transportes de cualquier clase hasta el punto de empleo, el pesaje, la limpieza de armaduras, si es necesario, el doblado de las mismas, izado, sustentación y colocación en obra, incluido el alambre para ataduras y separadores, pérdida por recortes y todas cuentas operaciones y medios auxiliares sean necesarios.

5 CONDICIONES TÉCNICAS. INFRAESTRUCTURA ELÉCTRICA

5.1 Especificación de materiales

Se refiere este capítulo a las características principales de los elementos citados a continuación. En el proyecto se especificará detalladamente la totalidad de componentes de la infraestructura eléctrica.

5.1.1 Aparellaje de Baja Tensión y equipos auxiliares

5.1.1.1 Baja Tensión

La distribución y protección en baja tensión se dispondrá en embarrado tripolar de cobre adecuado a la intensidad nominal e intensidad de cortocircuito del transformador. El embarrado principal tendrá, como mínimo, la misma capacidad de carga que el interruptor principal.

Los elementos de protección y maniobra se alojarán en unidades modulares y prefabricadas construidas en chapa electrozincada, protegida y pasivada de 15/10 mm de espesor mínimo con revestimiento de pintura epoxi y poliéster. Todos los fondos, techos y paredes laterales serán elementos separados, extraíbles y dotados de juntas de estanqueidad, y permitirán ampliación por extensión de sus armaduras.

Dondequiera que haya una unión entre barras, éstas estarán plateadas y atornilladas de acuerdo con normas DIN. Todos los embarrados, cables, terminales y conexiones estarán diseñadas para una capacidad de 1,5 veces la del interruptor principal a plena carga.

El grado de protección de los armarios será IP59 y los soportes de piezas bajo tensión serán de material autoextinguible a 960 °C.

Los interruptores automáticos serán de instalación fija, accionamiento automático con cierre y apertura manual y de corte omnipolar.

5.1.1.2 Aparatos de medida analógica

Se suministrarán en cada caso en la forma, dimensiones y características que se especifiquen.

Serán empotrables, de forma cuadrada o rectangular, con suficiente sensibilidad y provistos de amortiguadores.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 76 de 85

Podrán ser de precisión o industriales, de acuerdo con cada aplicación en concreto. Los aparatos de precisión con fuerza antagonista mecánica deberán estar dotados de un dispositivo que permita la corrección del índice "0", en reposo.

Todo el material comprendido en este apartado deberá haber sido sometido a las pruebas de tensión, aislamiento, resistencia al calor y mecánica, fusión y cortocircuitos exigidas a esta clase de material en las normas VDE y recomendaciones de la A.E.E. (Asociación Electrotécnica Española).

5.1.1.3 Sistema de alimentación en corriente continua

Se proyecta la instalación de una unidad centralizada de alimentación de corriente continua basada en baterías Ni/Cd 125 V y 55 A-h equipada con su correspondiente rectificador - cargador y funcionamiento en flotación, situada en sala de 30 kV.

En caso de falta de corriente alterna de alimentación, la batería de acumuladores será capaz de proporcionar un tiempo de autonomía mínimo de 10 horas.

Se utilizarán las siguientes tensiones nominales de corriente continua: 24, 48 y 125 V.

Todos los elementos y piezas necesarias del montaje van incluidos en los correspondientes módulos de racores, regletas, mando, control y embarrado de conexión de aparellaje y disyuntores.

5.1.1.4 Productos normalizados

Los materiales deberán ser productos normales de fabricantes de reconocida solvencia. Cuando se requieran dos o más unidades de un mismo material, deberán ser producto de un mismo fabricante.

Todos los elementos y piezas necesarias del montaje van incluidos en los correspondientes módulos de racores, regletas, mando, control y embarrado de conexión de aparellaje y disyuntores.

5.1.2 Aparellaje de Media Tensión y equipos auxiliares

5.1.2.1 Aparamenta de media tensión

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envoltorio metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200:2005.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 77 de 85

Las celdas a emplear serán celdas modulares equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción. Serán celdas de interior y su grado de protección según la Norma 20-324-94 será IP 30 en cuanto a la envolvente externa.

5.1.2.2 Conductores eléctricos de media tensión

Para la conexión entre centros de tensión y éstos con el centro de seccionamiento del parque fotovoltaico se utilizarán únicamente cables de aislamiento de etileno propileno, atendiendo a las siguientes normas:

- RU 3305 C: Cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco para redes de alta tensión hasta 30 kV.
- UNE 60228: Conductores de cables aislados.
- UNE 21143: Ensayo de cubiertas exteriores de cables que tienen una función especial de protección y que se aplican por extrusión.
- UNE-EN 50267-2-1: Métodos de ensayo comunes para cables sometidos a fuego. Ensayo de gases desprendidos durante la combustión de materiales procedentes de cables eléctricos. Procedimiento de determinación de la cantidad de gases halógenos ácidos.
- UNE-EN 60811: Métodos de ensayo comunes para materiales de aislamiento y cubierta de cables eléctricos y de cables de fibra óptica.

El cable está formado por hilos de aluminio de clase 2, capa semiconductor interna, aislamiento de HEPR (etileno propileno), capa semiconductor externa, pantalla metálica, con sistema de obturación longitudinal al agua, constituida por una corona de hilos de cobre de sección nominal de 16 mm² y cubierta exterior.

No se admitirán cables que presenten defectos superficiales o que no vayan en las bobinas de origen. No se admitirán conductores de procedencia distinta en el mismo circuito.

5.1.2.3 Accesorios

Los empalmes y terminales serán adecuados a la naturaleza, composición y sección de los cables, y no deberán aumentar la resistencia eléctrica de éstos. Los terminales deberán ser, asimismo, adecuados a las características ambientales (interior, exterior, contaminación, etc.)

Los terminales se montarán en el extremo de un cable para garantizar la unión eléctrica con otras partes de una red y mantener el aislamiento hasta el punto de conexión.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 78 de 85

Los empalmes deberán garantizar la conexión eléctrica entre dos cables para formar un circuito continuo e incluirán la unión metálica para dar continuidad a la pantalla del cable, en su caso.

Las características de los accesorios no especificadas en este pliego serán las indicadas en la Norma UNE-EN 61210.

5.2 Especificación de ejecución

5.2.1 Red de Baja Tensión

5.2.1.1 Ejecución

Los cables rígidos se montarán fijados directamente a la estructura mediante abrazaderas adecuadas.

Los cables a su salida del terreno se protegerán bajo tubo de acero tipo PG.

Los tubos sobresaldrán del terreno, como mínimo 500 mm y cuando la caja de conexiones a la que están unidos los cables esté situada a menos de 1500 mm del terreno, el tubo protector deberá llegar hasta la misma y unirse a ella mediante una conexión estanca adecuada.

Los cables a la salida de los equipos a los que van conectados se marcarán con el código del equipo receptor y con el código de la borna a donde va conectado.

Los tubos se sellarán con cáñamo y pasta dieléctrica, y sus extremos se biselarán al objeto de eliminar filos cortantes.

5.2.1.2 Inspección y control

El contratista realizará en campo los siguientes ensayos para cada cable:


A la recepción de la bobina, medida de la resistencia de aislamiento de cada uno de los conductores activos en relación con tierra y entre los conductores activos aislados.

Una vez tendido con todos sus accesorios montados, se hará una prueba de continuidad, se volverá a medir la resistencia de aislamiento, y se efectuará un ensayo de rigidez dieléctrica.

Los ensayos se llevarán a cabo según la Instrucción MI-BI 017 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, y serán efectuados en presencia de un inspector designado al efecto. Las actas correspondientes estarán firmadas por las partes.

5.2.1.3 Medición y abono

Los conductores se medirán en metros (m) y se abonarán al precio correspondiente.

MACRINA SOLAR 3, S.L. Calle Velazquez Nº 90, 28006 Madrid.	Página 78 de 85	
---	-----------------	---

5.2.2 Red de Media Tensión

5.2.2.1 Ejecución

Los cables se montarán subterráneos directamente enterrados.

Los cables a su salida del terreno se protegerán bajo tubo corrugado.

eLos cables a la salida de los equipos a los que van conectados se marcarán con el código del equipo receptor y con el código de la borna a donde va conectado.

Los tubos se sellarán con cáñamo y pasta dieléctrica, y sus extremos se biselarán al objeto de eliminar filos cortantes.

5.2.2.2 Inspección y control

El contratista realizará en campo los siguientes ensayos para cada cable:

A la recepción de la bobina, medida de la resistencia de aislamiento de cada uno de los conductores activos en relación con tierra y entre los conductores activos aislados.

Una vez tendido con todos sus accesorios montados, se hará una prueba de continuidad, se volverá a medir la resistencia de aislamiento, y se efectuará un ensayo de rigidez dieléctrica.

Los ensayos se llevarán a cabo según el Reglamento de líneas de Alta Tensión, y serán efectuados en presencia de un inspector designado al efecto. Las actas correspondientes estarán firmadas por las partes.

5.2.2.3 Medición y abono

Los conductores se medirán en metros (m) y se abonarán al precio correspondiente.

6 CONDICIONES TÉCNICAS. EQUIPOS PRINCIPALES

6.1 Paneles fotovoltaicos

Los paneles fotovoltaicos han de ser del tipo especificado en el presente proyecto o de similares características.

Todos los elementos deberán estar dimensionados para una vida útil de veinte años como mínimo, exceptuando aquellos que se entienda como consumibles.

El fabricante proporcionará las instrucciones técnicas necesarias para realizar un montaje correcto de los paneles. En estas instrucciones, estarán incluidas las medidas de seguridad que se deben adoptar en este proceso.

El montaje se realizará siguiendo las instrucciones anteriormente mencionadas. En caso de que se realice alguna operación que no esté contemplada en las mismas, se debe consultar ésta con el fabricante.

En el momento que se finalice el montaje, todos los sistemas de los paneles fotovoltaicos deberán estar operativos y en perfecto estado de funcionamiento.

Los paneles fotovoltaicos deberán estar dotados de las medidas de seguridad adecuadas a los riesgos inherentes a este tipo de máquinas, además de no presentar ninguna arista ni saliente en las zonas accesibles por los operarios de mantenimiento.

6.2 Inversores

El Inversor para conexión a red es un sistema de conversión de energía trifásica europea campos fotovoltaicos conectados a red. Se instalarán inversores cuya vida útil será como mínimo de treinta años.

El equipo permitirá comunicaciones locales y remotas a través de un módem.

6.3 Pruebas y ensayos

Se realizarán cuantas pruebas y ensayos sean necesarios para comprobar el funcionamiento de los paneles fotovoltaicos y de los inversores.

El coste de todas las pruebas y ensayos realizados correrá por cuenta del contratista.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 81 de 85

6.4 Subestación eléctrica transformadora 30/400 kV

6.4.1 Embarrados y conexiones

6.4.1.1 Embarrados de cable y derivaciones

Los embarrados de cable se ejecutarán realizando un tramo de muestra de cada vano tipo, con arreglo a las tablas de tendido. A continuación, se montarán en el suelo todos los tramos izándolos y regulándolos posteriormente.

6.4.1.2 Conexiones

Se prepararán, limpiaran, colocaran y apretaran las piezas de conexión según se indique.

6.4.2 Aparamenta

6.4.2.1 Interruptores

Se procederá a la fijación en sus bancadas y una vez nivelados se regularán y ajustarán según instrucciones del fabricante.

El llenado del SF₆ se realizará a la presión de trabajo indicada por el fabricante. En su recepción se comprobará la densidad del gas a través del densímetro y la presión.

La casa constructora del interruptor deberá revisar el montaje y dar su aprobación al mismo.

6.4.2.2 Seccionadores

Se procederá al izado, fijación en sus soportes y una vez nivelados se regularán y ajustarán según instrucciones del fabricante.

Se comprobarán los ajustes, engrases finales, así como la penetración de las cuchillas, conforme a las indicaciones del fabricante.

6.4.2.3 Resto de aparamenta

Se procederá a la situación, nivelación y fijación a los soportes correspondientes y, en donde proceda, se instalarán las conducciones necesarias hasta las cajas de centralización.

Para su montaje se seguirán las instrucciones del fabricante.

- El montaje de los transformadores de medida, cuando se monte uno por fase, se realizará siguiendo el número de fabricación: la menor fase 0 y el mayor en la fase 8.

Una vez montados se medirán aislamientos. En los TI, además, se medirá la polaridad y relación de transformación.

- En las autoválvulas, cuando proceda, se montarán los contadores de descargas. Se comprobará y medirá el aislamiento entre la base donde lleve la puesta a tierra y el soporte metálico.

6.4.3 Transformadores de potencia y reactancia

Actividades principales a desarrollar en el montaje:

- Descarga y traslado hasta su emplazamiento definitivo junto con sus accesorios.
- Montaje de accesorios y bornas.
- Tratamiento y llenado de aceite bajo vacío.

Recepción final.

- Se comprobará la existencia de una ligera sobrepresión de gas en la cuba del transformador.
- Se efectuará el vacío de la cuba, al mismo tiempo se realizará el filtrado del aceite en depósitos aparte.

Una vez conseguidos los valores de rigidez dieléctrica y vacío indicados en la Especificación Técnica de Montaje de Transformadores de Potencia, se iniciará el llenado de la cuba por la parte inferior hasta alcanzar un nivel cercano a la tapa.

Se procederá a la rotura de vacío.

Una vez montados todos los elementos del trafo se procederá al llenado final del trafo.

El aceite antes del llenado debe tener un contenido de humedad de 10 ppm o menos y el contenido de gases no debe exceder del 1%.

Cuando la cuba no esté preparada para pleno vacío, se procederá solamente al tratamiento del aceite y al llenado del transformador.

En el caso de transformadores nuevos, la casa constructora del transformador realizará el montaje y supervisará la puesta en servicio del mismo.

6.4.4 Celdas blindadas 30 kV

Se realizarán las siguientes operaciones:

- Desembalaje, situación, ensamblado, nivelado y fijación de los diversos elementos que componen el conjunto, en su bancada correspondiente.
- Se realizará la unión de embarrados principales y derivaciones.
- Comprobación y colocación de los aislamientos de embarrados.
- Cableado de interconexiones entre celdas, hasta la caja de centralización, colocación y cableado de todos los aparatos.
- Puesta a tierra.
- Pruebas funcionales de maniobra y control.
- Ensayos de rigidez dieléctrica del embarrado.

6.4.5 Cables de potencia

El tendido se realizará formando ternas trifásicas (fases R, S, T). No se admitirán empalmes en el tendido de los cables de potencia.

Se comprobará el cumplimiento de las instrucciones de tendido y montaje dadas por el fabricante del cable, así como los ensayos eléctricos previos a la puesta en servicio.

Los cables irán marcados identificando circuito y fase en las zonas visibles y arquetas de registro.

6.4.6 Cables de fuerza y control

Se incluyen en este apartado las siguientes actividades:

- Plan de tendido y conexionado.
- Tendido.
- Conexionado.
- Mediciones y comprobaciones.

Los cables se fijarán en los extremos mediante prensaestopas o grapas de presión.

Todos los cables estarán identificados y marcados. Cada hilo será igualmente identificado en sus dos extremos y marcado con la numeración que figure en los planos de cableado correspondiente.

6.4.7 Puesta a tierra

Cualquier elemento que no soporte tensión deberá estar conectado a la malla de tierra. El contacto de los conductores de tierra deberá hacerse de forma que quede completamente limpio y sin humedad.

La malla de tierra se tendera a la profundidad indicada en el proyecto, siguiendo la disposición indicada en los planos del mismo.

Las conexiones se efectuarán con soldadura aluminotérmica y los cruzamientos se harán sin cortar el cable.

El plan de control, tanto de la ejecución como de los materiales utilizados, se preparará en base a los criterios de buena práctica y conforme a las instrucciones, normas, pliegos, etc., de aplicación en cada caso, debiéndose cumplir como mínimo los requisitos expuestos en los siguientes apartados.

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	PLIEGO DE CONDICIONES
		Página 85 de 85

7 DISPOSICIÓN FINAL

La concurrencia a cualquier concurso cuyo proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

Madrid, mayo de 2023.

El Ingeniero Industrial

Jaime Goñi Aguilar

Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

Nº colegiado: 8225/CO19



4. PRESUPUESTO

INDICE

1	PRESUPUESTO Y MEDICIONES	3
2	RESUMEN DE PRESUPUESTO.....	6

1 PRESUPUESTO Y MEDICIONES

Partida	Concepto	Med.	Uds	Precio Unitario	Total
CAPITULO 1: GENERADOR FOTOVOLTAICO					
POS.	CONCEPTO	UD.	CANT.	P.UNIT.	TOTAL
1.1	Suministro e instalación de módulos bifaciales Risen Energy RSM132-8-695BHDG 695Wp (0/+5W) o similar.	Ud.	21.112	175,0 €	3.694.600,00 €
TOTAL CAPITULO 1. GENERADOR FOTOVOLTAICO					3.694.600,00 €
CAPITULO 2: ESTRUCTURA DE SEGUIMIENTO					
POS.	CONCEPTO	UD.	CANT.	P.UNIT.	TOTAL
2.1	Seguidor solar Vaguard 1P Trina Solar 1Vx28 módulos. Incluye suministro, instalación y puesta en marcha del seguidor y montaje de los paneles. Se supone hinca directa sobre el terreno con una longitud de hincado de 1,5 metros, pendiente de confirmación de geotécnico.	Ud.	170	4.200,0 €	714.000,00 €
2.2	Seguidor solar Vaguard 1P Trina Solar 1Vx56 módulos. Incluye suministro, instalación y puesta en marcha del seguidor y montaje de los paneles. Se supone hinca directa sobre el terreno con una longitud de hincado de 1,5 metros, pendiente de confirmación de geotécnico.	Ud.	292	7.140,0 €	2.084.880,00 €
TOTAL CAPITULO 2. ESTRUCTURA DE SEGUIMIENTO					2.798.880,00 €
CAPITULO 3: INVERSOR					
POS.	CONCEPTO	UD.	CANT.	P.UNIT.	TOTAL
3.1	Suministro e instalación Inversor Huawei Inverter SUN 2000-330 KTL-H1 Instalación de inversor sobre terreno con perfiles hincados y proteccion mecanica para garantizar sombreado y ventilacion. Incluye equipo de monitorización de los inversores.	Ud.	44	10.296,0 €	453.024,00 €
TOTAL CAPITULO 3. INVERSOR					453.024,00 €
CAPITULO 4: CENTRO DE TRANSFORMACION					
POS.	CONCEPTO	UD.	CANT.	P.UNIT.	TOTAL
4.1	Suministro de centro de transformación STS-9000K de la marca Huawei, incluyendo transformador 9.000 kVA según configuración. Relación de transformación 30/0,8 kV, embarrado de entrada de los cuadros de BT, transformador de servicios auxiliares, así como cabinas de salida de MT para evacuación de la instalación	Ud.	1	432.000,00 €	432.000,00 €
4.2	Suministro de centro de transformación STS-6000K de la marca Huawei, incluyendo transformador 6.600 kVA según configuración. Relación de transformación 30/0,8 kV, embarrado de entrada de los cuadros de BT, transformador de servicios auxiliares, así como cabinas de salida de MT para evacuación de la instalación	Ud.	1	316.800,00 €	316.800,00 €
TOTAL CAPITULO 4. CENTRO DE TRANSFORMACION					748.800,00 €

CAPITULO 5: INST. ELECT. B.T.					
POS.	CONCEPTO	UD.	CANT.	P.UNIT.	TOTAL
5.1	Cable eléctrico unipolar, Al Voltalene Flamex CPRO "PRYSMIAN", tipo AL XZ1 (S), tensión nominal 0,6/1 kV, de seguridad en caso de incendio (S), reacción al fuego clase Eca, con conductor de aluminio, rígido (clase 2), de 1x16 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)	ml	59.545	0,48 €	28.581,40 €
5.2	Cable eléctrico unipolar, Al Voltalene Flamex CPRO "PRYSMIAN", tipo AL XZ1 (S), tensión nominal 0,6/1 kV, de seguridad en caso de incendio (S), reacción al fuego clase Eca, con conductor de aluminio, rígido (clase 2), de 1x240 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)	ml	10.238	4,67 €	47.811,46 €
5.3	Cable eléctrico unipolar, Al Voltalene Flamex CPRO "PRYSMIAN", tipo AL XZ1 (S), tensión nominal 0,6/1 kV, de seguridad en caso de incendio (S), reacción al fuego clase Eca, con conductor de aluminio, rígido (clase 2), de 1x300 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)	ml	7.729	5,36 €	41.427,44 €
5.4	Cable eléctrico unipolar, Al Voltalene Flamex CPRO "PRYSMIAN", tipo AL XZ1 (S), tensión nominal 0,6/1 kV, de seguridad en caso de incendio (S), reacción al fuego clase Eca, con conductor de aluminio, rígido (clase 2), de 1x400 mm ² de sección, aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)	ml	1.361	5,86 €	7.975,46 €
5.5	Suministro e instalación de sistema de SS.AA. Para alimentación de sistema CCTV y consumos de la instalación fotovoltaica, ejecutada según REBT, debidamente equipada con protecciones diferenciales y magnetotérmicas.	ud	1	1.000,00 €	1.000,00 €
5.6	Suministro e instalación de cable de fibra óptica, según REBT.	ml	899	5,00 €	4.495,00 €
TOTAL CAPITULO 5. INSTALACION ELECTRICA B.T.					131.290,76 €
CAPITULO 6: INST. ELECT. M.T.					
POS.	CONCEPTO	UD.	CANT.	P.UNIT.	TOTAL
6.1	Suministro y montaje de cable eléctrico unipolar "PRYSMIAN", normalizado tipo AL RHZ1-OL 3x(1x150 mm ²) 18/30 kV (36kV), reacción al fuego clase Fca, rígido (clase 2), aislamiento de polietileno XLPE, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos. Según UNE-HD 620-10E.	ml	494	17,52 €	8.654,88 €
6.2	Suministro y montaje de cable eléctrico unipolar "PRYSMIAN", normalizado tipo AL RHZ1-OL 3x(1x400 mm ²) 18/30 kV (36kV), reacción al fuego clase Fca, rígido (clase 2), aislamiento de polietileno XLPE, reducida emisión de gases tóxicos, libre de halógenos y nula emisión de gases corrosivos. Según UNE-HD 620-10E.	ml	405	20,05 €	2.786,90 €
TOTAL CAPITULO 6. INSTALACION ELECTRICA M.T.					11.441,78 €

CAPITULO 7: OBRA CIVIL					
POS.	CONCEPTO	UD.	CANT.	P.UNIT.	TOTAL
7.1	Excavación de zanjas para cableado de baja tensión en tierras de consistencia media de 0,5x0,80 m incluso extracción, perfilado, traslado a vertedero, para paso de los tubos eléctricos. Relleno y compactación con capa de arena y tierras de excavación mediante pisón manual	ml	6.070	14,5 €	88.015,00 €
7.2	Excavación de zanjas para cableado de media tensión en tierras de consistencia media de 0,8x1,50 m incluso extracción, perfilado, traslado a vertedero, para paso de los tubos eléctricos. Relleno y compactación con capa de arena y tierras de excavación mediante pisón manual	ml	899	20,3 €	40.875,50 €
7.3	Ejecución de losa de cimentación de 25 cm de espesor como cimentación al conjunto transformador, cuadros BT, celdas MT, dispositivos de control y las interconexiones entre los elementos.	Ud.	2	5.500,0 €	11.000,00 €
7.4	Caminos internos: Desbroce y retirada de tierra vegetal, Firme de zahorra natural de 35 cm. de espesor. puesta en obra, extendida y compactada con refino de superficie acabada i/motoniveladora de 135 CV. y rodillo vibrante autopropulsado mixto de 15 T., i/transporte de material sobrante a vertedero, firme de camino.	ml	2400	12,5 €	30.000,00 €
TOTAL CAPITULO 7. OBRA CIVIL					169.890,50 €
CAPITULO 8: CONTROL Y MONITORIZACIÓN					
POS.	CONCEPTO	UD.	CANT.	P.UNIT.	TOTAL
8.1	Suministro de sistema SCADA, licencia plataforma y software	Ud.	1	15.000,0 €	15.000,00 €
8.2	Suministro SCADA: ingeniería y parametrización - configuración e integración (inversores, estaciones meteo y contador) - integración de celdas MT y transformadores - integración de trackers - integración de subestación	Ud.	1	8.500,0 €	8.500,00 €
8.3	Suministro y montaje de estación meteorológica con descarga, almacenamiento, custodia, desembalado, ubicación en sitio definitivo, nivelado, sujeción, puesta a tierra y anclajes al suelo. Se incluye los accesorios y trabajos necesarios para su instalación.	Ud.	1	2.000,0 €	2.000,00 €
8.4	Suministro y montaje de sistema de circuito cerrado de televisión (CCTV) con analítica de vídeo, cámaras infrarrojos, sistema de intrusismo, sistema de comunicaciones interno, infraestructura y mano de obra.	Ud.	1	32.000,0 €	32.000,00 €
8.5	Cerramiento de malla anudada cinégetica. Los postes serán de acero galvanizado, colocándose un poste cada 4 m. La cimentación se ejecutará mediante dados de 300x300x400 de hormigón HM-20. Para los accesos a los recintos se dispone de puertas metálicas de 6x2,7 m galvanizadas	ml	2429	32,0 €	77.728,00 €
8.6	Accesos a los recintos de puertas metálicas de 6x2,7 m galvanizadas	Ud.	2	600,0 €	1.200,00 €
TOTAL CAPITULO 8. CONTROL Y MONITORIZACIÓN					136.428,00 €
CAPITULO 9: SEGURIDAD Y SALUD					
POS.	CONCEPTO	UD.	CANT.	P.UNIT.	TOTAL
9.1	Protecciones individuales y colectivas, Seguridad e higiene en el trabajo y servicios de prevención	Ud.	1	5.755,29 €	8.488,80 €
TOTAL CAPITULO 9. SEGURIDAD Y SALUD					8.488,80 €
CAPITULO 10: GESTIÓN DE RESIDUOS					
POS.	CONCEPTO	UD.	CANT.	P.UNIT.	TOTAL
10.1	Partida alzada a justificar la correcta gestión de los residuos derivados de la construcción y embalajes, así como su tratamiento en vertederos y/o gestores autorizados.	Ud.	1	7.011,40 €	7.011,40 €
TOTAL CAPITULO 10. GESTIÓN DE RESIDUOS					7.011,40 €

2 RESUMEN DE PRESUPUESTO

Partida	PLANTA FOTOVOLTAICA CACERES II	Total
1	GENERADOR FOTOVOLTAICO	3.694.600,00 €
2	ESTRUCTURA DE SEGUIMIENTO	2.798.880,00 €
3	INVERSOR	453.024,00 €
4	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	748.800,00 €
5	INSTALACIÓN ELÉCTRICA B.T.	131.290,76 €
6	INSTALACIÓN ELÉCTRICA M.T.	11.441,78 €
7	OBRA CIVIL	161.278,00 €
8	CONTROL Y MONITORIZACIÓN	136.428,00 €
9	SEGURIDAD Y SALUD	8.488,80 €
10	GESTIÓN DE RESIDUOS	7.011,40 €
PRESUPUESTO DE EJECUCION MATERIAL		8.151.242,74 €
21% I.V.A.		1.711.760,97 €
TOTAL PRESUPUESTO		9.863.003,71 €

Madrid, mayo de 2023.

El Ingeniero Industrial

Jaime Goñi Aguilar

Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

Nº colegiado: 8225/CO19



ANEXO I. CÁLCULOS ELÉCTRICOS BAJA TENSION

INDICE

1	OBJETO	3
2	NORMATIVA	3
3	DATOS DEL PROYECTO	4
4	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS	4
4.1	Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento	5
4.2	Caída de tensión	8
4.2.1	Criterio pérdida de potencia	10
4.2.2	Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento	11
4.2.3	Caída de tensión	14
4.2.4	Criterio pérdida de potencia	15
	Anexo 1.1. Tablas de cálculo cable SOLAR_DC	17
	Anexo 1.2. Tablas de cálculo cable AC_BT	27

1 OBJETO

El objeto del presente documento es establecer las características, condiciones técnicas y cálculos básicos que definen la instalación eléctrica de baja tensión de la planta solar fotovoltaica “PFV Cáceres II.

2 NORMATIVA

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 52.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 187/2016, de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- Normativa Europea EN, la Normativa CNELEC, las normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Normas particulares y condiciones técnicas de seguridad de Endesa.

3 DATOS DEL PROYECTO

Nombre	Cáceres II
Localización	Casar de Cáceres
UTM H29 - X	715362
UTM H29 - Y	4372555
Altitud (m)	370
Tmax (°C)	43,7
Tmin (°C)	-4,0
Tmedia (diurna) (°C)	16,3
Rtermica suelo (K*m/W)	2,5

Fuente Temperatura: Aemet- Valores extremos

4 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

En este apartado se calcularán las secciones óptimas de los conductores desde los paneles fotovoltaicos hasta los centros de transformación, considerando dicho cableado como redes subterráneas para distribución en Baja Tensión. Se ha realizado en dos apartados, desde el final de cada string hasta los inversores, y desde éstos hasta los centros de transformación.

Para ello se sigue la Norma IEC 60364-5-52 para “Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones”.

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente:

- Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento
- Criterio de la caída de tensión
- Criterio pérdida de potencia

Fabricante	RISEN
Modelo	RSM132-8-695BHDG
Nº células	132
Potencia módulo (Wp)	695
Vmp módulo (V)	41,71
Imp módulo (A)	16,68
Voc módulo (V)	49,74
Isc módulo (A)	17,74
Vmax sistema (V)	1500
dPmax/dt	-0,240%
dVoc/dt	-0,220%
dIsc/dt	0,047%
TONC (°C)	43+-2
Bifacialidad	1,07

Criterio calentamiento por intensidad

T aire (°C)	43,7
T suelo (°C)	38,7

Criterio CDT

T aire (°C)	43,7
T suelo (°C)	38,7

Criterio pérdida de potencia

T aire (°C)	16,3
T suelo (°C)	11,3

Rotura de fusible

T aire (°C)	48,7
-------------	------

4.1 Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento

El criterio térmico limita la intensidad máxima admisible por el cable. La metodología para el cálculo de corriente se realiza con factores de corrección aplicados a la intensidad nominal del conductor de acuerdo a las condiciones propias del sitio a instalarse como se presenta a continuación:

$$I_z = I_0 * k_1 * k_2 * k_3 * k_4$$

donde:

I_z : Intensidad corregida (A)

I_0 : Intensidad max admisible del cable (A)

Tipos de instalación	Descripción	Tºreferencia	Aislante	Material	Tabla intensidades	Tabla Ftemp	Tabla Fagrup	Tabla Fresist
D1	rectamente enterrado	20°C	2XLPE	Al	B52.3 C7	B52.15	B52.19	B52.16
D2	Enterrado bajo tubo	20°C	2XLPE	Al	B52.3 C7	B52.15	B52.19	B52.16

Las tablas de los distintos factores están extraídas de la IEC-60364-5-52 y se resumen a continuación:

K1 Factor temperatura

K1 Conductores al Aire F (tabla 52.14)		K1 Cond. Enterrados D1 y D2 (tabla 52.15)	
Tº aire	K1 (XLPE)	Tº suelo	K1 (XLPE)
10	1,15	10	1,07
15	1,12	15	1,04
20	1,08	20	1
25	1,04	25	0,96
30	1	30	0,93
35	0,96	35	0,89
40	0,91	40	0,85
45	0,87	45	0,8
50	0,82	50	0,76
55	0,76	55	0,71
60	0,71	60	0,65
65	0,65	65	0,6
70	0,58	70	0,53
75	0,5	75	0,46
80	0,41	80	0,38

Tabla 1. K1. Factor de temperatura

Los valores para las temperaturas del proyecto serán interpolados de los datos de la tabla.

K2 Factor agrupación

K2 Conductores al Aire F (tabla 52.17)		K2 Cond. Enterrados D1 y D2 (tabla 52.19)					
Nº Circuitos	K2(al aire)	Nº Circuitos	Distancia Entre Conductores				
			0,00	0,125	0,25	0,375	0,5
1	1	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,87	2	0,85	0,88	0,90	0,93	0,95
3	0,82	3	0,75	0,80	0,85	0,88	0,90
4	0,8	4	0,70	0,75	0,80	0,83	0,85
5	0,8	5	0,65	0,73	0,80	0,83	0,85
6	0,79	6	0,60	0,70	0,80	0,80	0,80
7	0,79	7	0,57	0,67	0,76	0,78	0,80
8	0,78	8	0,54	0,64	0,74	0,76	0,78
9	0,78	9	0,52	0,63	0,73	0,75	0,77
		12	0,45	0,57	0,69	0,72	0,74
		16	0,39	0,53	0,66	0,69	0,71
		20	0,34	0,49	0,63	0,66	0,68

Tabla 2. K2. Factor de agrupación

K3 Factor resistividad térmica

K3 Cond. Enterrados D1 y D2 (tabla 52.16)	
R(K·m/W)	K3 (D1) Bajo Tubo
0,5	1,28
1	1,18
1,5	1,1
2	1,05
2,5	1
3	0,96

Tabla 3. K3. Factor resistividad térmica

Aplicando el criterio de la intensidad máxima admisible:

$$I_z = k_{tot} * I_0$$

donde:

I_z: Intensidad corregida (A)

k_{tot}: Total de factores de corrección

I₀: Intensidad max admisible del cable (A)

Intensidades maximas admisibles (A) 2 XLPE		
S (mm2)	Tipo D1	Tipo D2
16	76	71
25	98	90
35	117	108
50	139	128
70	170	158
95	204	186
120	233	211
150	261	238
185	296	267
240	343	307
300	386	346
400	448	415
500	510	470
630	590	545

Tabla 4. Intensidades máx. admisibles (I₀)

Se debe cumplir la siguiente condición:

$$I_z \geq I_b$$

De acuerdo con la UNE-HD 60364-7-712, para realizar los cálculos, se debe utilizar la corriente de cortocircuito del módulo (*Isc Modulo*), ya que es la máxima corriente a la cual puede ser sometida la instalación en caso de falla.

Además, por seguridad, se tomará un valor para los cálculos del 125 % de esta corriente, cumpliendo con lo indicado en la ITC-BT 40 para instalaciones generadoras.

$$I_b = 1,25 * I_{sc \text{ Modulo}}$$

donde:

I_b: Máxima intensidad del generador (A)

I_{sc} Módulo: Corriente cortocircuito módulo (A)

4.2 Caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el R.E.B.T. en cada parte de la instalación. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud.

La expresión utilizada para el cálculo de la caída de tensión en líneas de corriente continua es la siguiente:

$$\Delta V = (2 * I_n * L) * \frac{R}{1000}$$

donde:

I_n: Intensidad nominal (A)

L: Longitud (m)

R: Resistencia de cableado ($\Omega * km$), y se calcula (según IEC 60228-2004):

Resistencia Cable Solar (Cobre Clase 5)	
Sección (mm ²)	R a 20°C (Ω·km)
4	5,09
6	3,39
10	1,95
16	1,24

Resistencia Cable LV (Aluminio Clase 2)	
Sección (mm ²)	R a 20°C (Ω·km)
16	1,91
25	1,20
35	0,87
50	0,64
70	0,44
95	0,32
120	0,25
150	0,21
185	0,16
240	0,13
300	0,10
400	0,08
500	0,06

Coefficiente de temperatura

$$R_{t,CU} = R_{20,CU}(1 + 0,00393(t - 20))$$

$$R_{t,AL} = R_{20,AL}(1 + 0,00403(t - 20))$$

Cálculo t (temperatura del conductor)

$$\frac{I}{I_p} = \sqrt{\frac{\theta - \theta_o}{\theta_p - \theta_o} \frac{1 + \alpha_{20}(\theta_p - 20)}{1 + \alpha_{20}(\theta - 20)}}$$

$$\alpha_{Cu} = \text{Coef de temperatura del Cu (}^{\circ}\text{C)} = 0,00393 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha_{Al} = \text{Coef de temperatura del Al (}^{\circ}\text{C)} = 0,00403 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{cable}} = 90 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$T_{\text{aire}} = 30 \text{ }^{\circ}\text{C (F)}$$

$$T_{\text{suelo}} = 15 \text{ }^{\circ}\text{C (D1 y D2)}$$

Se debe cumplir la siguiente condición:

$$\Delta V\% = \left[\frac{\Delta V}{V_n} \right] * 100 < 1,5\%$$

donde:

ΔV : Caída de tensión (V)

V_n : Tensión nominal (V)

4.2.1 Criterio pérdida de potencia

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea monofásica vienen dadas por la fórmula:

$$P_p = (2 * I_n^2 * L) * \frac{R}{1000}$$

donde:

I_n : Intensidad nominal (A)

L : Longitud (m)

R : Resistencia de cableado ($\Omega * km$), y se calcula (según apartado anterior).

Se debe cumplir la siguiente condición:

$$\Delta P\% = \left[\frac{P_p}{P} \right] * 100 < 2,5\%$$

donde:

P_p : Pérdida de potencia (W)

P : Potencia (W)

Todos los cálculos justificados de las líneas se pueden consultar en Anexo 1.1. Tablas de cálculo cable SOLAR_DC

Cálculo cable AI-Corriente alterna (Inversor-transformador)

Inversor

Modelo	SUN2000 330KTL-H1
Potencia máxima (kVA)	330
Tensión AC (V)	800
Frecuencia (Hz)	50,0
Factor de potencia	0,958

4.2.2 Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento

El criterio térmico limita la intensidad máxima admisible por el cable. La metodología para el cálculo de corriente se realiza con factores de corrección aplicados a la intensidad nominal del conductor de acuerdo a las condiciones propias del sitio a instalarse como se presenta a continuación:

$$I_z = I_0 * k_1 * k_2 * k_3 * k_4$$

donde:

I_z: Intensidad corregida (A)

I₀: Intensidad max admisible del cable (A)

Tipos de instalación	Descripción	Tºreferencia	Aislante	Material	Tabla intensidades	Tabla Ftemp	Tabla Fagrup	Tabla Fresist
F	Al aire/bandeja	30ºC	3XLPE	Al	B52.13	B52.14	B52.17	
D1	Enterrado bajo tubo	20ºC	3XLPE	Al	B52.5 C7	B52.15	B52.19	B52.16
D2	Directamente enterrado	20ºC	3XLPE	Al	B52.5 C8	B52.15	B52.18	B52.16

Las tablas de los distintos factores están extraídas de la IEC-60364-5-52 y se resumen a continuación:

K1 Factor temperatura

K1 Conductores al Aire F (tabla 52.14)		K1 Cond. Enterrados tubo D1 y D2 (tabla 52.15)	
Tº aire	K1 (XLPE)	Tº suelo	K1 (XLPE)
10	1,15	10	1,07
15	1,12	15	1,04
20	1,08	20	1
25	1,04	25	0,96
30	1	30	0,93
35	0,96	35	0,89
40	0,91	40	0,85
45	0,87	45	0,8
50	0,82	50	0,76
55	0,76	55	0,71
60	0,71	60	0,65
65	0,65	65	0,6
70	0,58	70	0,53
75	0,5	75	0,46
80	0,41	80	0,38

Tabla 5. K1. Factor de temperatura

Los valores para las temperaturas del proyecto serán interpolados de los datos de la tabla.

K2 Factor agrupación

K2 Conductores al Aire F (tabla 52.17)	
Nº Circuitos	K2(al aire)
1	1
2	0,87
3	0,82
4	0,8
5	0,8
6	0,79
7	0,79
8	0,78
9	0,78

K2 Cond. Enterrados tubo D1 (tabla 52.19)						
Nº Circuitos	Distancia Entre Conductores					
	0,00	0,125	0,25	0,375	0,5	
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
2	0,85	0,88	0,90	0,93	0,95	
3	0,75	0,80	0,85	0,88	0,90	
4	0,70	0,75	0,80	0,83	0,85	
5	0,65	0,73	0,80	0,83	0,85	
6	0,60	0,70	0,80	0,80	0,80	
7	0,57	0,67	0,76	0,78	0,80	
8	0,54	0,64	0,74	0,76	0,78	
9	0,52	0,63	0,73	0,75	0,77	

* Valores extrapolados

K2 Cond. Directamente enterrados D2 (tabla 52.18)					
Nº Circuitos	Distancia Entre Conductores				
	0,00	0,125	0,25	0,375	0,5
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
2	0,75	0,85	0,90	0,90	0,90
3	0,65	0,75	0,80	0,83	0,85
4	0,60	0,70	0,75	0,78	0,80
5	0,55	0,65	0,70	0,75	0,80
6	0,50	0,60	0,70	0,75	0,80
7	0,45	0,59	0,67	0,72	0,76
8	0,43	0,57	0,65	0,70	0,75
9	0,41	0,55	0,63	0,69	0,74

* Valores extrapolados

Tabla 6. K2. Factor de agrupación

K3 Factor resistividad térmica

K3 Cond. Enterrados tubo D1 y D2 (tabla 52.16)		
R(K·m/W)	K3 (D1) Bajo Tubo	K3 (D2) Direct. Enterrado
0,5	1,28	1,88
1	1,18	1,5
1,5	1,1	1,28
2	1,05	1,12
2,5	1	1
3	0,96	0,9

Tabla 7. K3. Factor resistividad térmica

Aplicando el criterio de la intensidad máxima admisible:

$$I_z = k_{tot} * I_0$$

donde:

I_z : Intensidad corregida (A)

k_{tot} : Total de factores de corrección

I_0 : Intensidad max admisible del cable (A)

Intensidades máximas admisibles (A)			
S (mm ²)	Tipo F (B52.13 C5)	Tipo D1 (B52.5 C7)	Tipo D2 (B52.5 C8)
16	81	59	64
25	103	75	82
35	129	90	98
50	159	106	117
70	206	130	144
95	253	154	172
120	296	174	197
150	343	197	220
185	395	220	250
240	471	253	290
300	547	286	326
400	633	343	391

Tabla 8. Intensidades máx. admisibles (I₀)

Para la comprobación por calentamiento, habrá que calcular la corriente de operación:

$$I_b = \frac{S}{V * \sqrt{3}}$$

donde:

I_b: Intensidad de la línea (A)

V: Tensión (V)

S: Potencia aparente del trafo (kVA)

Se debe elegir un cable con capacidad de corriente nominal que, al aplicarle el factor de corrección, por lo menos, pueda conducir la corriente de operación de la línea.

Se debe cumplir la siguiente condición:

$$I_z \geq I_b$$

donde:

I_b: Máxima intensidad del generador (A)

4.2.3 Caída de tensión

La circulación de corriente a través de los conductores ocasiona una pérdida de potencia transportada por el cable, y una caída de tensión o diferencia entre las tensiones en el origen y extremo de la canalización. Esta caída de tensión debe ser inferior a los límites marcados por el R.E.B.T. en cada parte de la instalación. Este criterio suele ser el determinante cuando las líneas son de larga longitud.

La expresión utilizada para el cálculo de la caída de tensión en líneas trifásicas es la siguiente:

$$\Delta V = \left[\frac{(\sqrt{3} * I_b * L (R_c \cos(\phi) + X_c \sin(\phi)))}{1000} \right]$$

donde:

ΔV : Caída de tensión (V)

L: Longitud (m)

X_c : Reactancia inductiva (Ω/km)

R_c : Resistencia de cableado ($\Omega * km$), y se calcula (según IEC 60228-2004):

Impedancia Cable LV (Aluminio Clase 2)			
Sección (mm ²)	R a 20°C ($\Omega \cdot km$)	Reactancia 60Hz ($\Omega \cdot km$)	Reactancia 50 Hz ($\Omega \cdot km$)
16	1,91	0,1186	0,0988
25	1,20	0,1145	0,0954
35	0,87	0,1103	0,0919
50	0,64	0,1085	0,0904
70	0,44	0,1029	0,0858
95	0,32	0,1008	0,0840
120	0,25	0,0992	0,0827
150	0,21	0,0999	0,0833
185	0,16	0,0968	0,0807
240	0,13	0,0972	0,0810
300	0,10	0,0967	0,0806
400	0,08	0,0962	0,0802

Coefficiente de temperatura

$$R_{t,AL} = R_{20,AL}(1 + 0,00403(t - 20))$$

Cálculo t (temperatura del conductor)

$$\frac{I}{I_p} = \sqrt{\frac{\theta - \theta_o}{\theta_p - \theta_o} \frac{1 + \alpha_{20}(\theta_p - 20)}{1 + \alpha_{20}(\theta - 20)}}$$

α_{Al} = Coef de temperatura del Al (°C) = 0,00403 °C

T cable = 90 °C

T aire = 39 °C (F)

Tsuelo = 34 °C (D1 y D2)

Se debe cumplir la siguiente condición:

$$\Delta V\% = \left[\frac{\Delta V}{V_n} \right] * 100 < 1\%$$

donde:

ΔV : Caída de tensión (V)

V_n : Tensión nominal (V)

4.2.4 Criterio pérdida de potencia

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea trifásica vienen dadas por la fórmula:

$$P_p = (3 * I_n^2 * L) * \frac{R}{1000}$$

donde:

I_n : Intensidad nominal (A)

L : Longitud (m)

R : Resistencia de cableado ($\Omega * km$), y se calcula (según apartado anterior).

Se debe cumplir la siguiente condición:

$$\Delta P\% = \left[\frac{P_p}{P} \right] * 100 < 2\%$$

donde:

P_p : Pérdida de potencia (W)

P : Potencia (W)

Todos los cálculos justificados de las líneas se pueden consultar en Anexo 1.1. Tablas de cálculo cable SOLAR_DC

Madrid, mayo de 2023.

El Ingeniero Industrial

Jaime Goñi Aguilar

Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

Nº colegiado: 8225/CO19

Anexo 1.1. Tablas de cálculo cable SOLAR_DC

Inversor	String	Medición de Cableado			Parámetros eléctricos harness					Cable e instalación				Criterio de Intensidad Maxima Admisible						Criterio Caída de Tensión				Criterio Pérdida de Potencia							
		L+ (m)	L- (m)	Ltotal (m)	Ppmp (Wp)	Vpmp (V)	Ipmp (A)	Isc (A)	Ib=1,25Isc (A)	Método Instalación	Material	Nº circuit / canalización	Separación (m)	Sección (mm2)	Io max cable IEC (A)	K1 (temp.)	K2 (agrup.)	K3 (resist.)	K total	Iz corr (A)	¿cumple Iz corr=Ib?	Temp. Cable (°C)	R (Ω-km)	AU (V)	AU (%)	cumple AU<1.5%?	Temp. Cable (°C)	R (Ω-km)	P (W)	P (%)	¿cumple P<Pmax?
1	String 1-1-1	54,4	55,7	116,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,364	0,37%	OK	20,02	1,910	141,57	0,68%	OK
	String 1-1-2	48,9	50,2	105,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,952	0,34%	OK	20,02	1,910	128,18	0,61%	OK
	String 1-1-3	43,4	44,7	94,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,539	0,30%	OK	20,02	1,910	114,79	0,55%	OK
	String 1-1-4	37,9	39,2	83,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,126	0,27%	OK	20,02	1,910	101,41	0,49%	OK
	String 1-1-5	32,4	33,7	72,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,714	0,23%	OK	20,02	1,910	88,02	0,42%	OK
	String 1-1-6	26,9	28,2	61,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,301	0,20%	OK	20,02	1,910	74,64	0,36%	OK
	String 1-1-7	21,4	22,7	50,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,888	0,16%	OK	20,02	1,910	61,25	0,29%	OK
	String 1-1-8	15,9	17,2	39,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,476	0,13%	OK	20,02	1,910	47,86	0,23%	OK
	String 1-1-9	10,4	11,7	28,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,063	0,09%	OK	20,02	1,910	34,48	0,17%	OK
	String 1-1-10	0,8	2,1	9,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,343	0,03%	OK	20,02	1,910	11,13	0,05%	OK
	String 1-1-11	8,9	10,2	25,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,952	0,08%	OK	20,02	1,910	30,86	0,15%	OK
	String 1-1-12	14,4	15,7	36,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,364	0,12%	OK	20,02	1,910	44,25	0,21%	OK
	String 1-1-13	19,9	21,2	47,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,777	0,15%	OK	20,02	1,910	57,64	0,28%	OK
	String 1-1-14	25,4	26,7	58,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,190	0,19%	OK	20,02	1,910	71,02	0,34%	OK
	String 1-1-15	30,9	32,2	69,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,602	0,22%	OK	20,02	1,910	84,41	0,40%	OK
	String 1-1-16	36,4	37,7	80,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,015	0,26%	OK	20,02	1,910	97,80	0,47%	OK
	String 1-1-17	41,9	43,2	91,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,428	0,29%	OK	20,02	1,910	111,18	0,53%	OK
	String 1-1-18	47,4	48,7	102,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,840	0,33%	OK	20,02	1,910	124,57	0,60%	OK
String 1-2-1	0,8	2,1	9,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,343	0,03%	OK	20,02	1,910	11,13	0,05%	OK	
String 1-2-2	7,4	8,7	22,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,838	0,07%	OK	20,02	1,910	27,19	0,13%	OK	
String 1-2-3	12,9	14,2	33,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,251	0,11%	OK	20,02	1,910	40,58	0,19%	OK	
String 1-2-4	18,4	19,7	44,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,664	0,14%	OK	20,02	1,910	53,97	0,26%	OK	
String 1-2-5	23,9	25,2	55,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,076	0,18%	OK	20,02	1,910	67,35	0,32%	OK	
String 1-2-6	29,4	30,7	66,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,489	0,21%	OK	20,02	1,910	80,74	0,39%	OK	
String 1-2-7	34,9	36,2	77,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,902	0,25%	OK	20,02	1,910	94,13	0,45%	OK	
String 1-2-8	174,8	176,1	357,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	13,402	1,15%	OK	20,02	1,910	434,69	2,09%	OK	
String 1-2-9	167,4	168,8	342,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	12,847	1,10%	OK	20,02	1,910	416,72	2,00%	OK	
String 1-2-10	87,8	89,1	183,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	6,872	0,59%	OK	20,02	1,910	222,90	1,07%	OK	
String 1-2-11	137,6	138,9	276,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	10,372	0,89%	OK	20,02	1,910	336,44	1,61%	OK	
String 1-2-12	130,2	131,5	261,7	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	9,818	0,84%	OK	20,02	1,910	318,47	1,53%	OK	
String 1-2-13	50,1	51,4	107,7	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,040	0,35%	OK	20,02	1,910	131,03	0,63%	OK	
String 1-2-14	92,9	94,3	187,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,023	0,60%	OK	20,02	1,910	227,80	1,09%	OK	
String 1-2-15	100,3	101,6	202,0	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,577	0,65%	OK	20,02	1,910	245,77	1,18%	OK	
String 1-2-16	143,1	144,4	287,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	10,785	0,92%	OK	20,02	1,910	349,82	1,68%	OK	
String 1-2-17	105,8	107,1	213,0	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,990	0,68%	OK	20,02	1,910	259,15	1,24%	OK	
String 1-2-18	148,6	149,9	298,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	11,198	0,96%	OK	20,02	1,910	363,21	1,74%	OK	
String 1-3-1	20,5	21,8	42,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,588	0,14%	OK	20,02	1,910	51,49	0,25%	OK	
String 1-3-2	20,5	21,8	42,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,588	0,14%	OK	20,02	1,910	51,49	0,25%	OK	
String 1-3-3	15,0	16,3	31,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,175	0,10%	OK	20,02	1,910	38,11	0,18%	OK	
String 1-3-4	9,5	10,8	20,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK	
String 1-3-5	4,0	5,3	9,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m																			



PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
CÁCERES II

ANEXO I.
CÁLCULOS
ELÉCTRICOS BT

6	String 1-6-1	45,7	47,0	92,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,475	0,30%	OK	20,02	1,910	112,73	0,54%	OK
	String 1-6-2	38,1	39,4	77,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,905	0,25%	OK	20,02	1,910	94,22	0,45%	OK
	String 1-6-3	46,1	47,4	93,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,505	0,30%	OK	20,02	1,910	113,70	0,55%	OK
	String 1-6-4	51,1	52,4	109,7	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,115	0,35%	OK	20,02	1,910	133,48	0,64%	OK
	String 1-6-5	8,4	9,7	18,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,680	0,06%	OK	20,02	1,910	22,06	0,11%	OK
	String 1-6-6	0,8	2,1	2,9	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 1-6-7	8,8	10,1	18,9	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,710	0,06%	OK	20,02	1,910	23,03	0,11%	OK
	String 1-6-8	9,5	10,8	26,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,996	0,09%	OK	20,02	1,910	32,31	0,15%	OK
	String 1-6-9	4,0	5,3	9,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,349	0,03%	OK	20,02	1,910	11,34	0,05%	OK
	String 1-6-10	41,3	42,6	83,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,145	0,27%	OK	20,02	1,910	102,01	0,49%	OK
	String 1-6-11	9,5	10,8	20,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 1-6-12	46,8	48,1	94,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 1-6-13	13,9	15,2	29,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,093	0,09%	OK	20,02	1,910	35,44	0,17%	OK
	String 1-6-14	15,0	16,3	37,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,409	0,12%	OK	20,02	1,910	45,69	0,22%	OK
	String 1-6-15	51,2	52,5	103,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,888	0,33%	OK	20,02	1,910	126,11	0,61%	OK
	String 1-6-16	56,7	58,0	114,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,301	0,37%	OK	20,02	1,910	139,50	0,67%	OK
	String 1-6-17	19,4	20,7	40,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,505	0,13%	OK	20,02	1,910	48,83	0,23%	OK
	String 1-6-18	20,5	21,8	48,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,821	0,16%	OK	20,02	1,910	59,08	0,28%	OK
7	String 1-7-1	20,5	21,8	48,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,821	0,16%	OK	20,02	1,910	59,08	0,28%	OK
	String 1-7-2	27,9	29,2	63,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,375	0,20%	OK	20,02	1,910	77,05	0,37%	OK
	String 1-7-3	33,4	34,7	74,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,788	0,24%	OK	20,02	1,910	90,44	0,43%	OK
	String 1-7-4	38,9	40,2	83,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,201	0,27%	OK	20,02	1,910	103,82	0,50%	OK
	String 1-7-5	35,9	37,2	79,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,977	0,25%	OK	20,02	1,910	96,57	0,46%	OK
	String 1-7-6	30,4	31,7	68,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,565	0,22%	OK	20,02	1,910	83,19	0,40%	OK
	String 1-7-7	24,9	26,2	51,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,918	0,16%	OK	20,02	1,910	62,22	0,30%	OK
	String 1-7-8	19,4	20,7	40,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,505	0,13%	OK	20,02	1,910	48,83	0,23%	OK
	String 1-7-9	13,9	15,2	29,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,093	0,09%	OK	20,02	1,910	35,44	0,17%	OK
	String 1-7-10	8,4	9,7	18,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,680	0,06%	OK	20,02	1,910	22,06	0,11%	OK
	String 1-7-11	0,8	2,1	2,9	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 1-7-12	8,8	10,1	18,9	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,710	0,06%	OK	20,02	1,910	23,03	0,11%	OK
	String 1-7-13	14,3	15,6	29,9	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,123	0,10%	OK	20,02	1,910	36,42	0,17%	OK
	String 1-7-14	19,8	21,1	40,9	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,535	0,13%	OK	20,02	1,910	49,80	0,24%	OK
	String 1-7-15	27,2	28,5	55,7	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,089	0,18%	OK	20,02	1,910	67,77	0,33%	OK
	String 1-7-16	32,7	34,0	66,7	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,502	0,21%	OK	20,02	1,910	81,16	0,39%	OK
	String 1-7-17	38,2	39,5	77,7	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,915	0,25%	OK	20,02	1,910	94,55	0,45%	OK
	String 1-7-18	75,4	76,8	152,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	5,710	0,49%	OK	20,02	1,910	185,22	0,89%	OK
8	String 1-8-1	94,7	96,0	190,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,157	0,61%	OK	20,02	1,910	232,13	1,11%	OK
	String 1-8-2	89,2	90,5	179,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	6,744	0,58%	OK	20,02	1,910	218,75	1,05%	OK
	String 1-8-3	83,7	85,0	168,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	6,331	0,54%	OK	20,02	1,910	205,36	0,99%	OK
	String 1-8-4	75,3	76,6	151,9	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	5,700	0,49%	OK	20,02	1,910	184,89	0,89%	OK
	String 1-8-5	83,3	84,6	168,0	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	6,301	0,54%	OK	20,02	1,910	204,39	0,98%	OK
	String 1-8-6	88,8	90,1	179,0	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	6,714	0,57%	OK	20,02	1,910	217,77	1,04%	OK
	String 1-8-7	51,5	52,8	110,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,																						



PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
CÁCERES II

ANEXO I.
CÁLCULOS
ELÉCTRICOS BT

11	String 1-11-1	57,8	59,1	116,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,383	0,38%	OK	20,02	1,910	142,17	0,68%	OK
	String 1-11-2	20,5	21,8	42,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,588	0,14%	OK	20,02	1,910	51,50	0,25%	OK
	String 1-11-3	19,9	21,2	47,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,773	0,15%	OK	20,02	1,910	57,53	0,28%	OK
	String 1-11-4	52,3	53,6	105,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,970	0,34%	OK	20,02	1,910	128,78	0,62%	OK
	String 1-11-5	15,0	16,3	31,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,175	0,10%	OK	20,02	1,910	38,11	0,18%	OK
	String 1-11-6	14,4	15,7	36,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,361	0,12%	OK	20,02	1,910	44,14	0,21%	OK
	String 1-11-7	46,8	48,1	94,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 1-11-8	9,5	10,8	20,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 1-11-9	8,9	10,2	25,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,948	0,08%	OK	20,02	1,910	30,75	0,15%	OK
	String 1-11-10	41,3	42,6	83,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,145	0,27%	OK	20,02	1,910	102,01	0,49%	OK
	String 1-11-11	4,0	5,3	9,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,350	0,03%	OK	20,02	1,910	11,34	0,05%	OK
	String 1-11-12	0,8	2,1	9,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,343	0,03%	OK	20,02	1,910	11,13	0,05%	OK
	String 1-11-13	46,8	48,1	94,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 1-11-14	9,5	10,8	20,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 1-11-15	8,5	9,8	24,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,918	0,08%	OK	20,02	1,910	29,78	0,14%	OK
	String 1-11-16	52,3	53,6	105,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,970	0,34%	OK	20,02	1,910	128,78	0,62%	OK
	String 1-11-17	15,0	16,3	31,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,175	0,10%	OK	20,02	1,910	38,11	0,18%	OK
	String 1-11-18	14,0	15,3	29,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,097	0,09%	OK	20,02	1,910	35,58	0,17%	OK
12	String 1-12-1	59,0	60,3	119,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,476	0,38%	OK	20,02	1,910	145,20	0,70%	OK
	String 1-12-2	16,2	17,6	33,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,268	0,11%	OK	20,02	1,910	41,14	0,20%	OK
	String 1-12-3	53,5	54,8	108,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,064	0,35%	OK	20,02	1,910	131,81	0,63%	OK
	String 1-12-4	8,9	10,2	19,0	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,714	0,06%	OK	20,02	1,910	23,17	0,11%	OK
	String 1-12-5	46,1	47,4	93,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,510	0,30%	OK	20,02	1,910	113,84	0,55%	OK
	String 1-12-6	0,8	2,1	2,9	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 1-12-7	38,1	39,4	77,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,905	0,25%	OK	20,02	1,910	94,22	0,45%	OK
	String 1-12-8	8,5	9,8	18,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,684	0,06%	OK	20,02	1,910	22,20	0,11%	OK
	String 1-12-9	45,7	47,0	92,7	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,480	0,30%	OK	20,02	1,910	112,87	0,54%	OK
	String 1-12-10	54,1	55,5	109,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,112	0,35%	OK	20,02	1,910	133,36	0,64%	OK
	String 1-12-11	16,9	18,2	35,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,316	0,11%	OK	20,02	1,910	42,69	0,20%	OK
	String 1-12-12	46,8	48,1	94,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 1-12-13	9,5	10,8	20,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 1-12-14	41,3	42,6	83,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,145	0,27%	OK	20,02	1,910	102,01	0,49%	OK
	String 1-12-15	4,0	5,3	9,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,350	0,03%	OK	20,02	1,910	11,34	0,05%	OK
	String 1-12-16	9,5	10,8	20,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 1-12-17	46,8	48,1	94,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 1-12-18	52,3	53,6	105,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,970	0,34%	OK	20,02	1,910	128,78	0,62%	OK
13	String 1-13-1	14,4	15,7	30,0	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,127	0,10%	OK	20,02	1,910	36,56	0,18%	OK
	String 1-13-2	51,6	52,9	104,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,922	0,34%	OK	20,02	1,910	127,23	0,61%	OK
	String 1-13-3	8,9	10,2	19,0	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,714	0,06%	OK	20,02	1,910	23,17	0,11%	OK
	String 1-13-4	46,1	47,4	93,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,510	0,30%	OK	20,02	1,910	113,84	0,55%	OK
	String 1-13-5	0,8	2,1	2,9	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 1-13-6	38,1	39,4	77,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,905	0,25%	OK	20,02	1,910	94,22	0,45%	OK
	String 1-13-7	15,0	16,3	31,3	20843,86	1																									



PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
CÁCERES II

ANEXO I.
CÁLCULOS
ELÉCTRICOS BT

16	String 1-16-1	26,8	28,1	61,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,294	0,20%	OK	20,02	1,910	74,42	0,36%	OK
	String 1-16-2	64,5	65,9	136,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	5,126	0,44%	OK	20,02	1,910	166,28	0,80%	OK
	String 1-16-3	21,3	22,6	50,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,882	0,16%	OK	20,02	1,910	61,03	0,29%	OK
	String 1-16-4	59,0	60,4	125,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,714	0,40%	OK	20,02	1,910	152,90	0,73%	OK
	String 1-16-5	15,8	17,1	39,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,469	0,13%	OK	20,02	1,910	47,65	0,23%	OK
	String 1-16-6	53,5	54,9	114,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,301	0,37%	OK	20,02	1,910	139,51	0,67%	OK
	String 1-16-7	10,3	11,6	28,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,056	0,09%	OK	20,02	1,910	34,26	0,16%	OK
	String 1-16-8	48,0	49,4	103,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,888	0,33%	OK	20,02	1,910	126,12	0,61%	OK
	String 1-16-9	0,8	2,1	9,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,343	0,03%	OK	20,02	1,910	11,13	0,05%	OK
	String 1-16-10	38,5	39,9	84,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,175	0,27%	OK	20,02	1,910	103,00	0,49%	OK
	String 1-16-11	9,9	11,2	27,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,026	0,09%	OK	20,02	1,910	33,29	0,16%	OK
	String 1-16-12	47,6	49,0	102,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,858	0,33%	OK	20,02	1,910	125,15	0,60%	OK
	String 1-16-13	15,4	16,7	38,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,439	0,12%	OK	20,02	1,910	46,67	0,22%	OK
	String 1-16-14	53,1	54,5	113,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,271	0,37%	OK	20,02	1,910	138,54	0,66%	OK
	String 1-16-15	20,9	22,2	49,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,852	0,16%	OK	20,02	1,910	60,06	0,29%	OK
	String 1-16-16	58,6	60,0	124,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,684	0,40%	OK	20,02	1,910	151,92	0,73%	OK
	String 1-16-17	26,4	27,7	60,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,264	0,19%	OK	20,02	1,910	73,44	0,35%	OK
	String 1-16-18	64,1	65,5	135,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	5,096	0,44%	OK	20,02	1,910	165,31	0,79%	OK
17	String 1-17-1	52,5	53,8	106,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,987	0,34%	OK	20,02	1,910	129,31	0,62%	OK
	String 1-17-2	89,7	91,0	187,0	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,016	0,60%	OK	20,02	1,910	227,57	1,09%	OK
	String 1-17-3	47,0	48,3	95,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,574	0,31%	OK	20,02	1,910	115,93	0,56%	OK
	String 1-17-4	84,2	85,5	176,0	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	6,603	0,57%	OK	20,02	1,910	214,18	1,03%	OK
	String 1-17-5	38,1	39,4	77,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,905	0,25%	OK	20,02	1,910	94,22	0,45%	OK
	String 1-17-6	75,3	76,6	158,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	5,934	0,51%	OK	20,02	1,910	192,47	0,92%	OK
	String 1-17-7	46,6	47,9	94,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,544	0,30%	OK	20,02	1,910	114,95	0,55%	OK
	String 1-17-8	83,8	85,1	175,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	6,573	0,56%	OK	20,02	1,910	213,21	1,02%	OK
	String 1-17-9	52,1	53,4	105,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,957	0,34%	OK	20,02	1,910	128,34	0,62%	OK
	String 1-17-10	89,3	90,6	186,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	6,986	0,60%	OK	20,02	1,910	226,59	1,09%	OK
	String 1-17-11	57,6	58,9	116,5	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,369	0,37%	OK	20,02	1,910	141,72	0,68%	OK
	String 1-17-12	94,8	96,1	197,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,398	0,63%	OK	20,02	1,910	239,98	1,15%	OK
	String 1-17-13	15,2	16,5	31,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,191	0,10%	OK	20,02	1,910	38,64	0,19%	OK
	String 1-17-14	9,7	11,0	20,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,779	0,07%	OK	20,02	1,910	25,25	0,12%	OK
	String 1-17-15	0,8	2,1	2,9	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 1-17-16	9,3	10,6	20,0	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,749	0,06%	OK	20,02	1,910	24,28	0,12%	OK
	String 1-17-17	14,8	16,1	31,0	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,161	0,10%	OK	20,02	1,910	37,67	0,18%	OK
	String 1-17-18	20,3	21,6	42,0	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,574	0,13%	OK	20,02	1,910	51,05	0,24%	OK
18	String 1-18-1	31,3	32,6	70,2	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,633	0,23%	OK	20,02	1,910	85,41	0,41%	OK
	String 1-18-2	9,5	10,8	20,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 1-18-3	4,0	5,3	9,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,350	0,03%	OK	20,02	1,910	11,34	0,05%	OK
	String 1-18-4	9,5	10,8	20,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 1-18-5	15,0	16,3	31,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,175	0,10%	OK	20,02	1,910	38,11	0,18%	OK
	String 1-18-6	20,5	21,8	42,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,588	0,14%	OK	20,02	1,910	51,50	0,25%	OK
	String 1-18-7	26,0	27,3																												

21	String 1-21-1	54,1	55,5	109,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,112	0,35%	OK	20,02	1,910	133,36	0,64%	OK
	String 1-21-2	16,9	18,2	35,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,316	0,11%	OK	20,02	1,910	42,70	0,20%	OK
	String 1-21-3	48,6	50,0	98,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,699	0,32%	OK	20,02	1,910	119,98	0,58%	OK
	String 1-21-4	11,4	12,7	24,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,904	0,08%	OK	20,02	1,910	29,31	0,14%	OK
	String 1-21-5	10,5	11,9	22,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,840	0,07%	OK	20,02	1,910	27,25	0,13%	OK
	String 1-21-6	47,8	49,1	96,9	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,636	0,31%	OK	20,02	1,910	117,92	0,57%	OK
	String 1-21-7	41,3	42,6	83,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,145	0,27%	OK	20,02	1,910	102,01	0,49%	OK
	String 1-21-8	4,0	5,3	9,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,350	0,03%	OK	20,02	1,910	11,34	0,05%	OK
	String 1-21-9	0,8	2,1	2,9	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 1-21-10	38,1	39,4	77,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,905	0,25%	OK	20,02	1,910	94,22	0,45%	OK
	String 1-21-11	46,8	48,1	94,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 1-21-12	9,5	10,8	20,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 1-21-13	8,3	9,6	17,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,669	0,06%	OK	20,02	1,910	21,69	0,10%	OK
	String 1-21-14	45,5	46,8	92,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,464	0,30%	OK	20,02	1,910	112,36	0,54%	OK
	String 1-21-15	52,3	53,6	105,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,970	0,34%	OK	20,02	1,910	128,78	0,62%	OK
	String 1-21-16	15,0	16,3	31,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,175	0,10%	OK	20,02	1,910	38,11	0,18%	OK
	String 1-21-17	13,8	15,1	28,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,082	0,09%	OK	20,02	1,910	35,08	0,17%	OK
	String 1-21-18	51,0	52,3	103,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,877	0,33%	OK	20,02	1,910	125,75	0,60%	OK
22	String 1-22-1	52,3	53,6	105,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,970	0,34%	OK	20,02	1,910	128,78	0,62%	OK
	String 1-22-2	15,0	16,3	31,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,175	0,10%	OK	20,02	1,910	38,11	0,18%	OK
	String 1-22-3	14,2	15,5	29,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,112	0,10%	OK	20,02	1,910	36,05	0,17%	OK
	String 1-22-4	46,8	48,1	94,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 1-22-5	9,5	10,8	20,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 1-22-6	8,7	10,0	18,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,699	0,06%	OK	20,02	1,910	22,67	0,11%	OK
	String 1-22-7	41,3	42,6	83,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,145	0,27%	OK	20,02	1,910	102,01	0,49%	OK
	String 1-22-8	4,0	5,3	9,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,350	0,03%	OK	20,02	1,910	11,34	0,05%	OK
	String 1-22-9	0,8	2,1	2,9	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 1-22-10	51,4	52,7	104,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,907	0,33%	OK	20,02	1,910	126,72	0,61%	OK
	String 1-22-11	45,9	47,2	93,1	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,494	0,30%	OK	20,02	1,910	113,34	0,54%	OK
	String 1-22-12	38,1	39,4	77,4	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,905	0,25%	OK	20,02	1,910	94,22	0,45%	OK
	String 1-22-13	46,8	48,1	94,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 1-22-14	9,5	10,8	20,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 1-22-15	8,3	9,6	17,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,669	0,06%	OK	20,02	1,910	21,69	0,10%	OK
	String 1-22-16	45,5	46,8	92,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,464	0,30%	OK	20,02	1,910	112,36	0,54%	OK
	String 1-22-17	13,8	15,1	28,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,082	0,09%	OK	20,02	1,910	35,08	0,17%	OK
	String 1-22-18	51,0	52,3	103,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,877	0,33%	OK	20,02	1,910	125,75	0,60%	OK
23	String 1-23-1	52,3	53,6	105,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,970	0,34%	OK	20,02	1,910	128,78	0,62%	OK
	String 1-23-2	15,0	16,3	31,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,175	0,10%	OK	20,02	1,910	38,11	0,18%	OK
	String 1-23-3	14,2	15,5	29,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,112	0,10%	OK	20,02	1,910	36,05	0,17%	OK
	String 1-23-4	46,8	48,1	94,8	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 1-23-5	9,5	10,8	20,3	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 1-23-6	8,7	10,0	18,6	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,699	0,06%	OK	20,02	1,910			

Inversor	String	Medición de Cableado			Parámetros eléctricos harness					Cable e instalación				Criterio de Intensidad Maxima Admisible					Criterio Caída de Tensión				Criterio Pérdida de Potencia								
		L + (m)	L - (m)	L total (m)	Ppmp (Wp)	Vpmp (V)	Ipmp (A)	Isc (A)	lb=1,25xIsc (A)	Método Instalación	Material	Nº circuit / canalización	Separación (m)	Sección (mm2)	Io max cable IEC (A)	K1 (temp.)	K2 (agrup.)	K3 (resist.)	K total	Iz corr (A)	¿cumple Iz corr=Ib?	Temp. Cable (°C)	R (Ω-km)	AU (V)	AU (%)	¿cumple AU<1.5%?	Temp. Cable (°C)	R (Ω-km)	P (W)	P (%)	¿cumple P<Pmax?
1	String 2-1-1	21,5	22,9	44,40	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,666	0,14%	OK	20,02	1,910	54,03	0,26%	OK
	String 2-1-2	16,0	17,4	33,40	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,253	0,11%	OK	20,02	1,910	40,64	0,19%	OK
	String 2-1-3	53,3	54,6	107,90	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,048	0,35%	OK	20,02	1,910	131,31	0,63%	OK
	String 2-1-4	10,5	11,9	22,40	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,840	0,07%	OK	20,02	1,910	27,25	0,13%	OK
	String 2-1-5	47,8	49,1	96,90	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,636	0,31%	OK	20,02	1,910	117,92	0,57%	OK
	String 2-1-6	0,8	2,1	2,92	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 2-1-7	38,1	39,4	77,42	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,905	0,25%	OK	20,02	1,910	94,22	0,45%	OK
	String 2-1-8	53,7	55,0	114,93	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,312	0,37%	OK	20,02	1,910	139,86	0,67%	OK
	String 2-1-9	8,3	9,6	17,83	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,669	0,06%	OK	20,02	1,910	21,69	0,10%	OK
	String 2-1-10	45,5	46,8	92,34	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,464	0,30%	OK	20,02	1,910	112,36	0,54%	OK
	String 2-1-11	52,3	53,6	105,82	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,970	0,34%	OK	20,02	1,910	128,78	0,62%	OK
	String 2-1-12	15,0	16,3	31,32	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,175	0,10%	OK	20,02	1,910	38,11	0,18%	OK
	String 2-1-13	13,8	15,1	28,83	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,082	0,09%	OK	20,02	1,910	35,08	0,17%	OK
	String 2-1-14	51,0	52,3	103,34	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,877	0,33%	OK	20,02	1,910	125,75	0,60%	OK
	String 2-1-15	19,3	20,6	39,83	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,494	0,13%	OK	20,02	1,910	48,47	0,23%	OK
	String 2-1-16	56,5	57,8	114,34	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,290	0,37%	OK	20,02	1,910	139,14	0,67%	OK
2	String 2-2-1	8,7	10,0	18,63	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,699	0,06%	OK	20,02	1,910	22,67	0,11%	OK
	String 2-2-2	45,9	47,2	93,14	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,494	0,30%	OK	20,02	1,910	113,34	0,54%	OK
	String 2-2-3	0,8	2,1	2,92	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 2-2-4	38,1	39,4	77,42	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,905	0,25%	OK	20,02	1,910	94,22	0,45%	OK
	String 2-2-5	8,3	9,6	17,83	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,669	0,06%	OK	20,02	1,910	21,69	0,10%	OK
	String 2-2-6	45,5	46,8	92,34	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,464	0,30%	OK	20,02	1,910	112,36	0,54%	OK
	String 2-2-7	13,8	15,1	28,83	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,082	0,09%	OK	20,02	1,910	35,08	0,17%	OK
	String 2-2-8	51,0	52,3	103,34	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,877	0,33%	OK	20,02	1,910	125,75	0,60%	OK
	String 2-2-9	52,3	53,6	105,83	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,970	0,34%	OK	20,02	1,910	128,78	0,62%	OK
	String 2-2-10	15,0	16,3	31,32	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,175	0,10%	OK	20,02	1,910	38,11	0,18%	OK
	String 2-2-11	46,8	48,1	94,83	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 2-2-12	9,5	10,8	20,32	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 2-2-13	41,3	42,6	83,82	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,145	0,27%	OK	20,02	1,910	102,01	0,49%	OK
	String 2-2-14	4,0	5,3	9,32	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,350	0,03%	OK	20,02	1,910	11,34	0,05%	OK
	String 2-2-15	46,8	48,1	94,82	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 2-2-16	9,5	10,8	20,32	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
3	String 2-3-1	10,5	11,9	22,40	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,840	0,07%	OK	20,02	1,910	27,25	0,13%	OK
	String 2-3-2	47,8	49,1	96,90	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,636	0,31%	OK	20,02	1,910	117,92	0,57%	OK
	String 2-3-3	0,8	2,1	2,92	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 2-3-4	38,1	39,4	77,42	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,905	0,25%	OK	20,02	1,910	94,22	0,45%	OK
	String 2-3-5	8,3	9,6	17,83	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,669	0,06%	OK	20,02	1,910	21,69	0,10%	OK
	String 2-3-6	45,5	46,8	92,34	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,464	0,30%	OK	20,02	1,910	112,36	0,54%	OK
	String 2-3-7	16,0	17,4	33,40	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,253	0,11%	OK	20,02	1,910	40,64	0,19%	OK
	String 2-3-8	53,3	54,6	107,90	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,048	0,35%	OK	20,02	1,910	131,31	0,63%	OK
	String 2-3-9	59,6	61,0	120,59	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	Al	4	0,																		

6	String 2-6-1	42,2	43,5	91,99	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,451	0,30%	OK	20,02	1,910	111,94	0,54%	OK
	String 2-6-2	36,7	38,0	80,99	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,038	0,26%	OK	20,02	1,910	98,55	0,47%	OK
	String 2-6-3	31,2	32,5	69,99	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,626	0,22%	OK	20,02	1,910	85,17	0,41%	OK
	String 2-6-4	25,7	27,0	58,99	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,213	0,19%	OK	20,02	1,910	71,78	0,34%	OK
	String 2-6-5	20,2	21,5	47,99	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,800	0,15%	OK	20,02	1,910	58,39	0,28%	OK
	String 2-6-6	14,7	16,0	36,99	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,388	0,12%	OK	20,02	1,910	45,01	0,22%	OK
	String 2-6-7	9,2	10,5	25,99	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,975	0,08%	OK	20,02	1,910	31,62	0,15%	OK
	String 2-6-8	0,8	2,1	9,15	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,343	0,03%	OK	20,02	1,910	11,13	0,05%	OK
	String 2-6-9	8,8	10,1	25,19	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,945	0,08%	OK	20,02	1,910	30,65	0,15%	OK
	String 2-6-10	14,3	15,6	36,19	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,358	0,12%	OK	20,02	1,910	44,03	0,21%	OK
	String 2-6-11	21,7	23,0	50,95	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,912	0,16%	OK	20,02	1,910	62,01	0,30%	OK
	String 2-6-12	62,2	63,5	125,76	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,718	0,40%	OK	20,02	1,910	153,04	0,73%	OK
	String 2-6-13	99,5	100,8	200,27	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,514	0,64%	OK	20,02	1,910	243,71	1,17%	OK
	String 2-6-14	67,7	69,0	136,76	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	5,131	0,44%	OK	20,02	1,910	166,43	0,80%	OK
	String 2-6-15	105,0	106,3	211,27	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,926	0,68%	OK	20,02	1,910	257,10	1,23%	OK
	String 2-6-16	110,5	111,8	222,27	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	8,339	0,71%	OK	20,02	1,910	270,48	1,30%	OK
7	String 2-7-1	24,0	25,3	49,27	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,848	0,16%	OK	20,02	1,910	59,95	0,29%	OK
	String 2-7-2	18,5	19,8	38,27	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,436	0,12%	OK	20,02	1,910	46,57	0,22%	OK
	String 2-7-3	55,7	57,0	112,77	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,231	0,36%	OK	20,02	1,910	137,24	0,66%	OK
	String 2-7-4	13,0	14,3	27,27	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,023	0,09%	OK	20,02	1,910	33,18	0,16%	OK
	String 2-7-5	50,2	51,5	101,77	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,818	0,33%	OK	20,02	1,910	123,85	0,59%	OK
	String 2-7-6	7,5	8,8	16,27	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,610	0,05%	OK	20,02	1,910	19,79	0,09%	OK
	String 2-7-7	44,7	46,0	90,77	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,406	0,29%	OK	20,02	1,910	110,46	0,53%	OK
	String 2-7-8	0,8	2,1	2,92	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 2-7-9	38,1	39,4	77,42	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,905	0,25%	OK	20,02	1,910	94,22	0,45%	OK
	String 2-7-10	9,5	10,8	26,55	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,996	0,09%	OK	20,02	1,910	32,31	0,16%	OK
	String 2-7-11	7,1	8,4	15,47	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,580	0,05%	OK	20,02	1,910	18,82	0,09%	OK
	String 2-7-12	44,3	45,6	89,97	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,376	0,29%	OK	20,02	1,910	109,49	0,53%	OK
	String 2-7-13	15,0	16,3	31,55	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,409	0,12%	OK	20,02	1,910	45,69	0,22%	OK
	String 2-7-14	12,6	13,9	26,47	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,993	0,09%	OK	20,02	1,910	32,21	0,15%	OK
	String 2-7-15	49,8	51,1	100,97	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,788	0,32%	OK	20,02	1,910	122,88	0,59%	OK
	String 2-7-16	57,2	58,5	115,74	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,342	0,37%	OK	20,02	1,910	140,85	0,68%	OK
8	String 2-8-1	52,3	53,6	105,82	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,970	0,34%	OK	20,02	1,910	128,78	0,62%	OK
	String 2-8-2	15,0	16,3	31,32	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,175	0,10%	OK	20,02	1,910	38,11	0,18%	OK
	String 2-8-3	13,0	14,3	27,27	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,023	0,09%	OK	20,02	1,910	33,18	0,16%	OK
	String 2-8-4	46,8	48,1	94,83	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 2-8-5	9,5	10,8	20,32	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 2-8-6	7,5	8,8	16,27	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,610	0,05%	OK	20,02	1,910	19,79	0,09%	OK
	String 2-8-7	44,7	46,0	90,77	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,406	0,29%	OK	20,02	1,910	110,46	0,53%	OK
	String 2-8-8	41,3	42,6	83,82	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,145	0,27%	OK	20,02	1,910	102,01	0,49%	OK
	String 2-8-9	4,0	5,3	9,32	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,350	0,03%	OK	20,02	1,910	11,34	0,05%	OK
	String 2-8-10	0,8	2,1	2,92	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910			



PROYECTO DE EJECUCIÓN
PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA
CÁCERES II

ANEXO I.
CÁLCULOS
ELÉCTRICOS BT

11	String 2-11-1	65,3	66,6	131,88	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,948	0,42%	OK	20,02	1,910	160,48	0,77%	OK
	String 2-11-2	28,0	29,3	57,37	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,152	0,18%	OK	20,02	1,910	69,81	0,33%	OK
	String 2-11-3	59,8	61,1	120,88	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,535	0,39%	OK	20,02	1,910	147,10	0,71%	OK
	String 2-11-4	22,5	23,8	46,37	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,740	0,15%	OK	20,02	1,910	56,43	0,27%	OK
	String 2-11-5	54,3	55,6	109,88	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,122	0,35%	OK	20,02	1,910	133,71	0,64%	OK
	String 2-11-6	17,0	18,3	35,37	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,327	0,11%	OK	20,02	1,910	43,04	0,21%	OK
	String 2-11-7	15,0	16,3	37,55	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,409	0,12%	OK	20,02	1,910	45,69	0,22%	OK
	String 2-11-8	48,8	50,1	98,88	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,710	0,32%	OK	20,02	1,910	120,32	0,58%	OK
	String 2-11-9	11,5	12,8	24,37	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,914	0,08%	OK	20,02	1,910	29,65	0,14%	OK
	String 2-11-10	9,5	10,8	26,55	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,996	0,09%	OK	20,02	1,910	32,31	0,15%	OK
	String 2-11-11	38,1	39,4	77,43	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,905	0,25%	OK	20,02	1,910	94,22	0,45%	OK
	String 2-11-12	0,8	2,1	2,92	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 2-11-13	48,7	50,0	104,93	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,937	0,34%	OK	20,02	1,910	127,69	0,61%	OK
	String 2-11-14	54,2	55,5	115,93	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,349	0,37%	OK	20,02	1,910	141,07	0,68%	OK
	String 2-11-15	61,6	62,9	130,70	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,903	0,42%	OK	20,02	1,910	159,05	0,76%	OK
	String 2-11-16	67,1	68,4	141,70	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	5,316	0,46%	OK	20,02	1,910	172,43	0,83%	OK
12	String 2-12-1	113,2	114,5	233,97	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	8,778	0,75%	OK	20,02	1,910	284,72	1,37%	OK
	String 2-12-2	118,7	120,0	244,97	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	9,190	0,79%	OK	20,02	1,910	298,10	1,43%	OK
	String 2-12-3	124,2	125,5	255,97	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	9,603	0,82%	OK	20,02	1,910	311,49	1,49%	OK
	String 2-12-4	131,6	132,9	270,73	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	10,157	0,87%	OK	20,02	1,910	329,46	1,58%	OK
	String 2-12-5	111,7	113,0	230,88	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	8,662	0,74%	OK	20,02	1,910	280,97	1,35%	OK
	String 2-12-6	106,2	107,5	219,88	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	8,249	0,71%	OK	20,02	1,910	267,58	1,28%	OK
	String 2-12-7	63,9	65,2	129,12	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,844	0,41%	OK	20,02	1,910	157,13	0,75%	OK
	String 2-12-8	101,2	102,5	203,63	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,640	0,65%	OK	20,02	1,910	247,80	1,19%	OK
	String 2-12-9	62,8	64,1	126,84	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,759	0,41%	OK	20,02	1,910	154,36	0,74%	OK
	String 2-12-10	100,0	101,3	201,35	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,554	0,65%	OK	20,02	1,910	245,03	1,18%	OK
	String 2-12-11	0,8	2,1	9,15	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,343	0,03%	OK	20,02	1,910	11,13	0,05%	OK
	String 2-12-12	9,2	10,5	26,00	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,975	0,08%	OK	20,02	1,910	31,64	0,15%	OK
	String 2-12-13	14,7	16,0	37,00	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,388	0,12%	OK	20,02	1,910	45,02	0,22%	OK
	String 2-12-14	20,2	21,5	48,00	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,801	0,15%	OK	20,02	1,910	58,41	0,28%	OK
	String 2-12-15	100,5	101,8	202,34	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,591	0,65%	OK	20,02	1,910	246,23	1,18%	OK
	String 2-12-16	63,3	64,6	127,83	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,796	0,41%	OK	20,02	1,910	155,56	0,75%	OK
13	String 2-13-1	46,8	48,1	94,82	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 2-13-2	9,5	10,8	20,32	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910	24,72	0,12%	OK
	String 2-13-3	9,4	10,7	20,13	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,755	0,06%	OK	20,02	1,910	24,50	0,12%	OK
	String 2-13-4	46,7	48,0	94,64	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,551	0,30%	OK	20,02	1,910	115,17	0,55%	OK
	String 2-13-5	41,3	42,6	83,82	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,145	0,27%	OK	20,02	1,910	102,01	0,49%	OK
	String 2-13-6	4,0	5,3	9,32	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,350	0,03%	OK	20,02	1,910	11,34	0,05%	OK
	String 2-13-7	0,8	2,1	2,92	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 2-13-8	38,1	39,4	77,42	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,905	0,25%	OK	20,02	1,910	94,22	0,45%	OK
	String 2-13-9	46,8	48,1	94,82	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,558	0,30%	OK	20,02	1,910	115,39	0,55%	OK
	String 2-13-10	9,5	10,8	20,32	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,762	0,07%	OK	20,02	1,910			

16	String 2-16-1	20,0	21,4	41,39	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,553	0,13%	OK	20,02	1,910	50,37	0,24%	OK
	String 2-16-2	57,3	58,6	115,90	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,348	0,37%	OK	20,02	1,910	141,04	0,68%	OK
	String 2-16-3	14,5	15,9	30,39	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,140	0,10%	OK	20,02	1,910	36,98	0,18%	OK
	String 2-16-4	51,8	53,1	104,90	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,936	0,34%	OK	20,02	1,910	127,65	0,61%	OK
	String 2-16-5	9,0	10,4	19,39	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,728	0,06%	OK	20,02	1,910	23,60	0,11%	OK
	String 2-16-6	46,3	47,6	93,90	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,523	0,30%	OK	20,02	1,910	114,27	0,55%	OK
	String 2-16-7	0,8	2,1	2,92	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 2-16-8	38,1	39,4	77,42	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,905	0,25%	OK	20,02	1,910	94,22	0,45%	OK
	String 2-16-9	8,6	10,0	18,59	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,697	0,06%	OK	20,02	1,910	22,62	0,11%	OK
	String 2-16-10	45,9	47,2	93,10	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,493	0,30%	OK	20,02	1,910	113,29	0,54%	OK
	String 2-16-11	14,1	15,5	29,59	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,110	0,10%	OK	20,02	1,910	36,01	0,17%	OK
	String 2-16-12	51,4	52,7	104,10	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,906	0,33%	OK	20,02	1,910	126,68	0,61%	OK
	String 2-16-13	21,5	22,8	44,36	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,664	0,14%	OK	20,02	1,910	53,98	0,26%	OK
	String 2-16-14	58,8	60,1	118,87	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,460	0,38%	OK	20,02	1,910	144,65	0,69%	OK
	String 2-16-15	27,0	28,3	55,36	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	2,077	0,18%	OK	20,02	1,910	67,37	0,32%	OK
	String 2-16-16	64,3	65,6	129,87	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,872	0,42%	OK	20,02	1,910	158,04	0,76%	OK
17	String 2-17-1	62,3	63,6	125,92	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,724	0,40%	OK	20,02	1,910	153,23	0,74%	OK
	String 2-17-2	99,6	100,9	200,43	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,520	0,64%	OK	20,02	1,910	243,90	1,17%	OK
	String 2-17-3	56,8	58,1	114,92	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,311	0,37%	OK	20,02	1,910	139,85	0,67%	OK
	String 2-17-4	94,1	95,4	189,43	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,107	0,61%	OK	20,02	1,910	230,52	1,11%	OK
	String 2-17-5	51,3	52,6	103,92	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,899	0,33%	OK	20,02	1,910	126,46	0,61%	OK
	String 2-17-6	88,6	89,9	178,43	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	6,694	0,57%	OK	20,02	1,910	217,13	1,04%	OK
	String 2-17-7	45,8	47,1	92,92	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,486	0,30%	OK	20,02	1,910	113,08	0,54%	OK
	String 2-17-8	83,1	84,4	167,43	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	6,281	0,54%	OK	20,02	1,910	203,75	0,98%	OK
	String 2-17-9	0,8	2,1	9,15	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,343	0,03%	OK	20,02	1,910	11,13	0,05%	OK
	String 2-17-10	8,9	10,2	25,37	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,952	0,08%	OK	20,02	1,910	30,87	0,15%	OK
	String 2-17-11	50,9	52,2	103,12	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,869	0,33%	OK	20,02	1,910	125,49	0,60%	OK
	String 2-17-12	88,2	89,5	177,63	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	6,664	0,57%	OK	20,02	1,910	216,16	1,04%	OK
	String 2-17-13	56,4	57,7	114,12	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,281	0,37%	OK	20,02	1,910	138,87	0,67%	OK
	String 2-17-14	93,7	95,0	188,63	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,077	0,61%	OK	20,02	1,910	229,54	1,10%	OK
	String 2-17-15	63,8	65,1	128,89	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,836	0,41%	OK	20,02	1,910	156,85	0,75%	OK
	String 2-17-16	101,0	102,4	203,40	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	7,631	0,65%	OK	20,02	1,910	247,52	1,19%	OK
18	String 2-18-1	14,5	15,9	30,39	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,140	0,10%	OK	20,02	1,910	36,98	0,18%	OK
	String 2-18-2	9,0	10,4	19,39	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,728	0,06%	OK	20,02	1,910	23,60	0,11%	OK
	String 2-18-3	0,8	2,1	2,92	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,109	0,01%	OK	20,02	1,910	3,55	0,02%	OK
	String 2-18-4	8,6	10,0	18,59	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	0,697	0,06%	OK	20,02	1,910	22,62	0,11%	OK
	String 2-18-5	14,1	15,5	29,59	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,110	0,10%	OK	20,02	1,910	36,01	0,17%	OK
	String 2-18-6	19,6	21,0	40,59	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,523	0,13%	OK	20,02	1,910	49,40	0,24%	OK
	String 2-18-7	20,0	21,4	41,39	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	1,553	0,13%	OK	20,02	1,910	50,37	0,24%	OK
	String 2-18-8	51,8	53,1	104,90	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	3,936	0,34%	OK	20,02	1,910	127,65	0,61%	OK
	String 2-18-9	57,3	58,6	115,90	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,102	4,348	0,37%	OK	20,02	1,910	141,04	0,68%	OK
	String 2-18-10	46,3	47,6	93,90	20843,86	1167,88	17,85	18,98	23,73	D1	AI	4	0,000 m	16	76	0,890	0,700	1,00	0,623	47,35	OK	44,96	2,1								

Anexo 1.2. Tablas de cálculo cable AC_BT

Línea	Medición Cableado				Cable e instalación					Criterio de Intensidad Maxima Admisible							Criterio Caída de Tensión					Criterio Pérdida de Potencia				Protección Cable						
	Lplano (m)	Ltotal (m)	Uac (V)	Power (kVA)	I Pmax (A)	Método Instalación	Material	Nº circuit / canalización	Separación (m)	Sección (mm2)	Io max cable IEC (A)	K1 (temp.)	K2 (agrup.)	K3 (resist.)	K total	Iz corr (A)	¿cumple?	Temp. Cable (°C)	R (Ω-km)	X (Ω-km)	Cos fi	AU (V)	AU (%)	¿cumple AU<1%?	Temp. Cable (°C)	R (Ω-km)	P (W)	P (%)	¿cumple P<2%?	Calibre Recomend. (A)	Calibre Selec. (A)	¿cumple?
Inversor 1.1	337,532	337,532	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	400	391	0,898	0,600	1,120	0,603	235,95	OK	54,16	0,089	0,080	0,96	7,503	0,94%	OK	31,63	0,081	1169,418	0,35%	OK	160	160	OK
Inversor 1.2	368,752	368,752	800	330,0	79,39	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	300	326	0,898	0,600	1,120	0,603	196,73	OK	50,30	0,112	0,081	0,96	6,622	0,83%	OK	25,88	0,102	713,699	0,22%	OK	160	160	OK
Inversor 1.3	244,93	244,93	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	300	326	0,898	0,600	1,120	0,603	196,73	OK	59,01	0,116	0,081	0,96	6,768	0,85%	OK	38,97	0,108	1121,569	0,34%	OK	160	160	OK
Inversor 1.4	222,93	222,93	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	7,536	0,94%	OK	45,67	0,138	1308,025	0,40%	OK	160	160	OK
Inversor 1.5	258,294	258,294	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	300	326	0,898	0,600	1,120	0,603	196,73	OK	59,01	0,116	0,081	0,96	7,137	0,89%	OK	38,97	0,108	1182,765	0,36%	OK	160	160	OK
Inversor 1.6	371,694	371,694	800	330,0	79,39	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	300	326	0,898	0,600	1,120	0,603	196,73	OK	50,30	0,112	0,081	0,96	6,675	0,83%	OK	25,88	0,102	719,393	0,22%	OK	160	160	OK
Inversor 1.7	428,578	428,578	800	330,0	79,39	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	300	326	0,898	0,600	1,120	0,603	196,73	OK	50,30	0,112	0,081	0,96	7,697	0,96%	OK	25,88	0,102	829,489	0,25%	OK	160	160	OK
Inversor 1.8	281,677	281,677	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	300	326	0,898	0,600	1,120	0,603	196,73	OK	59,01	0,116	0,081	0,96	7,783	0,97%	OK	38,97	0,108	1289,839	0,39%	OK	160	160	OK
Inversor 1.9	205,426	205,426	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	6,944	0,87%	OK	45,67	0,138	1205,321	0,37%	OK	160	160	OK
Inversor 1.10	131,201	131,201	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	4,435	0,55%	OK	45,67	0,138	769,812	0,23%	OK	160	160	OK
Inversor 1.11	89,778	89,778	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	3,035	0,38%	OK	45,67	0,138	526,766	0,16%	OK	160	160	OK
Inversor 1.12	60,394	60,394	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	2,042	0,26%	OK	45,67	0,138	354,357	0,11%	OK	160	160	OK
Inversor 1.13	38,394	38,394	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	1,298	0,16%	OK	45,67	0,138	225,274	0,07%	OK	160	160	OK
Inversor 1.14	10,049	10,049	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	0,340	0,04%	OK	45,67	0,138	58,962	0,02%	OK	160	160	OK
Inversor 1.15	65,038	65,038	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	2,198	0,27%	OK	45,67	0,138	381,606	0,12%	OK	160	160	OK
Inversor 1.16	128,664	128,664	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	4,349	0,54%	OK	45,67	0,138	754,926	0,23%	OK	160	160	OK
Inversor 1.17	205,228	205,228	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	6,937	0,87%	OK	45,67	0,138	1204,160	0,36%	OK	160	160	OK
Inversor 1.18	199,728	199,728	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	6,751	0,84%	OK	45,67	0,138	1171,889	0,36%	OK	160	160	OK
Inversor 1.19	309,473	309,473	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	400	391	0,898	0,600	1,120	0,603	235,95	OK	54,16	0,089	0,080	0,96	6,880	0,86%	OK	31,63	0,081	1072,204	0,32%	OK	160	160	OK
Inversor 1.20	247,089	247,089	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	300	326	0,898	0,600	1,120	0,603	196,73	OK	59,01	0,116	0,081	0,96	6,827	0,85%	OK	38,97	0,108	1131,455	0,34%	OK	160	160	OK
Inversor 1.21	217,705	217,705	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	7,359	0,92%	OK	45,67	0,138	1277,368	0,39%	OK	160	160	OK
Inversor 1.22	190,205	190,205	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	6,430	0,80%	OK	45,67	0,138	1116,013	0,34%	OK	160	160	OK
Inversor 1.23	168,205	168,205	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	5,686	0,71%	OK	45,67	0,138	986,930	0,30%	OK	160	160	OK
Inversor 1.24	189,937	189,937	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	6,420	0,80%	OK	45,67	0,138	1114,441	0,34%	OK	160	160	OK

Línea	Medición Cableado				Cable e instalación					Criterio de Intensidad Maxima Admisible							Criterio Caída de Tensión					Criterio Pérdida de Potencia				Protección Cable						
	Lplano (m)	Ltotal (m)	Uac (V)	Power (kVA)	I Pmax (A)	Método Instalación	Material	Nº circuit / canalización	Separación (m)	Sección (mm2)	Io max cable IEC (A)	K1 (temp.)	K2 (agrup.)	K3 (resist.)	K total	Iz corr (A)	¿cumple?	Temp. Cable (°C)	R (Ω-km)	X (Ω-km)	Cos fi	AU (V)	AU (%)	¿cumple AU<1%?	Temp. Cable (°C)	R (Ω-km)	P (W)	P (%)	¿cumple P<2%?	Calibre Recomend. (A)	Calibre Selec. (A)	¿cumple?
Inversor 2.1	279,765	279,765	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	300	326	0,898	0,600	1,120	0,603	196,73	OK	59,01	0,116	0,081	0,96	7,730	0,97%	OK	38,97	0,108	1281,083	0,39%	OK	160	160	OK
Inversor 2.2	252,265	252,265	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	300	326	0,898	0,600	1,120	0,603	196,73	OK	59,01	0,116	0,081	0,96	6,970	0,87%	OK	38,97	0,108	1155,157	0,35%	OK	160	160	OK
Inversor 2.3	254,107	254,107	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	300	326	0,898	0,600	1,120	0,603	196,73	OK	59,01	0,116	0,081	0,96	7,021	0,88%	OK	38,97	0,108	1163,592	0,35%	OK	160	160	OK
Inversor 2.4	241,61	241,61	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	300	326	0,898	0,600	1,120	0,603	196,73	OK	59,01	0,116	0,081	0,96	6,676	0,83%	OK	38,97	0,108	1106,366	0,34%	OK	160	160	OK
Inversor 2.5	188,73	188,73	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	6,380	0,80%	OK	45,67	0,138	1107,359	0,34%	OK	160	160	OK
Inversor 2.6	239,781	239,781	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	300	326	0,898	0,600	1,120	0,603	196,73	OK	59,01	0,116	0,081	0,96	6,625	0,83%	OK	38,97	0,108	1097,991	0,33%	OK	160	160	OK
Inversor 2.7	146,133	146,133	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	4,940	0,62%	OK	45,67	0,138	857,424	0,26%	OK	160	160	OK
Inversor 2.8	116,749	116,749	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	3,946	0,49%	OK	45,67	0,138	685,016	0,21%	OK	160	160	OK
Inversor 2.9	94,749	94,749	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	3,203	0,40%	OK	45,67	0,138	555,933	0,17%	OK	160	160	OK
Inversor 2.10	59,865	59,865	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	2,024	0,25%	OK	45,67	0,138	351,253	0,11%	OK	160	160	OK
Inversor 2.11	73,685	73,685	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	2,491	0,31%	OK	45,67	0,138	432,341	0,13%	OK	160	160	OK
Inversor 2.12	139,833	139,833	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	4,727	0,59%	OK	45,67	0,138	820,460	0,25%	OK	160	160	OK
Inversor 2.13	210,273	210,273	800	330,0	119,08	D2	Al/XLPE	6	0,125 m	240	290	0,898	0,600	1,120	0,603	175,00	OK	63,34	0,147	0,081	0,96	7,108	0,89%	OK								



**ANEXO II. CÁLCULOS ELÉCTRICOS
MEDIA TENSIÓN**

INDICE

1	OBJETO.....	3
2	NORMATIVA.....	3
3	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CT.....	4
3.1	Intensidad de Media Tensión	4
3.2	Intensidad de Baja Tensión	4
3.3	Cálculo de las intensidades de cortocircuito	5
4	CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA	6
4.1	Investigación de las características del suelo	6
4.2	Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto.....	6
4.3	Diseño preliminar de la instalación de tierra.....	6
4.4	Cálculo de la resistencia del sistema de tierras	7
4.5	Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación	9
4.6	Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación	9
4.7	Cálculo de las tensiones aplicadas.....	10
4.8	Investigación de tensiones transferibles al exterior.....	11
4.9	Corrección y ajuste del diseño inicial.....	12
5	CÁLCULOS ELÉCTRICOS MEDIA TENSIÓN	13
5.1	Datos del proyecto.....	13
5.2	Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento	14
5.3	Caídas de tensión.....	18
5.4	Pérdidas de potencia.....	18
5.5	Intensidad de cortocircuito máxima admisible.....	19
5.5.1	Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor	19
5.5.2	Intensidad de cortocircuito máxima admisible en la pantalla del cable	20
	Anexo 1. Tablas de cálculo líneas MT.....	21

1 OBJETO

El objeto del presente documento es establecer las características, condiciones técnicas y cálculos básicos que definen la instalación eléctrica de media tensión de la planta solar fotovoltaica “PFV Cáceres II.

2 NORMATIVA

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión, y sus instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión, y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba Reglamento electrotécnico para baja tensión, y sus Instrucciones técnicas complementarias ITC-BT 01 a 52.
- Real Decreto 186/2016, de 6 de mayo, por el que se regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Real Decreto 187/2016, de mayo, por el que se regulan las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- Normativa Europea EN, la Normativa CNELEC, las normas UNE y las Recomendaciones de la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI).
- Normas particulares y condiciones técnicas de seguridad de Endesa.

3 CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS CT

3.1 Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

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

donde:

I_p : Intensidad primaria (A)

U_p : Tensión primaria (kV)

S : Potencia aparente del trafo (kVA)

En este caso, la tensión primaria de alimentación es de 30 kV, y la potencia del transformador es de 9.000 kVA con lo cual, sustituyendo, se obtiene:

$$I_p = 173,21 A$$

En este caso, la tensión primaria de alimentación es de 30 kV, y la potencia del transformador es de 6.600 kVA con lo cual, sustituyendo, se obtiene:

$$I_p = 127,01 A$$

3.2 Intensidad de Baja Tensión

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{S}{\sqrt{3} * U_s}$$

donde:

I_s : Intensidad secundaria (A)

U_s : Tensión secundaria (kV)

S : Potencia aparente del trafo (kVA)

En este caso, la tensión primaria de alimentación es de 0,8 kV, y la potencia del transformador es de 9.000 kVA con lo cual, sustituyendo, se obtiene:

$$I_s = 6.495,19 A$$

En este caso, la tensión primaria de alimentación es de 0,8 kV, y la potencia del transformador es de 6.600 kVA con lo cual, sustituyendo, se obtiene:

$$I_s = 4.763,14 A$$

3.3 Cálculo de las intensidades de cortocircuito

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito se deberá conocer la potencia de cortocircuito de la red de MT para condiciones de diseño, valor especificado por la compañía. Por el momento se desconoce este valor.

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

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

donde:

I_{ccp} : Corriente de cortocircuito en el primario del trafo (kA)

U_p : Tensión de servicio (kV)

S_{cc} : Potencia de cortocircuito de la red (MVA)

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en el secundario del transformador se hace uso de la norma UNE-EN 60909-0, que especifica que la expresión para el cálculo de esta corriente es:

$$I_{ccs} = \frac{c * U_s}{\sqrt{3} * Z_{eq}}$$

donde:

I_{ccs} : Corriente de cortocircuito en el secundario del trafo (kA)

U_s : Tensión nominal en el secundario (V)

c : Factor de tensión de valor 1,05 según la norma CEI 60038

Z_{eq} : Impedancia equivalente del circuito (Ω)

$$I_{ccs} = 229,08 A$$

4 CÁLCULO DE LAS INSTALACIONES DE PUESTA A TIERRA

4.1 Investigación de las características del suelo

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

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en **150 Ω *m**.

4.2 Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y tiempo máximo correspondiente de eliminación de defecto

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

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.

4.3 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.

4.4 Cálculo de la resistencia del sistema de tierras

Las características de la red de alimentación son:

- Tensión de servicio: $U_r = 30 \text{ kV}$
- Limitación de la intensidad a tierra: $I_{dm}=300 \text{ A}$
- Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT: $U_{bt}=10.000 \text{ V}$
- Características del terreno:

$$\rho_{\text{terreno}} = 150 \Omega * m$$

$$\rho_H \text{ Hormigón} = 3000 \Omega * m$$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d * R_t \leq V_{BT}$$

donde:

I_d : Intensidad de falta a tierra (A)

R_t : Resistencia total de puesta a tierra (Ω)

V_{BT} : Tensión de aislamiento en BT (V)

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = I_{dm\acute{a}x} = 300A$$

donde:

I_{dm} : limitación de la intensidad de falta a tierra (A)

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

$$R_t = 33,34 \Omega$$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una K_r más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq R_t / \rho_{\text{terreno}}$$

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

$$K_r \leq 0,22$$

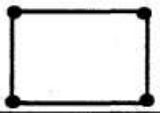
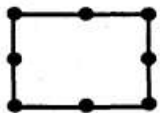
La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 80-40/5/82
- Geometría: Anillo

Rectángulo de 8.0 m x 4.0 m.

Sección conductor = 50 mm².
Diámetro picas = 14 mm.
L_p = Longitud de la pica en m.

PROFUNDIDAD = 0'5 m

CONFIGURACION	L _p (m)	RESISTENCIA K _r	TENSION DE PASO K _p	TENSION DE CONTACTO EXT K _c = K _p (acc)	CODIGO DE LA CONFIGURACION
Sin picas	-	0.088	0.0169	0.0508	80-40/5/00
4 picas	2	0.072	0.0154	0.0338	80-40/5/42
	4	0.061	0.0127	0.0255	80-40/5/44
	6	0.053	0.0107	0.0204	80-40/5/46
	8	0.047	0.0093	0.0169	80-40/5/48
	2	0.065	0.0134	0.0284	80-40/5/82
	4	0.053	0.0103	0.0192	80-40/5/84
	6	0.045	0.0083	0.0141	80-40/5/86
	8	0.039	0.0069	0.0110	80-40/5/88

Los parámetros característicos del electrodo son:

- De la resistencia, $K_r(\Omega/\Omega*m) = 0,072$
- De la tensión de paso, $K_p (V/((\Omega*m) A)) = 0,0154$
- De la tensión de contacto exterior, $K_c (V/((\Omega*m) A)) = 0,0338$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.

- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r * \rho_{\text{terreno}}$$

por lo que para el Centro de Transformación:

$$R'_t = 0,072 * 150 = 10,8 \Omega$$

4.5 Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

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

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

$$U'_p = K_p * \rho_{\text{terreno}} * I_d$$

$$U'_p = 0,0154 * 150 * 300 = 693 V$$

4.6 Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

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

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

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

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

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$U'_d = R'_t * I'_d = 3240 V$$

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:

$$U'_c = U'_p(acc) = K_c * \rho_{terreno} * I_d = 1521 V$$

4.7 Cálculo de las tensiones aplicadas

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

- $t = 0,5 s$
- $k = 72$
- $n = 1$

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

$$U_p = 10 * U_{ca} * \left(1 + \frac{2 * R_{ac} + 6 * \rho_{terreno}}{1000}\right)$$

$$U_p(acc) = 10 * U_{ca} * \left(1 + \frac{2 * R_{ac} + 3 * \rho_{terreno} + 3 * \rho_H}{1000}\right)$$

donde:

U_p : Tensión de paso admisible en el exterior (V)

$U_p(acc)$: Tensión en el acceso admisible (V)

U_{ca} : Tensión de contacto aplicada admisible según ITC-RAT 13 (TABLA 1) ($t = 0.5sg, 144 V$)

R_{ac} : Resistencias adicionales = 2000Ω

$\rho_{terreno} = 150 \Omega * m$

Sustituyendo valores:

$$U_p = 8.496 V$$

$$U_p(acc) = 20.808 V$$

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:

$$U'_p = 693 V \leq U_p = 8.496 V$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

$$U'_p(acc) = 1.521 V \leq U_p(acc) = 20.808 V$$

Tensión de defecto:

$$U'_d = 3.240 V < V_{BT} = 10.000 V$$

4.8 Investigación de 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.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = (\rho_{terreno} * I_d) / (2000 * \pi) = 7,16 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador de servicios auxiliares

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

- Configuración seleccionada: 5/32
- Geometría: Picas en hilera

PARAMETROS CARACTERISTICOS DE ELECTRODOS DE PUESTA A TIERRA

Picas en hilera unidas por un conductor horizontal.
Separación entre picas : 3 m
Longitud pica = 2 m.

Sección conductor = 50 mm².
Diámetro picas = 14 mm.

PROFUNDIDAD = 0'5 m.

NUMERO DE PICAS	RESISTENCIA K_r	TENSION DE PASO K_p	CODIGO DE LA CONFIGURACION
2	0,201	0,0392	5/22
3	0,135	0,0252	5/32
4	0,104	0,0184	5/42
6	0,073	0,0120	5/62
8	0,0572	0,00345	5/82

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24V 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.

$$R_t \text{Neutro} = K_r * \rho = 0,135 * 150 = 20,25 \Omega < 37 \Omega$$

4.9 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 características de protecciones mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de "Kr" inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

5 CÁLCULOS ELÉCTRICOS MEDIA TENSIÓN

Para la selección de los conductores de media tensión se considerarán los criterios de capacidad de conducción de corriente de los conductores, caída de tensión y corriente de corto circuito. La potencia de los CT es de 9.000 kVA o 6.600 kVA, siendo la tensión del primerio 30 kV.

Los conductores utilizados cumplen con la Norma IEC 60502 para “Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruidos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV”, lo que incluye cualidades de los materiales que configuran cada uno de los componentes del cable, criterios de diseño, características dimensionales, así como los requisitos eléctricos que se les exige. Los conductores se instalarán directamente enterrados.

La determinación reglamentaria de la sección de un cable consiste en calcular la sección mínima normalizada que satisface simultáneamente:

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

5.1 Datos del proyecto

Nombre	Cáceres II
Localización	Casar de Cáceres
UTM H29 - X	715362
UTM H29 - Y	4372555
Altitud (m)	370
Tmax (°C)	43,7
Tmin (°C)	-4,0
Tmedia (diurna) (°C)	16,3
Rtermica suelo (K*m/W)	2,5

Fuente Temperatura: Aemet- Valores extremos

Datos conexión

Tensión (kV)	30
Factor de Potencia	0,95
Frecuencia (Hz)	50,0
Power max Transf. (kVA)	9000,00

Tensión (kV)	30
Factor de Potencia	0,95
Frecuencia (Hz)	50,0
Power max Transf. (kVA)	6600,00

Temperaturas de diseño

Criterio calentamiento por intensidad

T aire (°C)	43,7
T suelo (°C)	38,7
Power max Transf. (kVA)	6500,00

Criterio CDT

T aire (°C)	43,7
T suelo (°C)	38,7

Criterio pérdida de potencia

T aire (°C)	16,3
T suelo (°C)	11,3

Criterio cortocircuito

T aire (°C)	43,7
T suelo (°C)	38,7
T max cable (°C) XLPE	90
T max cable CC (°C) XLPE	250
t (sg)	0,5
beta (Al) (°C)	228
k (Al)	94

5.2 Criterio de la intensidad máxima admisible o de calentamiento

El método de diseño utilizado para la selección de conductores está basado en la IEC 60502.

La metodología para el cálculo de ampacidad se realiza con factores de corrección aplicados a la ampacidad nominal del conductor de acuerdo a las condiciones propias del sitio a instalarse como se presenta a continuación:

$$I_z = I_0 * k_1 * k_2 * k_3 * k_4$$

donde:

I_z: Intensidad corregida (A)

I₀: Ampacidad del conductor (A)

Tipos de instalacion	Equivalente Norma BT	Descripción	T referencia	Aislante	Material	Tabla Intensidad	Tabla Factor Temp.	Tabla Factor Agrupación	Tabla Factor R Térmica	Tabla Factor Profundidad
B.5.1.a (equivalente a F en BT)	F	Al aire / Bandeja	30	3 XLPE	Al	B.3 Columna 5	B10	B23	--	--
B.5.3.a (equivalente a D1 en BT)	D1	Enterrado bajo tubo	20	3 XLPE	Al	B.3 Columna 3	B11	B21	B15	B13
B.5.2.a (equivalente a D2 en BT)	D2	Directamente enterrado	20	3 XLPE	Al	B.3 Columna 1	B11	B19	B14	B12

Las tablas de los distintos factores están extraídas de la IEC- IEC 60502 y se resumen a continuación:

K1 Factor temperatura

K1 Conductores al Aire F (tabla B10)		K1 Cond. Enterrados tubo D1 y D2 (tabla B11)	
Tº aire	K1 (XLPE)	Tº suelo	K1 (XLPE)
10	--	10	1,07
15	--	15	1,04
20	1,08	20	1,01
25	1,04	25	1,00
30	1	30	0,96
35	0,96	35	0,95
40	0,91	40	0,93
45	0,87	45	0,89
50	0,82	50	0,85
55	0,76	55	0,80
60	0,71	60	0,76

Tabla 1. K1. Factor de temperatura

Los valores para las temperaturas del proyecto serán interpolados de los datos de la tabla.

K2 Factor agrupación

K2 Conductores al Aire F (tabla B23 FILA3)		
Nº Circuitos	K2(al aire)	Nº Bandejas
1	1	1
2	0,98	1
3	0,96	1
4	0,93	2
5	0,89	2
6	0,89	2
7	0,86	3
8	0,86	3
9	0,86	3

K2 Cond. Enterrados tubo D1 (tabla B21)						
Nº Circuitos	Distancia Entre Conductores					
	0,000	0,200	0,400	0,600	0,800	
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
2	0,78	0,85	0,89	0,91	0,93	
3	0,66	0,75	0,81	0,85	0,88	
4	0,59	0,70	0,77	0,82	0,86	
5	0,55	0,66	0,74	0,80	0,84	
6	0,51	0,64	0,72	0,78	0,83	
7	0,48	0,61	0,71	0,77	0,82	
8	0,46	0,60	0,70	0,76	0,80	
9	0,44	0,58	0,69	0,76	0,80	

* Valores extrapolados

K2 Cond. Directamente enterrados D2 (tabla B19)						
Nº Circuitos	Distancia Entre Conductores					
	0,000	0,200	0,400	0,600	0,800	
1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
2	0,73	0,83	0,88	0,90	0,92	
3	0,60	0,73	0,79	0,83	0,86	
4	0,54	0,68	0,75	0,80	0,84	
5	0,49	0,63	0,72	0,78	0,82	
6	0,46	0,61	0,70	0,76	0,81	
7	0,43	0,58	0,68	0,75	0,80	
8	0,41	0,57	0,67	0,74	0,80	
9	0,39	0,55	0,66	0,73	0,80	

* Valores extrapolados

Tabla 2. K2. Factor de agrupación

K3 Factor resistividad térmica

Factor Resist. Térmica (Tipo D1) (Tabla B15) K3 (K-m/W)							
Sección (mm2)	Valor de resistividad térmica (K-m/W)						
	0,7	0,8	0,9	1	2	2,5	3
16	1,2	1,17	1,14	1,11	0,92	0,85	0,79
25	1,21	1,17	1,14	1,12	0,91	0,85	0,79
35	1,21	1,18	1,15	1,12	0,91	0,84	0,79
50	1,21	1,18	1,15	1,12	0,91	0,84	0,78
70	1,22	1,19	1,15	1,12	0,91	0,84	0,78
95	1,23	1,19	1,16	1,13	0,91	0,84	0,78
120	1,23	1,2	1,16	1,13	0,91	0,84	0,78
150	1,24	1,2	1,16	1,13	0,91	0,83	0,78
185	1,24	1,2	1,17	1,13	0,91	0,83	0,78
240	1,25	1,21	1,17	1,14	0,9	0,83	0,77
300	1,25	1,21	1,17	1,14	0,9	0,83	0,77
400	1,25	1,21	1,17	1,14	0,9	0,83	0,77
500	1,25	1,21	1,17	1,14	0,9	0,83	0,77
630	1,25	1,21	1,17	1,14	0,9	0,83	0,77

Factor Resist. Térmica (Tipo D2) (Tabla B14) K3 (K-m/W)								
Sección (mm2)	Valor de resistividad térmica (K-m/W)							
	0,7	0,8	0,9	1	2	2,5	3	
16	1,29	1,24	1,19	1,15	0,89	0,82	0,75	
25	1,3	1,25	1,2	1,16	0,89	0,81	0,75	
35	1,3	1,25	1,21	1,16	0,89	0,81	0,75	
50	1,32	1,26	1,21	1,16	0,89	0,81	0,74	
70	1,33	1,27	1,22	1,17	0,89	0,81	0,74	
95	1,34	1,28	1,22	1,18	0,89	0,8	0,74	
120	1,34	1,28	1,22	1,18	0,88	0,8	0,74	
150	1,35	1,28	1,23	1,18	0,88	0,8	0,74	
185	1,35	1,29	1,23	1,18	0,88	0,8	0,74	
240	1,36	1,29	1,23	1,18	0,88	0,8	0,73	
300	1,36	1,3	1,24	1,19	0,88	0,8	0,73	
400	1,37	1,3	1,24	1,19	0,88	0,79	0,73	
500	1,37	1,3	1,24	1,19	0,88	0,79	0,73	
630	1,37	1,3	1,24	1,19	0,88	0,79	0,73	

NOTA: Los valores de 500 y 630mm2 no están en norma. Se han tomado iguales a 400mm2

Tabla 3. K3. Factor resistividad térmica

K4 Factor profundidad

Factor Profundidad (Tabla B13 y B12) K3 (K-m/W)				
Profundidad (m)	D1		D2	
	<=185mm2	>185mm2	<=185mm2	>185mm2
0,50 m	1,04	1,05	1,04	1,05
0,60 m	1,02	1,03	1,02	1,03
0,80 m	1	1	1	1
1,00 m	0,98	0,97	0,98	0,97
1,25 m	0,96	0,95	0,96	0,95
1,50 m	0,95	0,93	0,95	0,93
1,75 m	0,94	0,91	0,94	0,92
2,00 m	0,93	0,9	0,93	0,91
2,50 m	0,91	0,88	0,91	0,89
3,00 m	0,9	0,86	0,9	0,88

Tabla 4. K4. Factor profundidad

Se debe elegir un cable con capacidad de corriente nominal que, al aplicarle el factor de corrección, por lo menos, pueda conducir la corriente de operación de la línea.

$$I_z = k_{tot} * I_0$$

donde:

I_z : Intensidad corregida (A)

k_{tot} : Total de factores de corrección

I_0 : Intensidad max admisible del cable (A)

Intensidades maximas admisibles (A)			
S (mm2)	Tipo F (B3 C5)	Tipo D1 (B3 C3)	Tipo D2 (B3 C1)
16	97	80	84
25	127	102	108
35	154	122	129
50	184	144	152
70	230	176	186
95	280	210	221
120	324	240	252
150	368	267	281
185	424	303	317
240	502	351	367
300	577	397	414
400	673	451	470
500	715	515	547
630	830	585	622

Tabla 5. Intensidades máx. admisibles (I_0)

Se debe verificar que:

$$I_z \geq I_b$$

Para la comprobación por calentamiento, habrá que calcular la corriente de operación:

$$I_b = \frac{S}{V * \sqrt{3}}$$

donde:

I_b : Intensidad de la línea (A)

V : Tensión (kV)

S: Potencia aparente del trafo (kVA)

5.3 Caídas de tensión

La caída de tensión se calcula para cada tramo:

- LMT1:
 - STS2 – STS1
 - STS1 – SET

En cada uno de ellos se debe cumplir lo siguiente:

$$\Delta V\%_{LMT_Total} < 1\%$$

La ecuación utilizada para la línea trifásica es:

$$\Delta V = \left[\frac{(\sqrt{3} * Ib * L (R_c \cos(\phi) + X_c \text{sen}(\phi)))}{1000} \right]$$

$$\% = \left[\frac{\Delta V}{V_n} \right] * 100$$

donde:

ΔV : Caída de tensión (V)

R_c : Resistencia del conductor (Ω/km)

L : Longitud (m)

V_n : Tensión nominal (V)

X_c : Reactancia inductiva (Ω/km)

5.4 Pérdidas de potencia

Las pérdidas de potencia por efecto Joule en una línea vienen dadas por la fórmula:

$$P_p = 3 * R_c * Ib^2 * L$$

donde:

P_p : Pérdidas de potencia (W)

R_c : Resistencia del conductor (Ω/km)

Ib : Intensidad de la línea (A)

L : Longitud (Km)

Se debe cumplir la siguiente condición:

$$\Delta P\% = \left[\frac{P_p}{P} \right] * 100 < 1\%$$

donde:

P_p : Pérdida de potencia (W)

P : Potencia (W)

5.5 Intensidad de cortocircuito máxima admisible

5.5.1 Intensidad de cortocircuito máxima admisible en el conductor

Además del cálculo en régimen permanente, los conductores tienen que soportar intensidades de cortocircuito de duraciones muy breves, que es necesario tener en cuenta al dimensionar la sección.

Cálculo para sección 150 mm²

Cálculo de la temperatura de trabajo θ_t :

$$\theta_t = \theta_{amb} + (\theta_{max} - \theta_{amb}) * \left[\frac{I_b}{I_{max}} \right]^2$$

donde:

θ_{amb} = Temperatura del terreno (°C)

θ_{max} = Temperatura max adm del cable en servicio permanente (°C) = 90°C XLPE

I_{max} = Intensidad maxima admisible (A)

I_b : Intensidad de la línea (A)

Según la ITC-LAT-06 (Sección 6.2.), se calcula la intensidad máx. de cortocircuito que soporta un conductor a la temperatura de trabajo:

$$I_{CCmax} = \frac{k * S}{\sqrt{t}} * \sqrt{\frac{\ln\left(\frac{(\theta_{cc} + \beta)}{(\theta_t + \beta)}\right)}{\ln\left(\frac{(\theta_{cc} + \beta)}{(\theta_{max} + \beta)}\right)}} = 21,82 \text{ kA}$$

donde:

$$\theta_{cc} = \text{Temperatura max adm del cable en régimen de cortocircuito } (^{\circ}\text{C}) = 250^{\circ}\text{C}$$

$$t = 0,5 \text{ sg}$$

$$\beta = \frac{1}{\alpha} = 228^{\circ}\text{C para el Aluminio}$$

$$k = 94 \text{ para el Aluminio (Tabla 26. ITC – LAT – 06)}$$

5.5.2 Intensidad de cortocircuito máxima admisible en la pantalla del cable

Para el cálculo de las intensidades de cortocircuitos máximas admisibles en las pantallas de cable de aislamiento seco, se seguirá la Norma UNE 211003 y aplicando el método indicado en la norma UNE 21192. El dimensionamiento mínimo será tal que permita el paso de una intensidad mínima de 1000 A durante 1 segundo.

No se considerará la influencia de la lámina metálica adherida a la cubierta del cable ni la influencia de los flejes equipotenciales dispuestos helicoidalmente. Se calculará para un alambre tomado individualmente y se multiplicará después por el número de alambres para obtener el valor total de la intensidad de cortocircuito. Por lo tanto, se utilizará en todas las fórmulas la sección de un alambre tomado individualmente.

Para el conductor Al RHZ1-OL 18/30kV, la pantalla metálica está compuesta por hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.

En la siguiente tabla, según el fabricante Prysmian, se muestra la intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas para este tipo de conductor según las normas de diseño IEC 60502-2:2014, UNE 211620:2017 y GE DND003:

1 x SECCIÓN CONDUCTOR (Al) / SECCIÓN PANTALLA (Cu) (mm ²)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE BAJO TUBO Y ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DIRECTAMENTE ENTERRADO* (A)	INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE AL AIRE** (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR DURANTE 1s (A)	INTENSIDAD MÁXIMA DE CORTOCIRCUITO EN LA PANTALLA DURANTE 1s*** (A)
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV (pant, 16 mm ²)
1 x 95/16	190	205	255	8930	3130
1 x 150/16	245	260	335	14100	3130
1 x 240/16	320	345	455	22560	3130
1 x 400/16	415	445	610	37600	3130

(*) Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W.

(**) Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C.

(***) Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949.

Para una sección de 150 mm^2 y 400 mm^2 y un tiempo de duración del cortocircuito de 1 segundo, obtenemos que la intensidad de cortocircuito admisible en la pantalla será de 3.130 A, superior a los 1.000 A exigidos por el apartado 6.3. de la ITC-LAT 06.

Madrid, mayo de 2023.

El Ingeniero Industrial

Jaime Goñi Aguilar

Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

Nº colegiado: 8225/CO19

Anexo 1. Tablas de cálculo líneas MT

	Características del Sistema										Cable e instalación					
	Inicio	Fin	L total (m)	Tipo de sistema	S(KVA)	cos phi	sen phi	P (KW)	Un (V)	Ib (A)	Tipo Instalación	Nº circuit / canalización	Separación (m)	Profundidad (m)	Nº conductor / fase	Sección (mm2)
LMT1	CT2	CT1	494	3F	6600	0,95	0,312	6270	30000	127,2	D2	1	0	0,8	1	150
	CT1	SET	405	3F	15600	0,95	0,312	14820	30000	300,6	D2	1	0	0,8	1	400

	Criterio de Intensidad											Criterio Caída de Tensión						Criterio Pérdida de Potencia						
	Inicio	Fin	L total (m)	I max cable IEC (A)	K1 (temp.)	K2 (agrup.)	K3 (resist.)	K4 (prof.)	K total	I max final (A)	¿cumple?	Temp. Cable (°C)	R (Ω-km)	X (Ω-km)	AU (V)	AU (%)	AU total(%)	¿cumple?	Temp. Cable (°C)	R (Ω-km)	P (W)	P (%)		¿cumple?
LMT1	CT2	CT1	494	281	0,93	1,00	0,88	1,00	0,82	229,97	OK	52,5394	0,23	0,13	28,32	0,09%	0,18%	OK	34,94	0,22	5232,20	0,08%	0,15%	OK
	CT1	SET	405	470	0,93	1,00	0,88	1,00	0,82	384,65	OK	67,8444	0,09	0,11	25,62	0,09%		56,58	0,09	9807,50	0,07%			



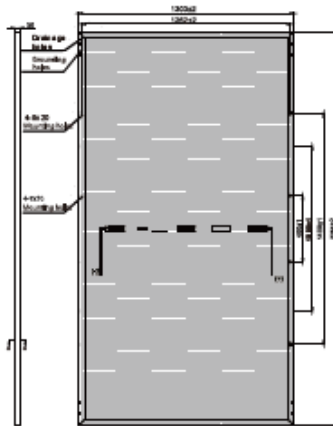
ANEXO III. FICHAS TÉCNICAS

INDICE

1	MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	3
2	INVERSOR.....	4
3	CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	5
4	ESTRUCTURA SOPORTE.....	7
5	POWER PLANT CONTROLLER.....	8
6	CABLEADO BT	9
7	CABLEADO MT	11

1 MÓDULO FOTOVOLTAICO

Dimensions of PV Module



ELECTRICAL DATA (STC)

Model Number	FSM132-8-05EHDG	FSM132-8-4-08EHDG	FSM132-8-08EHDG	FSM132-8-09EHDG	FSM132-8-08EHDG	FSM132-8-70EHDG
Rated Power (Watts)-Pmax (Wp)	675	680	685	690	695	700
Open Circuit Voltage-Voc(V)	49.38	49.47	49.56	49.65	49.74	49.83
Short Circuit Current-Isc(A)	17.40	17.48	17.56	17.66	17.74	17.82
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	41.41	41.48	41.56	41.63	41.71	41.78
Maximum Power Current-Imp(A)	16.32	16.41	16.50	16.60	16.68	16.77
Module Efficiency (%) *	21.7	21.9	22.1	22.2	22.4	22.5

STC: Irradiance 1000 W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3.
Bifacial factor 85±10(%) * Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

Electrical characteristics with 10% rear side power gain

Total Equivalent power -Pmax (Wp)	743	748	754	759	765	770
Open Circuit Voltage-Voc(V)	49.38	49.47	49.56	49.65	49.74	49.83
Short Circuit Current-Isc(A)	19.14	19.23	19.32	19.43	19.51	19.60
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	41.41	41.48	41.56	41.63	41.71	41.78
Maximum Power Current-Imp(A)	17.95	18.05	18.15	18.26	18.35	18.44

Rear side power gain: The additional gain from the rear side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

ELECTRICAL DATA (NMOT)

Model Number	FSM132-8-05EHDG	FSM132-8-4-08EHDG	FSM132-8-08EHDG	FSM132-8-09EHDG	FSM132-8-08EHDG	FSM132-8-70EHDG
Maximum Power-Pmax (Wp)	515.6	519.3	523.0	527.2	530.9	534.5
Open Circuit Voltage-Voc(V)	46.27	46.35	46.44	46.52	46.61	46.69
Short Circuit Current-Isc(A)	14.27	14.34	14.40	14.48	14.55	14.61
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	38.71	38.78	38.85	38.93	39.00	39.07
Maximum Power Current-Imp (A)	13.32	13.39	13.46	13.54	13.61	13.68

NMOT: Irradiance at 800 W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Solar cells	Heterojunction cell
Cell configuration	132 cells (6×11+6×11)
Module dimensions	2384×1303×35mm
Weight	41kg
Superstrate	High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Substrate	Heat Strengthened Glass
Frame	High strength alloy steel
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, TÜV&UL Certified
Cables	4.0mm ² (12AWG), Positive(+)350mm, Negative(-)230mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinsel PV-SY02, IP68

TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS

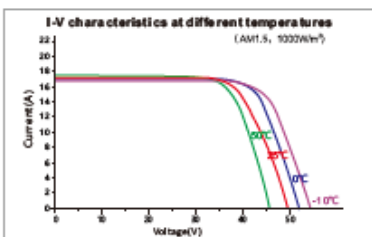
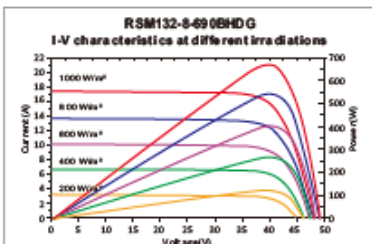
Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	43°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.22%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0.047%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.24%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	35A
Limiting Reverse Current	35A

PACKAGING CONFIGURATION

	40#(HQ)
Number of modules per container	558
Number of modules per pallet	31
Number of pallets per container	18
Packaging box dimensions (LxWxH) in mm	1320×1120×2520
Box gross weight[kg]	1315

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT.
© 2022 Risen Energy. All rights reserved. Contents included in this datasheet are subject to change without notice.
No special understanding or warranty for the suitability of special purpose or being installed in extraordinary surrounding is granted unless specified explicitly committed by manufacturer in contract documents.

THE POWER OF RISING VALUE



RSM132-8HDG-248B-EN-H2-2-2022

Our Partners:

2 INVERSOR

SUN2000-330KTL-H1

Technical Specifications

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.8%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	6
Max. Current per MPPT	65 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	115 A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5/4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V – 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	300,000 W
Max. AC Apparent Power	330,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	330,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	216.6 A
Max. Output Current	238.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Smart String-Level Disconnect(SSLD)	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
AC Grounding Fault Protection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,048 x 732 x 395 mm.
Weight (with mounting plate)	≤112 kg
Operating Temperature Range	-25 °C ~ 60 °C
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP 66
Topology	Transformerless

3 CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

JUPITER-9000K-H1
Technical Specifications

Input	
Available Inverters	SUN2000-330KTL-H1 / SUN2000-330KTL-H2
Max. LV AC Inputs	30
AC Power	9,000 kVA @40°C / 8,250 kVA @50°C ¹
Rated Input Voltage	800 V
LV Main Inputs	ACB (4,000 A / 800 V / 3P, 2 x 1 pcs), MCCB (400 A / 800 V / 3P, 2 x 15 pcs)
Output	
Rated Output Voltage	22 kV, 30 kV, 33 kV, 34.5 kV, 35 kV ² 33 kV, 34.5 kV ²
Frequency	50 Hz 60 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type
Transformer Cooling Type	ONAN
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)
Transformer Vector Group	Dy11-y11
Transformer Min. Peak Efficiency Index	In Accordance with EN 50588-1
RMU Type	SF ₆ Gas Insulated
RMU Transformer Protection Unit	MV Vacuum Circuit Breaker Unit
RMU Cable Incoming / Outgoing Unit	Direct Cable Unit or Cable Load Break Switch Unit
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA, Single-phase, II0
Output Voltage of Auxiliary Transformer	230 / 127 Vac
Protection	
Transformer Monitoring & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54
Internal Arcing Fault of STS	IAC A 20 kA 1s
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N
LV Overvoltage Protection	Type I+II
Anti-rodent Protection	C5-Medium in accordance with ISO 12944
Features	
2 kVA UPS	Optional ³
MV Surge Arrester for Transformer	Optional ³
General	
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)
Weight	< 28 t
Operating Temperature Range	-25°C – 60°C ⁴ (-13°F – 140°F)
Relative Humidity	0% – 95%
Max. Operating Altitude	1,000 m ⁵
MV-LV AC Connections	Prewired and Pretested, No Internal Cabling Onsite
LV & MV Room Cooling	Smart Cooling without Air-cross for Higher Availability
Communication	Modbus TCP, Preconfigured with SmartACU2000D
Applicable Standards	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1

1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.
2 - Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request.
3 - Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain, more options upon request.
4 - When ambient temperature >55°C, warning shall be equipped for STS on site by customer.
5 - For higher operating altitude, pls contact with Huawei.

JUPITER-6000K-H1
Technical Specifications

Input	
Available Inverters / PCS	SUN2000-330KTL-H1 / SUN2000-330KTL-H2
Maximum LV AC Inputs	22
AC Power	6,600 kVA @40°C / 6,050 kVA @50°C ¹
Rated Input Voltage	800 V
LV Main Switches	ACB (2,900 A / 800 V / 3P, 2 x 1 pcs), MCCB (400 A / 800 V / 3P, 2 x 11 pcs)
Output	
Rated Output Voltage	10 kV, 11 kV, 13.2 kV, 15 kV, 20 kV, 22 kV, 23±10% kV, 30 kV, 33 kV, 34.5 kV, 35 kV ² 12.47 kV, 13.8 kV, 23 kV, 33 kV, 34.5 kV ²
Frequency	50 Hz 60 Hz
Transformer Type	Oil-immersed, Conservator Type
Transformer Cooling Type	ONAN
Transformer Tappings	± 2 x 2.5%
Transformer Oil Type	Mineral Oil (PCB Free)
Transformer Vector Group	Dy11-y11
Transformer Min. Peak Efficiency Index	In Accordance with EN 50588-1
RMU Type	5F ₆ Gas Insulated
RMU Transformer Protection Unit	MV Vacuum Circuit Breaker Unit
RMU Cable Incoming / Outgoing Unit	Direct Cable Unit or Cable Load Break Switch Unit
Auxiliary Transformer	Dry Type Transformer, 5 kVA, Single-phase, 00
Output Voltage of Auxiliary Transformer	230 / 127 Vac
Protection	
Transformer Monitoring & Protection	Oil Level, Oil Temperature, Oil Pressure and Buchholz
Protection Degree of MV & LV Room	IP 54
Internal Arcing Fault Classification of STS	IAC A 20 kA 1s
MV Relay Protection	50/51, 50N/51N
LV Overvoltage Protection	Type I+II
Anti-rodent Protection	C5-Medium in accordance with ISO 12944
Features	
2 kVA UPS	Optional ³
MV Surge Arrester for Transformer	Optional ³
General	
Dimensions (W x H x D)	6,058 x 2,896 x 2,438 mm (20' HC Container)
Weight	< 23 t
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C ⁴ (-13°F ~ 140°F)
Relative Humidity	0% ~ 95%
Max. Operating Altitude	1,000 m ⁵
MV-LV AC Connections	Prewired and Pretested, No Internal Cabling Onsite
LV & MV Room Cooling	Smart Cooling without Air-across for Higher Availability
Communication	Modbus-RTU, Preconfigured with Smartlogger3000B
Applicable Standards	IEC 62271-202, EN 50588-1, IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 61439-1

1 - More detailed AC power of STS, please refer to the de-rating curve.

2 - Rated output voltage from 10 kV to 35 kV, more available upon request.

3 - Extra expense needed for optional features which standard product doesn't contain, more options upon request.

4 - When ambient temperature >55°C, wiring shall be equipped for STS on site by customer.

5 - For higher operating altitude, pls consult with Huawei.

4 ESTRUCTURA SOPORTE

TECHNICAL SPECIFICATIONS

Vanguard™-1P

GENERAL FEATURES

Solar tracker type	Single row Single-Axis
Tracking range	±60° (120°)
Driver	Slewing driver
Configuration	One module in portrait (1P) up to 90 modules per tracker (1500V string)
Solar module supported	Framed
Foundation options	Direct ramming / Pre-drilling + ramming / Micropile / PHC piles
Pile section	W, compatible with IPE, IPEA, HEA and HEB
Modules attachment	Bolts, Rivets and Clamps
Piles per MW (550Wp module)	~250 piles/MW ⁽¹⁾ (87 modules per row)
(670Wp module)	~242 piles/MW ⁽¹⁾ (64 modules per row)
Terrain adaptability	20% N-S ⁽²⁾
Wind and snow loads tolerance	Tailored to site requirement

STRUCTURE

Material	High Yield Strength Steel
Coating	HDG, Pregalvanized & ZM ⁽³⁾

CONTROLLER

Controller	Electronic board with microprocessor
Ingress protection marking	IP65
Tracking method	Astronomical algorithms + SuperTrack technology ⁽⁴⁾
Advanced wind control	Customizable
Anemometer	Cup/Ultrasonic
Night-time stow	Configurable
Communication with the tracker	Wired option: RS485 Wireless option: LoRa/Zigbee
Operating conditions	Altitude < 4000m ⁽⁵⁾ Temperature: -30°C to 60°C ⁽⁵⁾
Sensors	Digital inclinometer
Power (motor drive)	DC motor: 0.15kW
Power supply	Grid connection / String powered / Self-powered with battery

WARRANTY

Structure	10 years
Driver and control components	5 years

(1) Depending on layout

(2) For scenarios beyond the scope of use, please consult TrinaTracker

(3) Standard configuration. Other coating under request, please consult TrinaTracker

(4) Includes smart tracking algorithm and smart backtracking algorithm

(5) Standard configuration. Different conditions under request, please consult TrinaTracker

5 POWER PLANT CONTROLLER

TECHNICAL CHARACTERISTICS

GENERAL DATA	Dimensions (WxDxH) mm	415 x 230 x 515
	Weight (kg)	10
	Mounting system	Wall mounted
	Compatible inverters	Fresun inverters, Freemaq PCS and Freemaq statcoms
	Power supply	250W
I/O and COMMUNICATIONS^{III}	4 x Digital inputs	Programmable inputs and active high (24Vdc). Optically isolated.
	1 x RS485 port	3 wires (GND,A,B), Modbus RTU
	1 x USB port	PC connectable using a master.Modbus configurator (ModScan or similar). Reserved for TS.
	1 x CAN port	3 wires (L0, GND, HI), Modbus RTU
	1 x Ethernet port (RJ45)	Modbus TCP/IP
ENVIRONMENTAL CONDITIONS	Operation temperature	0~50°C (32°~122°F)
	Storage temperature	-20~80°C (-4°~176°F)
	Humidity	5-95% non-condensing
	Degree of protection	IP42
CERTIFICATIONS	CE	
OTHERS	Web interface for local and remote monitoring	
	Customized solution	



6 CABLEADO BT

HARMOHNY® CLASS

Al XZ1 (S) - Libre de halógenos
0,6/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) -
1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)

HARMOHNY^{class}



APLICACIONES:

Cable de baja tensión libre de halógenos para instalaciones subterráneas e instalaciones al aire. Apto para instalación en sistemas fotovoltaicos cuya tensión entre conductores o entre conductor y tierra no supere los 1800 Vdc. Incluidos sistemas en isla (IT). Permitido para soterramiento directo (sin tubo o conducto).

CONSTRUCCIÓN:

1. Conductor:

Metal: aluminio clase 2 según IEC 60228.

2. Aislamiento:

Material: mezcla polietileno reticulado (XLPE) tipo DIX 3 según HD 603-1.

3. Cubierta externa:

Material: mezcla L50H tipo DMO 1, según UNE HD 603-1.

Color: negro.

CARACTERÍSTICAS Y ENSAYOS:

- Norma de diseño: UNE HD 603-5X-1.
- Temperatura de servicio: -25 + 90 °C.
- Temperatura máx. en régimen de cortocircuito: 250 °C.
- Radio mín. de curvatura: 5D (D = diámetro exterior).
- Máximo esfuerzo de tracción: 30 N/mm².
- Carga mínima de rotura (cubierta): 12,5 N/mm².
- Alargamiento mínimo hasta la rotura (cubierta): 300%.
- Resistencia al desgarro (cubierta): 9 N/mm² (UNE HD 605-1).
- Tensión asignada ac: U₀/U = 0,6/1 kV.
- Tensión asignada en dc: 1,5/1,5 kVdc.
- Tensión máxima en ac-dc: 1,2/1,2 kVac - 1,8/1,8 kVdc; EN 50618, IEC 60502-1.
- Ensayo de tensión durante 5 min (EN 50618): 6,5 kVac y 15 kVdc.
- Ensayo de tensión durante 5 min. (HD 603-5X): 3,5 kV.
- Posibilidad intermitente parcial o total de estar cubierto en agua: AD7 (inmersión).
- Ensayo de abrasión: HD 603-1 Tabla 4C DMO 1.
- Resistencia a la abrasión: / Abrasion resistance:
 - Masa aplicada: 18 kg.
 - N° de desplazamientos: 8.
- Resistencia UV: UNE HD 605 S2.
- Resistencia UV: EN 50618.
- Resistencia al ozono: EN 50618.
- Resistencia de aislamiento a 90 °C conductor: 1012 Ω·cm.
- Constante de resistencia aislamiento Ki: 3,67 MO·cm.
- Resistencia a la penetración de la humedad por la unión entre aislamiento y cubierta.
- Menor impacto ambiental por la eliminación de estabilizantes con plomo y plastificantes.

ENSAYOS DE FUEGO:

Prestaciones frente al fuego en la Unión Europea:

- Clase de reacción al fuego (CPR): Eca.
- Requerimientos de fuego: EN 50575:2014 + A1:2016.
- Clasificación respecto al fuego: EN 13501-6.
- Aplicación de los resultados: CLC/TS 50576.
- Métodos de ensayo: EN 60332-1-2.

Normativa de fuego también aplicable a países que no pertenecen a la Unión Europea:

- No propagación de la llama: EN 60332-1-2, IEC 60332-1-2
- Opacidad humos: IEC 61034-1/-2
- Libre de halógenos: IEC 60754-1/-2
- Emisión gases corrosivos: EN 60754-2, IEC 60754-2, NFC 20453.

PRESTACIONES:



CERTIFICACIÓN:



18

HARMOHNY® CLASS

HARMOHNY class

Al XZ1 (S) - Libre de halógenos
0,6/1,0 kV (1,2/1,2 kVac máx.) -
1,5/1,5 kVdc (1,8/1,8 kVdc máx.)



CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS:

Sección mm ²	Número conductor*	Espesor de aislamiento** mm	Ø nom. alám. mm	Número exterior** mm	Radio mínimo de curvatura (posición fija) mm	Peso aprox. kg/km	Intensidad máxima de corriente al aire (I)		Intensidad máxima de corriente directamente enterrada (2)		Intensidad máxima de corriente bajo tubo y enterrada (3)		Resistencia del canal (Ω/km)	Máxima caída de tensión de V(A-km)
							2 Cables A	3 Cables A	2 Cables A	3 Cables A	2 Cables A	3 Cables A		
1 x 16	4,65	0,7	6,1	8,3	41,5	85	95	76	76	64	71	59	1,910	3,82
1 x 25	5,85	0,9	7,7	9,9	49,5	124	121	103	98	82	90	75	1,200	2,40
1 x 35	6,75	0,9	8,6	10,8	54	153	150	129	117	98	108	90	0,868	1,736
1 x 50	8,0	1	10,1	12,5	62,5	200	184	159	139	117	128	106	0,641	1,282
1 x 70	10,0	1,1	11,9	14,5	72,5	265	237	206	170	144	158	130	0,443	0,886
1 x 95	11,2	1,1	13,8	15,8	79	340	289	253	204	172	186	154	0,320	0,640
1 x 120	12,6	1,2	15,3	17,4	87	420	337	296	233	197	211	174	0,253	0,506
1 x 150	13,85	1,4	17	19,3	96,5	515	389	343	261	220	238	197	0,206	0,412
1 x 185	16,0	1,6	19,4	21,4	107	645	447	395	296	250	267	220	0,164	0,328
1 x 240	18,0	1,7	22,1	24,2	121	825	530	471	343	290	307	253	0,125	0,250
1x 300	20,0	1,8	24,3	26,7	133,5	1035	613	547	386	326	346	286	0,100	0,200
1 x 400	22,6	2,0	27,0	30,0	150	1345	740	663	448	370	415	350	0,0778	0,156
1 x 500	26,0	2,2	30,4	33,6	252	1660	856	770	510	420	470	400	0,0605	0,121
1 x 630	30,0	2,4	34,8	38,6	290	2160	996	899	590	480	545	460	0,0469	0,094

● Instalación al aire ● Directamente enterrada ● Enterrada bajo tubo

* Valores sujetos a tolerancias de fabricación.

[1] Considerando 2 o 3 conductores cargados tendidos en contacto al aire a temperatura ambiente de 30 °C. Instalación tipo F, tabla B.52.13 de UNE-HD 60364-5-52 y IEC 60364-5-52.

[2] Considerando 2 o 3 conductores cargados tendidos en contacto y directamente enterrados a una profundidad de 0,7 m, temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica del suelo de 2,5 K-m/W.

Según tabla B.52.3 y tabla B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52). Instalación tipo D2.

[3] Considerando 2 o 3 conductores unipolares cargados tendidos en contacto y enterrados bajo tubo a una profundidad de 0,7 m, temperatura del terreno 20 °C y resistividad térmica del suelo de 2,5 K-m/W según tabla B.52.3 y tabla B.52.5 de UNE-HD 60364-5-52, (IEC 60364-5-52). Instalación tipo D1.

Secciones superiores a 300 mm², intensidades de corriente calculadas según IEC 60287.

7 CABLEADO MT



HERSATENE® Class

RHZ1-OL H16
12/20 (24) kV y 18/30 (36) kV



NORMAS:

CONSTRUCCIÓN
ENDESA DND00100

REACCIÓN AL FUEGO*

IEC 60754-1
IEC 60754-2







CLASIFICACIÓN CPR:
DOP 0015 Rev.001
Clase F_{ca}

CONSTRUCCIÓN:

1. CONDUCTOR
Aluminio clase 2 según IEC 60228.
2. PANTALLA SOBRE CONDUCTOR
Semiconductor extruido.
3. AISLAMIENTO
Polietileno reticulado, tipo XLPE.
4. PANTALLA SOBRE AISLAMIENTO
Semiconductor extruido.
5. PANTALLA METÁLICA
Hilos de cobre.
Obturation longitudinal con cinta hinchable.
6. CUBIERTA EXTERNA
Polietileno (PE).

APLICACIONES:

Pueden instalarse al aire, en bandejas o enterrados.
Cubierta resistente a la abrasión y al desgarro. Fácil deslizamiento.
Cables libre de halógenos con pantalla metálica obturada longitudinalmente.
Temperatura máxima del conductor: 90 °C.

*Prestaciones al margen del ámbito CPR.



CERTIFICACIONES: AENOR



HERSATENE® Class
RHZ1-0L H16
12/20 (24) kV y 18/30 (36) kV

HERSATENE class

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y ELÉCTRICAS:

Código de General Cable	Sección (mm²)	Diámetro sobre aislamiento ⁽¹⁾ (mm)	Diámetro exterior ⁽¹⁾ (mm)	Peso ⁽¹⁾ (kg/km)	Radio mínimo de curvatura ⁽¹⁾ (mm)	Intensidades admisibles al aire ⁽²⁾ (A)	Intensidades admisibles enterrados ⁽²⁾ (A)	Rc.c. a 20 °C (Ω/km/kV)	Rc.a. a 90 °C, 50 Hz (Ω/km/kV)	Inductancia (mH/km)	Reactancia a 50 Hz (Ω/km/kV)	Capacidad (µF/km)
-------------------------	---------------	--	---------------------------------------	-----------------------------	---	--	---	-------------------------	--------------------------------	---------------------	------------------------------	-------------------

12/20 (24) kV

1282114	50	19,9	28,2	890	420	170	140	0,641	0,822	0,458	0,144	0,102
1282116	95	23,1	31,8	1.035	475	255	205	0,320	0,411	0,405	0,127	0,202
1282118	150	26,1	35,4	1.295	530	335	260	0,206	0,265	0,278	0,119	0,239
1282120	240	30,0	39,3	1.670	585	455	345	0,125	0,161	0,348	0,109	0,280
1282122	400	35,0	44,3	2.230	680	610	445	0,0778	0,102	0,321	0,101	0,348

18/30 (36) kV

1284114	50	24,0	33,6	1.040	595	170	140	0,641	0,822	0,493	0,155	0,126
1284116	95	28,1	37,4	1.315	565	255	205	0,320	0,411	0,437	0,137	0,155
1284118	150	31,1	40,4	1.575	610	335	260	0,206	0,265	0,405	0,127	0,181
1284120	240	35,0	44,3	1.975	665	455	345	0,125	0,161	0,372	0,117	0,214
1284122	400	40,0	49,3	2.575	740	610	445	0,0778	0,102	0,343	0,108	0,250

⁽¹⁾ Valores sujetos a variación en función de las tolerancias dimensionales.

⁽²⁾ Intensidades admisibles de acuerdo con UNE 211435 Tabla A.3.2, tres conductores dispuestos en triángulo, al aire a 40 °C, enterrados a 25 °C, 1 m, 1,5 Km/W.

Madrid, mayo de 2023.

El Ingeniero Industrial

Jaime Goñi Aguilar

Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

Nº colegiado: 8225/CO19



ANEXO IV. PLAZO DE EJECUCIÓN

	PROYECTO DE EJECUCIÓN PLANTA SOLAR FOTOVOLTAICA CÁCERES II	ANEXO IV. PLAZO DE EJECUCIÓN
		Página 2 de 3

1 PLAN DE EJECUCIÓN

El cronograma de ejecución del presente proyecto es el que se acompaña en la página siguiente.

Las fechas estimadas de inicio de construcción y de puesta en marcha son:

- Inicio construcción: enero 2025
- Puesta en marcha: noviembre 2025

Madrid, mayo de 2023.

El Ingeniero Industrial

Jaime Goñi Aguilar

Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

Nº colegiado: 8225/CO19



ANEXO V. INFORME PVSYST

PVsyst - Simulation report

Grid-Connected System

Project: Cáceres I

Variant: Cáceres II 23.05.22

Tracking system with backtracking

System power: 14.67 MWp

Malpartida de Cáceres - España

Autor(a)

Circle Energy and Development SL (Spain)



Project: Cáceres I

Variant: Cáceres II 23.05.22

PVsyst V7.3.4

VCO, Simulation date:
22/05/23 18:15
with v7.3.4

Circle Energy and Development SL (Spain)

Project summary

Geographical Site Malpartida de Cáceres España	Situation Latitude 39.48 °N Longitude -6.50 °W Altitude 368 m Time zone UTC+1	Project settings Albedo 0.20
Meteo data Malpartida de Cáceres PVGIS api TMY		

System summary

Grid-Connected System	Tracking system with backtracking		
PV Field Orientation Orientation Tracking plane, horizontal N-S axis Axis azimuth 0 °	Tracking algorithm Irradiance optimization Backtracking activated	Near Shadings Linear shadings Diffuse shading Automatic	
System information			
PV Array Nb. of modules Pnom total	21112 units 14.67 MWp	Inverters Nb. of units Pnom total Pnom ratio	44 units 13.20 MWac 1.112
User's needs Unlimited load (grid)			

Results summary

Produced Energy	31918092 kWh/year	Specific production	2175 kWh/kWp/year	Perf. Ratio PR	90.16 %
-----------------	-------------------	---------------------	-------------------	----------------	---------

Table of contents

Project and results summary	2
General parameters, PV Array Characteristics, System losses	3
Near shading definition - Iso-shadings diagram	5
Main results	7
Loss diagram	8
Predef. graphs	9
Single-line diagram	10



Project: Cáceres I

Variant: Cáceres II 23.05.22

PVsyst V7.3.4

VCO, Simulation date:
22/05/23 18:15
with v7.3.4

Circle Energy and Development SL (Spain)

General parameters

Grid-Connected System

PV Field Orientation

Orientation

Tracking plane, horizontal N-S axis
Axis azimuth 0 °

Models used

Transposition Perez
Diffuse Imported
Circumsolar separate

Horizon

Free Horizon

Bifacial system

Model 2D Calculation
unlimited trackers

Bifacial model geometry

Tracker Spacing 5.50 m
Tracker width 2.38 m
GCR 43.3 %
Axis height above ground 0.80 m

Tracking system with backtracking

Tracking algorithm

Irradiance optimization
Backtracking activated

Near Shadings

Linear shadings
Diffuse shading Automatic

Backtracking array

Nb. of trackers 462 units

Sizes

Tracker Spacing 5.50 m
Collector width 2.38 m
Ground Cov. Ratio (GCR) 43.3 %
Phi min / max. +/- 55.0 °

Backtracking strategy

Phi limits for BT +/- 64.1 °
Backtracking pitch 5.50 m
Backtracking width 2.38 m

User's needs

Unlimited load (grid)

Bifacial model definitions

Ground albedo 0.30
Bifaciality factor 85 %
Rear shading factor 5.0 %
Rear mismatch loss 10.0 %
Shed transparent fraction 0.0 %

PV Array Characteristics

PV module

Manufacturer Risen Energy Co., Ltd
Model RSM132-8-695BHDG
(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 695 Wp
Number of PV modules 21112 units
Nominal (STC) 14.67 MWp
Modules 754 Strings x 28 In series

At operating cond. (50°C)

Pmpp 13.83 MWp
U mpp 1079 V
I mpp 12814 A

Total PV power

Nominal (STC) 14673 kWp
Total 21112 modules
Module area 65581 m²
Cell area 61449 m²

Inverter

Manufacturer Huawei Technologies
Model SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.1
(Custom parameters definition)

Unit Nom. Power 300 kWac
Number of inverters 44 units
Total power 13200 kWac
Operating voltage 500-1500 V
Max. power (=>30°C) 330 kWac
Pnom ratio (DC:AC) 1.11
Power sharing within this inverter

Total inverter power

Total power 13200 kWac
Max. power 14520 kWac
Number of inverters 44 units
Pnom ratio 1.11



Project: Cáceres I

Variant: Cáceres II 23.05.22

PVsyst V7.3.4

VC0, Simulation date:
22/05/23 18:15
with v7.3.4

Circle Energy and Development SL (Spain)

Array losses

Array Soiling Losses

Loss Fraction 1.0 %

Thermal Loss factor

Module temperature according to irradiance

Uc (const) 29.0 W/m²K

Uv (wind) 0.0 W/m²K/m/s

DC wiring losses

Global array res. 1.4 mΩ

Loss Fraction 1.5 % at STC

LID - Light Induced Degradation

Loss Fraction 2.0 %

Module Quality Loss

Loss Fraction -0.8 %

Module mismatch losses

Loss Fraction 2.0 % at MPP

Strings Mismatch loss

Loss Fraction 0.2 %

IAM loss factor

Incidence effect (IAM): User defined profile

0°	20°	40°	60°	70°	75°	80°	85°	90°
1.000	1.000	1.000	1.000	0.992	0.977	0.945	0.852	0.000

Spectral correction

FirstSolar model

Precipitable water estimated from relative humidity

Coefficient Set	C0	C1	C2	C3	C4	C5
Custom	0	0	0	0	0	0

System losses

Unavailability of the system

Time fraction 1.0 %
3.7 days,
3 periods

AC wiring losses

Inv. output line up to injection point

Inverter voltage 800 Vac tri

Loss Fraction 0.93 % at STC

Inverter: SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.1

Wire section (44 Inv.) Alu 44 x 3 x 185 mm²

Average wires length 107 m



Project: Cáceres I

Variant: Cáceres II 23.05.22

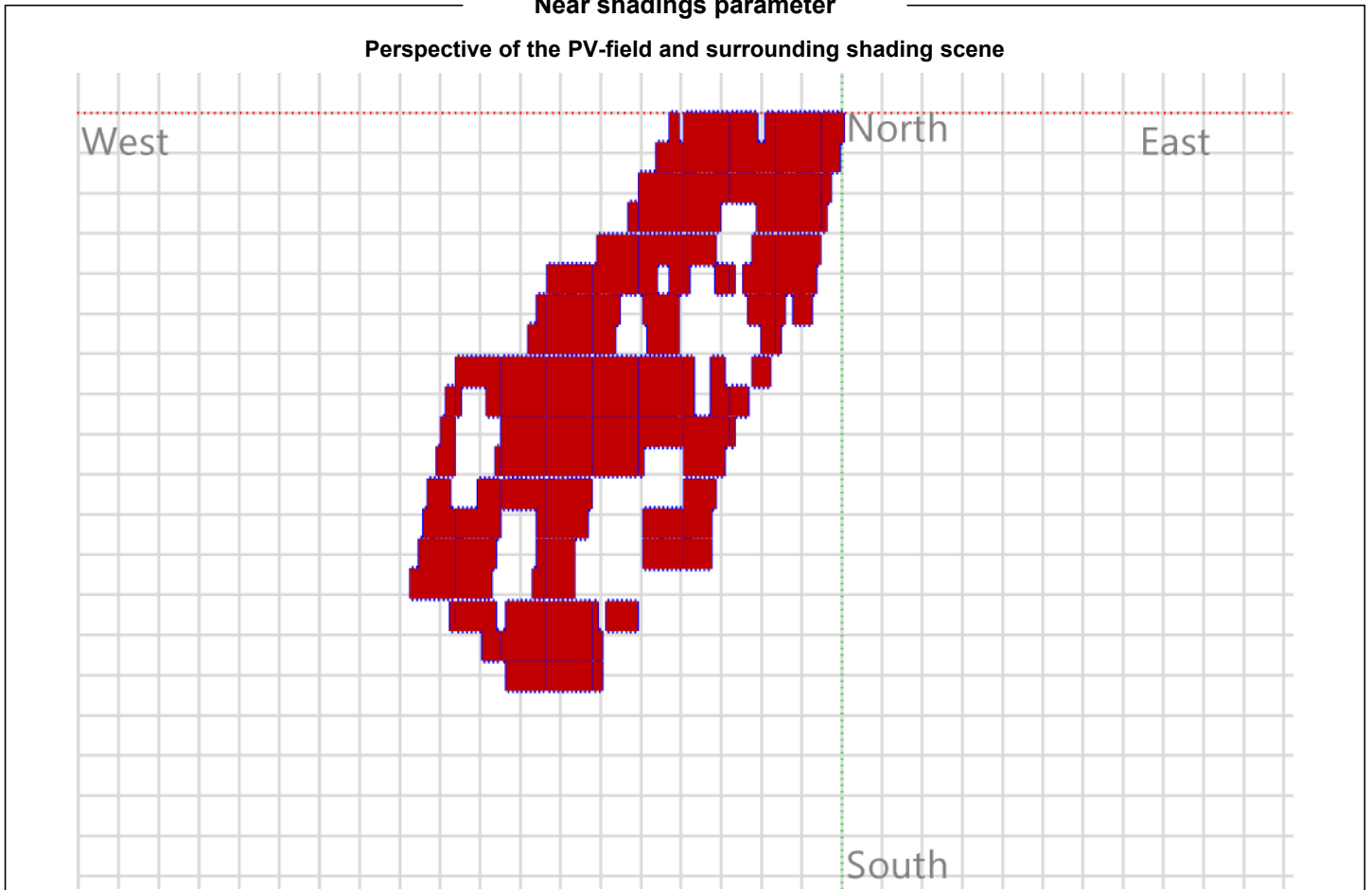
PVsyst V7.3.4

VCO, Simulation date:
22/05/23 18:15
with v7.3.4

Circle Energy and Development SL (Spain)

Near shadings parameter

Perspective of the PV-field and surrounding shading scene





Project: Cáceres I

Variant: Cáceres II 23.05.22

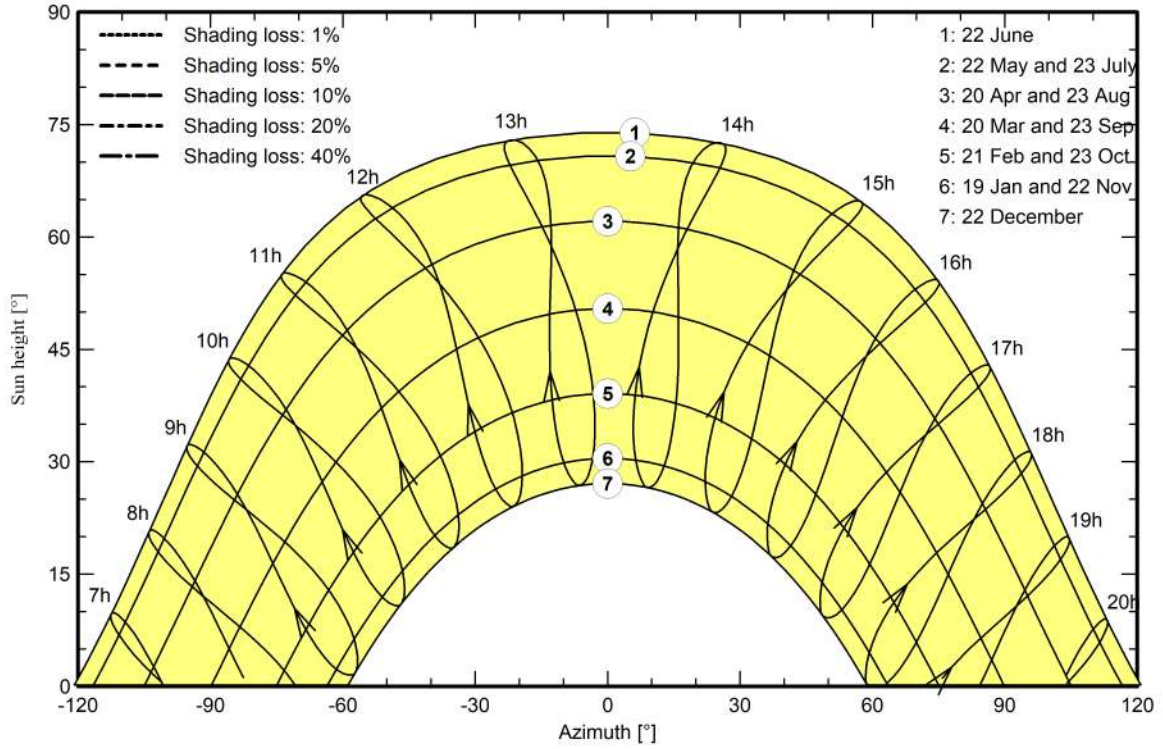
PVsyst V7.3.4

VCO, Simulation date:
22/05/23 18:15
with v7.3.4

Circle Energy and Development SL (Spain)

Iso-shadings diagram

Orientation #1





Project: Cáceres I

Variant: Cáceres II 23.05.22

PVsyst V7.3.4

VCO, Simulation date:
22/05/23 18:15
with v7.3.4

Circle Energy and Development SL (Spain)

Main results

System Production

Produced Energy 31918092 kWh/year

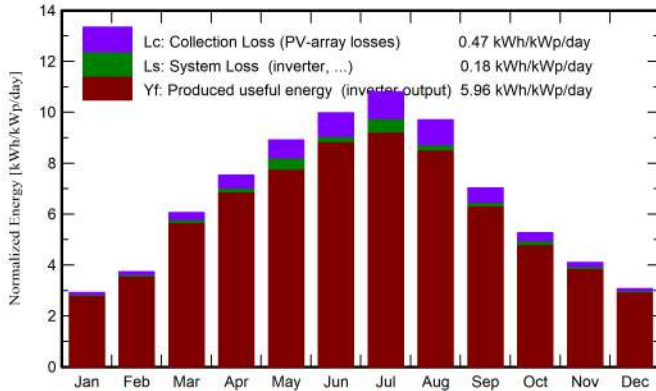
Specific production

2175 kWh/kWp/year

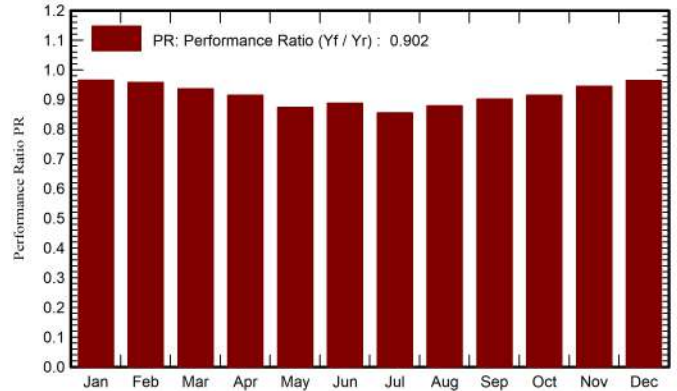
Perf. Ratio PR

90.16 %

Normalized productions (per installed kWp)



Performance Ratio PR



Balances and main results

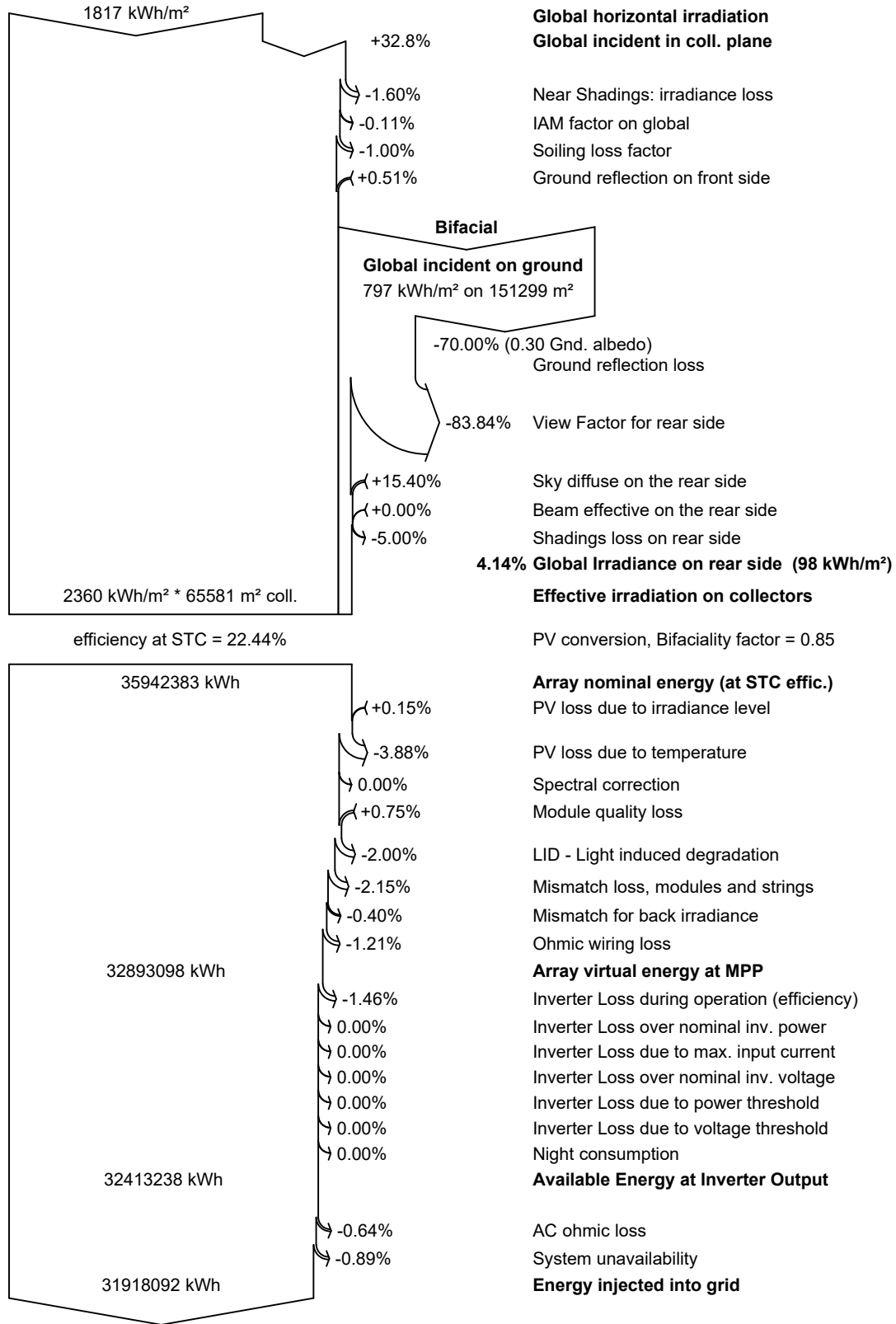
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray kWh	E_Grid kWh	PR ratio
January	66.6	26.27	8.20	90.4	88.2	1301828	1279989	0.965
February	79.7	36.30	10.32	104.6	102.1	1496036	1469754	0.957
March	141.8	50.05	11.37	188.0	183.6	2635653	2583101	0.937
April	172.5	58.67	17.24	226.1	221.1	3100311	3034246	0.915
May	213.2	70.02	20.50	276.2	270.1	3740292	3539664	0.874
June	231.6	65.67	25.40	299.3	293.0	3989194	3898560	0.888
July	251.3	54.69	25.81	334.9	328.1	4441335	4200716	0.855
August	224.7	49.90	28.14	300.9	294.6	3972575	3881533	0.879
September	157.2	48.00	23.11	210.8	206.1	2849749	2789536	0.902
October	121.4	41.55	17.82	163.2	159.5	2260712	2188288	0.914
November	88.1	27.29	13.18	123.1	120.2	1736432	1706246	0.945
December	68.6	24.13	8.06	95.2	92.9	1368855	1346460	0.964
Year	1816.9	552.56	17.46	2412.6	2359.5	32892971	31918092	0.902

Legends

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



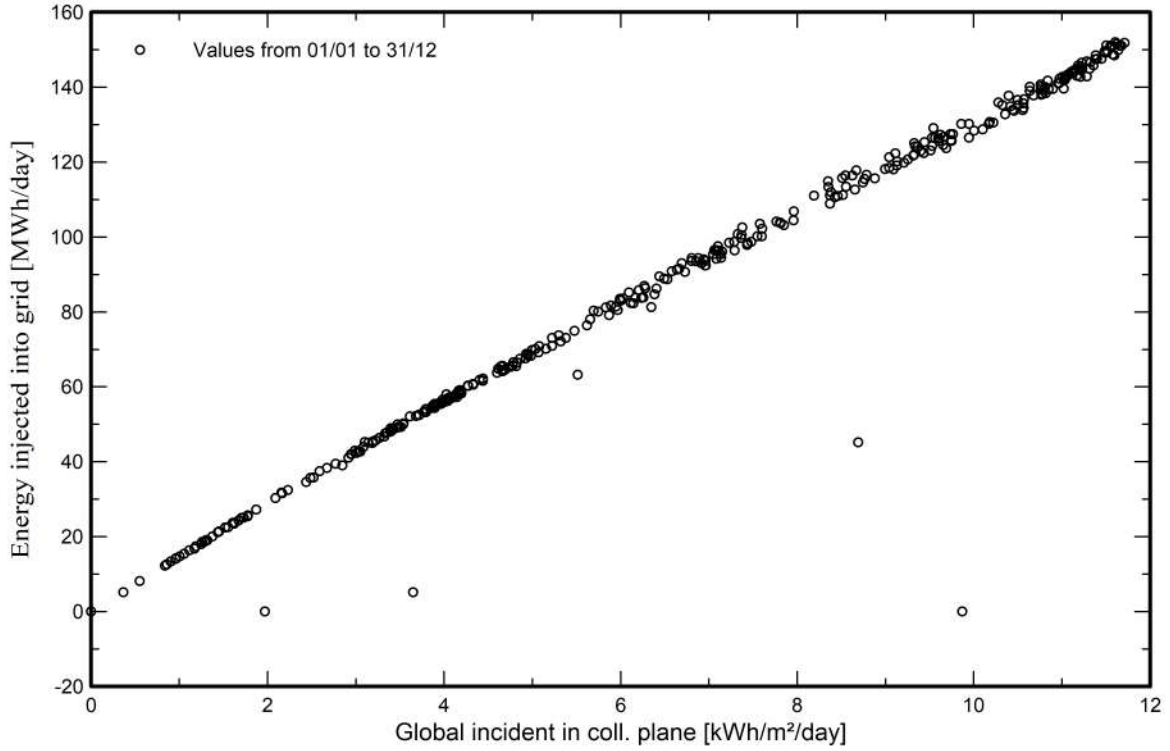
Loss diagram



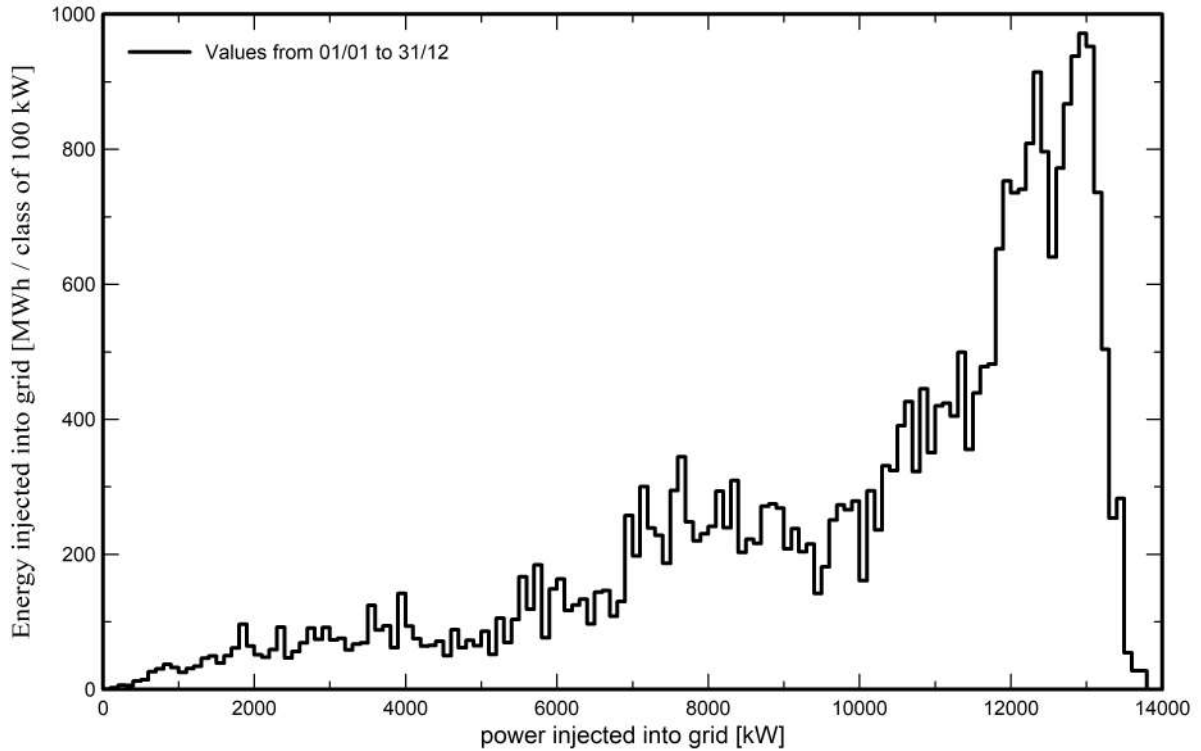


Predef. graphs

Diagrama entrada/salida diaria



Distribución de potencia de salida del sistema

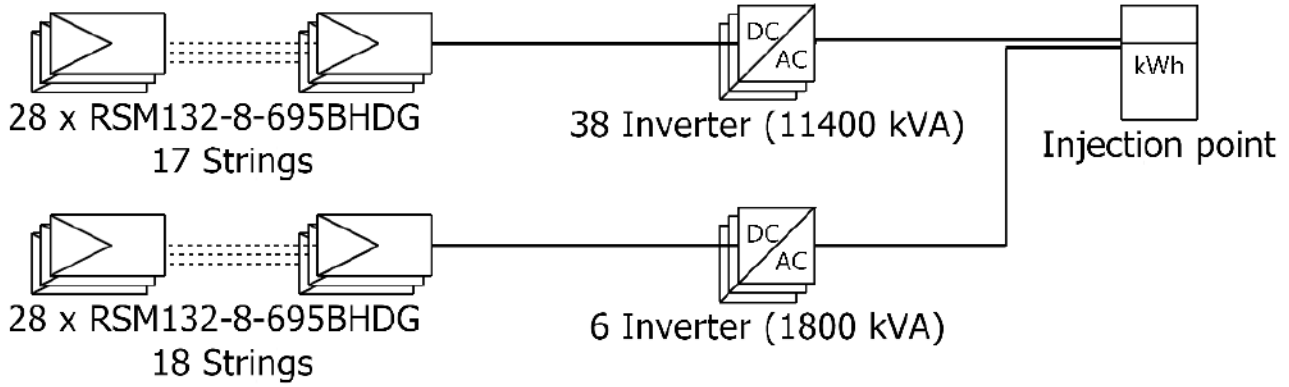




PVsyst V7.3.4

VC0, Simulation date:
22/05/23 18:15
with v7.3.4

Single-line diagram



PV module	RSM132-8-695BHDG
Inverter	SUN2000-330KTL-H1-Preliminary V0.1
String	28 x RSM132-8-695BHDG

Caceres I Circle Energy and Development SL

VC0 : Cáceres II 23.05.22

22/05/23



6. PLANOS

1 PLANOS

1. Situación
2. Vallado perimetral
3. Implantación
4. Afecciones
5. Cableado corriente continua baja tensión
6. Cableado corriente alterna baja tensión
7. Cableado corriente alterna media tensión
8. Esquema unifilar baja tensión
9. Esquema unifilar media tensión
10. Detalle del seguidor
11. Detalle del centro de transformación
12. Detalle del inversor

Madrid, mayo de 2023

El Ingeniero Industrial





Jaime Goñi Aguilar

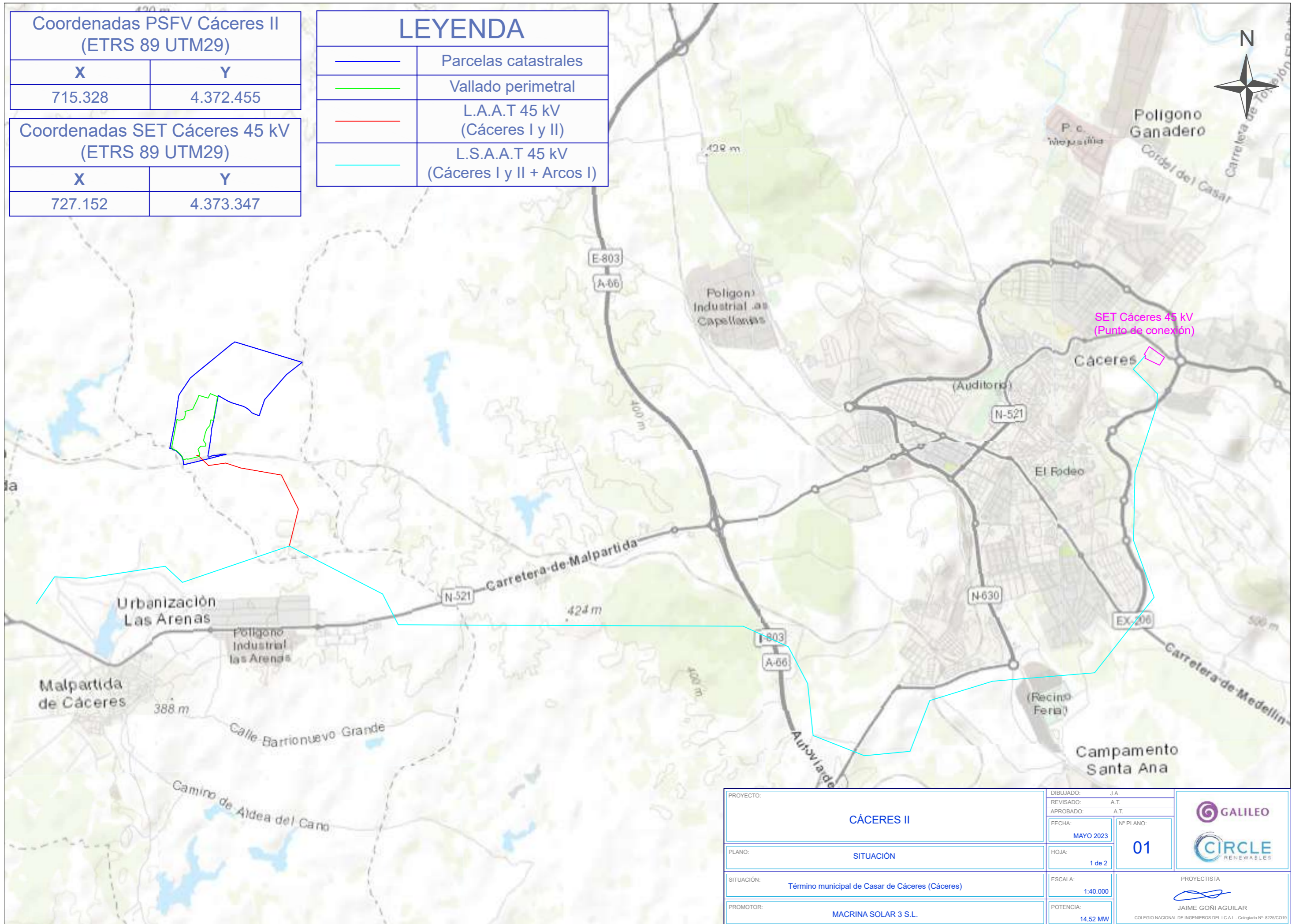
Colegio Nacional de Ingenieros del I.C.A.I.

Nº colegiado: 8225/CO19

Coordenadas PSFV Cáceres II (ETRS 89 UTM29)	
X	Y
715.328	4.372.455

Coordenadas SET Cáceres 45 kV (ETRS 89 UTM29)	
X	Y
727.152	4.373.347

LEYENDA	
	Parcelas catastrales
	Vallado perimetral
	L.A.A.T 45 kV (Cáceres I y II)
	L.S.A.A.T 45 kV (Cáceres I y II + Arcos I)



PROYECTO:	CÁCERES II	
PLANO:	SITUACIÓN	
SITUACIÓN:	Término municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)	
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.	

DIBUJADO:	J.A.
REVISADO:	A.T.
APROBADO:	A.T.
FECHA:	MAYO 2023
HOJA:	1 de 2
ESCALA:	1:40.000
POTENCIA:	14,52 MW



 	Nº PLANO: 01
	PROYECTISTA  JAIME GOÑI AGUILAR <small>COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº: 8225/CO19</small>

Coordenadas PSFV Cáceres II
(ETRS 89 UTM29)


X	Y
715.328	4.372.455



LEYENDA

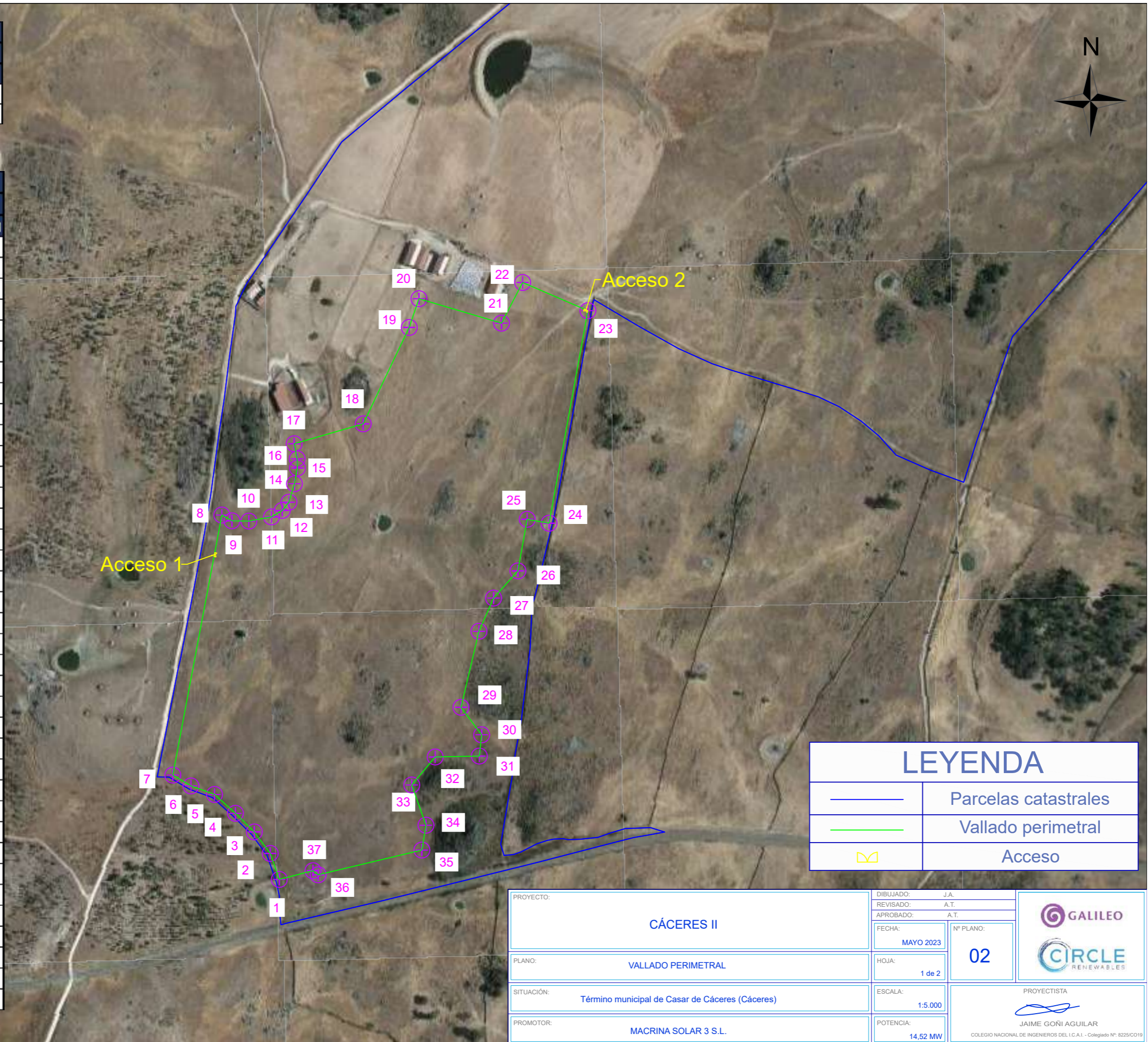
	Parcelas catastrales
	Vallado perimetral

10050A014000110000OU

PROYECTO:	CÁCERES II	DIBUJADO: J.A.	 
PLANO:	SITUACIÓN	REVISADO: A.T.	
SITUACIÓN:	Término municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)	APROBADO: A.T.	
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.	FECHA: MAYO 2023	Nº PLANO: 01
		HOJA: 2 de 2	
		ESCALA: 1:8.000	PROYECTISTA:  JAIME GOÑI AGUILAR COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº: 8225/CO19
		POTENCIA: 14,52 MW	

Accesos			
ETRS89			
Punto	Coord. X	Coord. Y	Huso UTM
1	715.097,27	4.372.497,01	29
2	715.609,69	4.372.834,27	29

Vallado perimetral			
ETRS89			
Punto	Coord. X	Coord. Y	Huso UTM
1	715.186,70	4.372.049,37	29
2	715.174,21	4.372.085,18	29
3	715.152,31	4.372.114,78	29
4	715.126,22	4.372.140,48	29
5	715.097,39	4.372.166,47	29
6	715.064,92	4.372.178,21	29
7	715.039,91	4.372.193,15	29
8	715.107,57	4.372.551,55	29
9	715.121,43	4.372.543,56	29
10	715.144,75	4.372.543,13	29
11	715.175,90	4.372.548,96	29
12	715.190,85	4.372.557,84	29
13	715.200,04	4.372.569,19	29
14	715.207,59	4.372.594,64	29
15	715.211,69	4.372.616,33	29
16	715.211,33	4.372.629,01	29
17	715.207,24	4.372.649,74	29
18	715.302,42	4.372.677,21	29
19	715.365,81	4.372.810,08	29
20	715.379,25	4.372.849,66	29
21	715.493,08	4.372.815,96	29
22	715.522,25	4.372.872,01	29
23	715.612,20	4.372.833,18	29
24	715.558,69	4.372.540,23	29
25	715.528,50	4.372.545,67	29
26	715.515,67	4.372.474,52	29
27	715.482,12	4.372.437,07	29
28	715.462,01	4.372.391,30	29
29	715.437,24	4.372.286,58	29
30	715.465,70	4.372.248,65	29
31	715.462,52	4.372.219,39	29
32	715.401,66	4.372.218,10	29
33	715.369,42	4.372.179,50	29
34	715.388,94	4.372.124,05	29
35	715.383,31	4.372.089,84	29
36	715.240,30	4.372.055,72	29
37	715.233,20	4.372.061,36	29

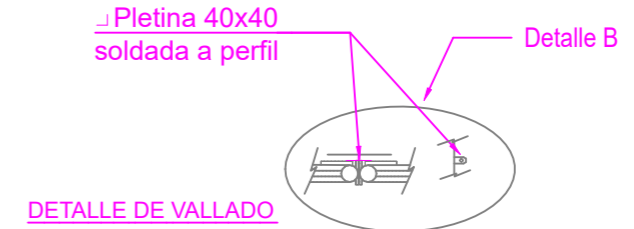
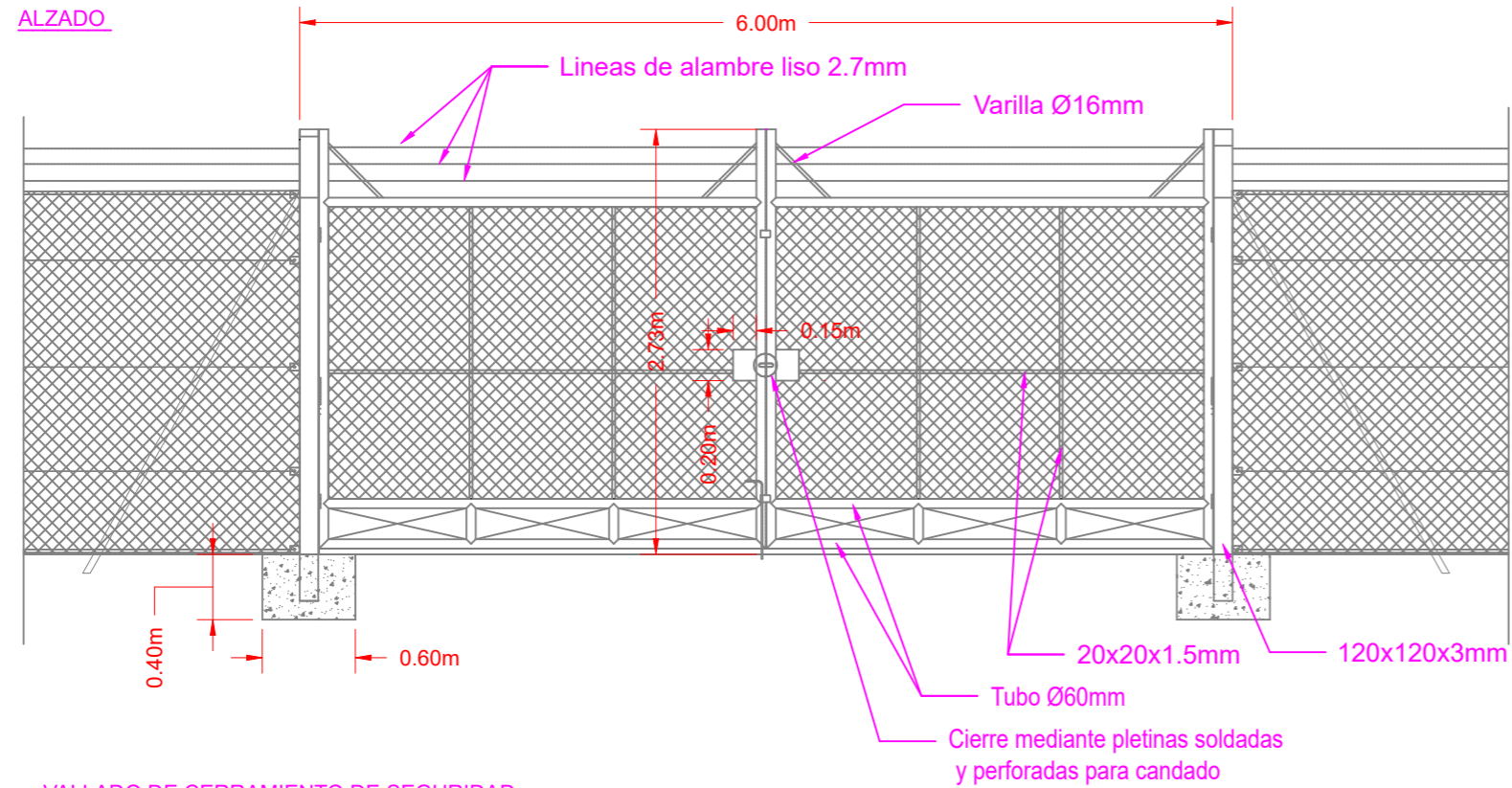


LEYENDA	
	Parcelas catastrales
	Vallado perimetral
	Acceso

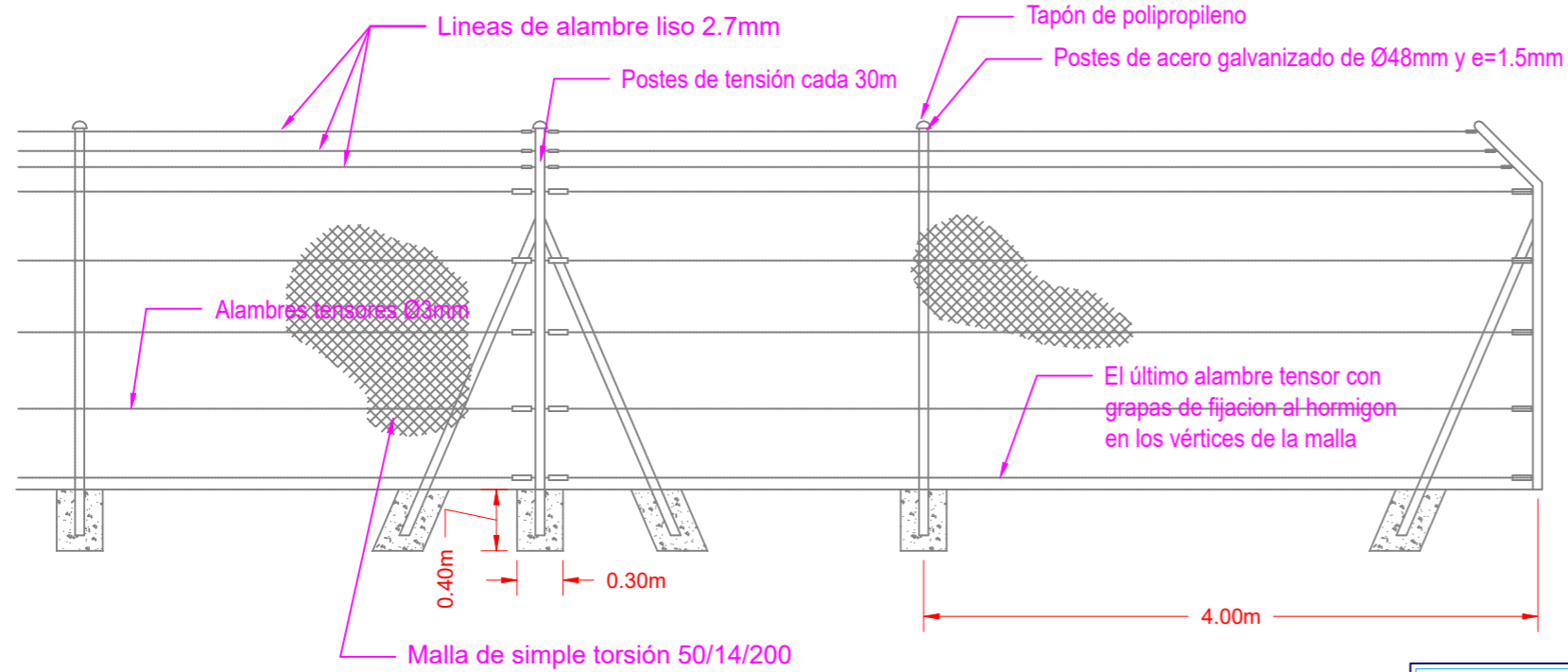
PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO: J.A.	
PLANO:	VALLADO PERIMETRAL		REVISADO: A.T.	
SITUACIÓN:	Término municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO: A.T.	
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.		FECHA: MAYO 2023	Nº PLANO: 02
			HOJA: 1 de 2	
			ESCALA: 1:5.000	PROYECTISTA: JAIME GOÑI AGUILAR
			POTENCIA: 14,52 MW	COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº: 8225/C019

PUERTA EN CERRAMIENTO DE SEGURIDAD

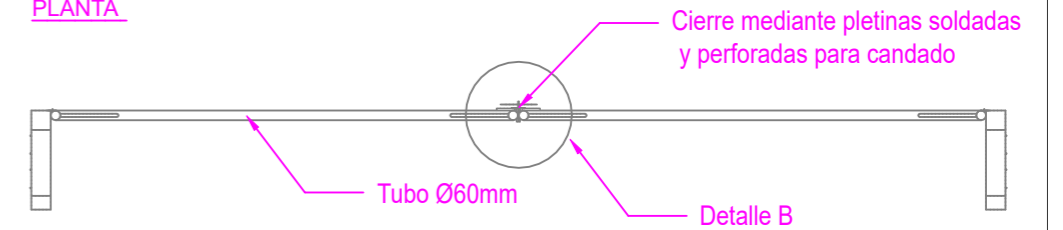
ALZADO



VALLADO DE CERRAMIENTO DE SEGURIDAD











PUERTA EN CERRAMIENTO DE SEGURIDAD
PLANTA



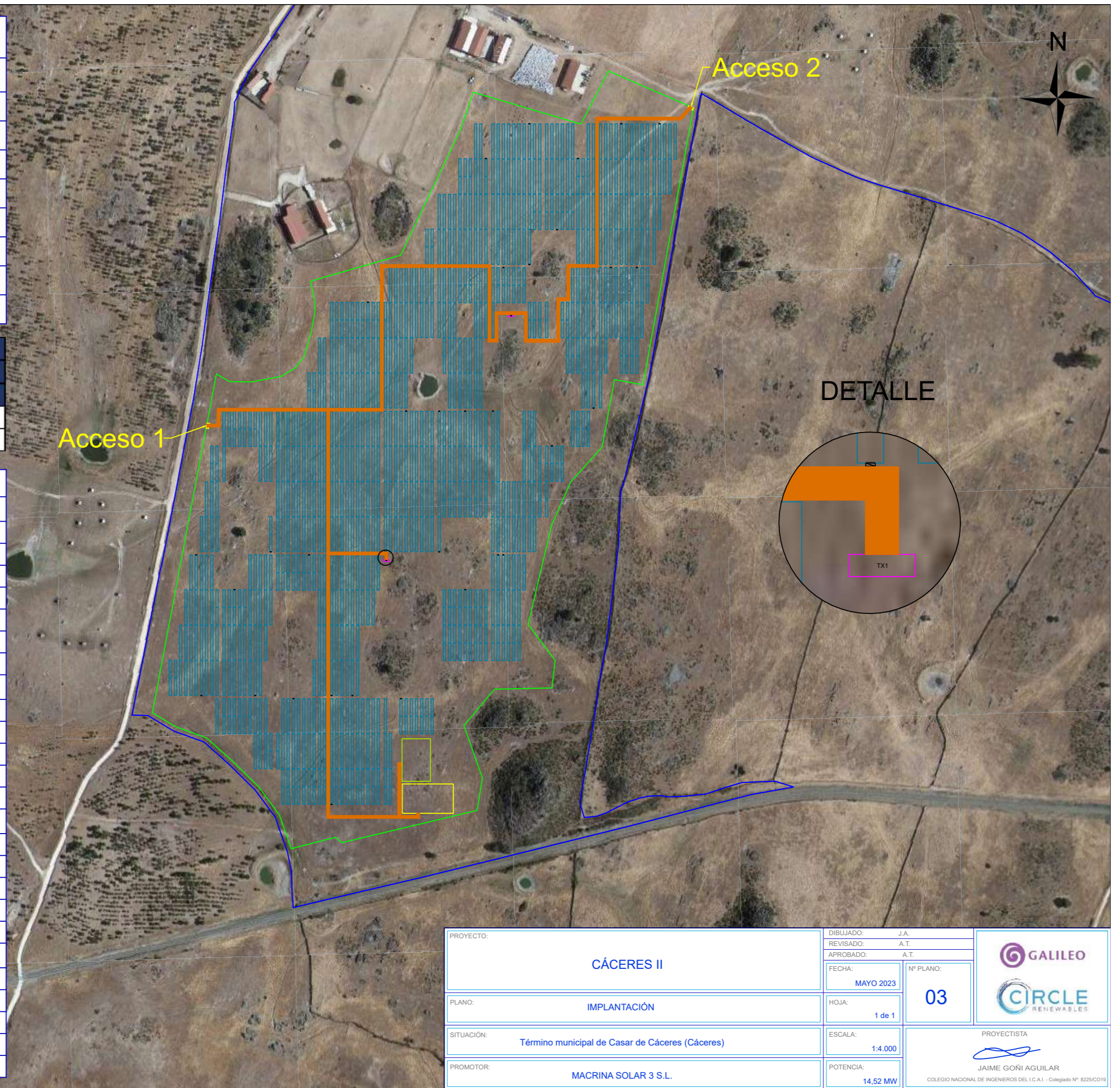
PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.	
PLANO:	VALLADO PERIMETRAL		REVISADO:	A.T.	
SITUACIÓN:	Término municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.	
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.		FECHA:	MAYO 2023	Nº PLANO:
			HOJA:	2 de 2	02
			ESCALA:	N/A	PROYECTISTA
			POTENCIA:	14,52 MW	 JAIME GOÑI AGUILAR COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº: 8225/CO19


LEYENDA

	Parcelas catastrales
	Vallado perimetral
	Acceso
	Camino interno
	Seguidor
	Inversor
	Centro de transformación
	SET 30/45 kV Cáceres I+II
	Zona de almacenamiento












Centros de transformación			
ETRS89			
CT	Coord. X	Coord. Y	Huso UTM
1	715.287,34	4.372.354,30	29
2	715.419,21	4.372.613,19	29

Configuración de la planta	
Módulos	
Modelo	Risen RSM132-8-695BHDG
Ppico unitaria	695 Wp
Dimensiones	2.384 x 1.303 x 35 mm
Nºmódulos	21.112
Nºstrings	754
Módulos/Sting	28
Ppico planta	14,67 MWp
Inversores	
Inversor	SUN2000-330KTL-H1
Pnom unitaria	330 kWn
Dimensiones	1.048 x 732 x 395 mm
Nºinversores	44
Pnom planta	14,52 MWn
Centros de transformación	
CT	Jupiter - 9000K-H1 / Jupiter - 6000K-H1
Potencia (40°C)	9.000 kVA / 6.600 kVA
Dimensiones	6.058 x 2.896 x 2.438 mm
Nº CTs	1 / 1
Ptrans planta	15,6 MVA
Seguidores	
Seguidor	Trina Tracker Vanguard 1P
Configuración	1V x 28 / 1v X 56
Dimensiones	37.244 x 2.384 mm / 74.010 x 2.384 mm
Nº seguidores	170 / 292
Pitch	5,5 metros



PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.	 
PLANO:	IMPLANTACIÓN		REVISADO:	A.T.	
SITUACIÓN:	Término municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.	Nº PLANO:
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.		FECHA:	MAYO 2023	03
			HOJA:	1 de 1	
			ESCALA:	1:4.000	
			POTENCIA:	14,52 MW	
			PROYECTISTA  JAIME GOÑI AGUILAR COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº: 8225/CO19		

LEYENDA

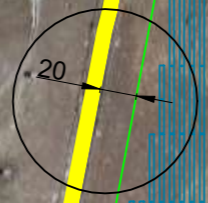
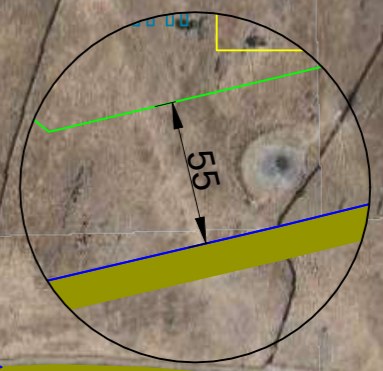
	Parcelas catastrales
	Vallado perimetral
	Seguidor
	Inversor
	Centro de transformación
	SET 30/45 kV Cáceres I+II
	Zona de almacenamiento
	Camino municipal
	Zona inundable
	Vía ferroviaria
	Servidumbre arqueológica (25 m)



DETALLE CAMINO












DETALLE VÍA FERROVIARIA



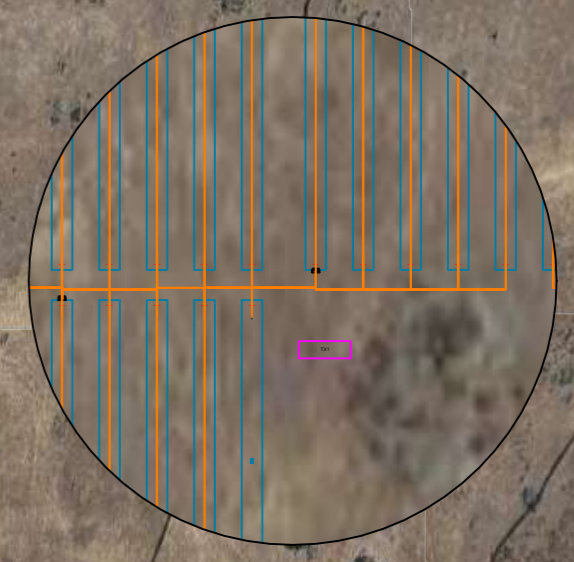
PROYECTO:	CÁCERES II	DIBUJADO:	J.A.	 
PLANO:	AFECCIONES	REVISADO:	A.T.	
SITUACIÓN:	Término municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)	APROBADO:	A.T.	04 <small>Nº PLANO:</small>
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.	FECHA:	MAYO 2023	
		HOJA:	1 de 1	<small>PROYECTISTA</small>  JAIME GOÑI AGUILAR <small>COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº: 8225/CO19</small>
		ESCALA:	1:4.000	
		POTENCIA:	14,52 MW	

LEYENDA

	Parcelas catastrales
	Vallado perimetral
	Seguidor
	Inversor
	Centro de transformación
	SET 30/45 kV Cáceres I+II
	Zona de almacenamiento
	Polo positivo y negativo del string
	Cableado CC BT











DETALLE



PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO: J.A.	 
PLANO:	CABLEADO DE CORRIENTE CONTINUA EN BAJA TENSION		REVISADO: A.T.	
SITUACION:	Término municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO: A.T.	
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.		FECHA: MAYO 2023	Nº PLANO: 05
			HOJA: 1 de 1	
			ESCALA: 1:4.000	PROYECTISTA: 
			POTENCIA: 14,52 MW	JAIME GOÑI AGUILAR COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº: 8225/CO19

LEYENDA

	Parcelas catastrales
	Vallado perimetral
	Seguidor
	Inversor
	Centro de transformación
	SET 30/45 kV Cáceres I+II
	Zona de almacenamiento
	Cableado CA BT




DETALLE



PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.	 
PLANO:	CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA EN BAJA TENSIÓN		REVISADO:	A.T.	
SITUACIÓN:	Término municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.	Nº PLANO: 06
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.		FECHA:	MAYO 2023	
			HOJA:	1 de 1	
			ESCALA:	1:4.000	PROYECTISTA  JAIME GOÑI AGUILAR <small>COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº: 8225/CO19</small>
			POTENCIA:	14,52 MW	

LEYENDA

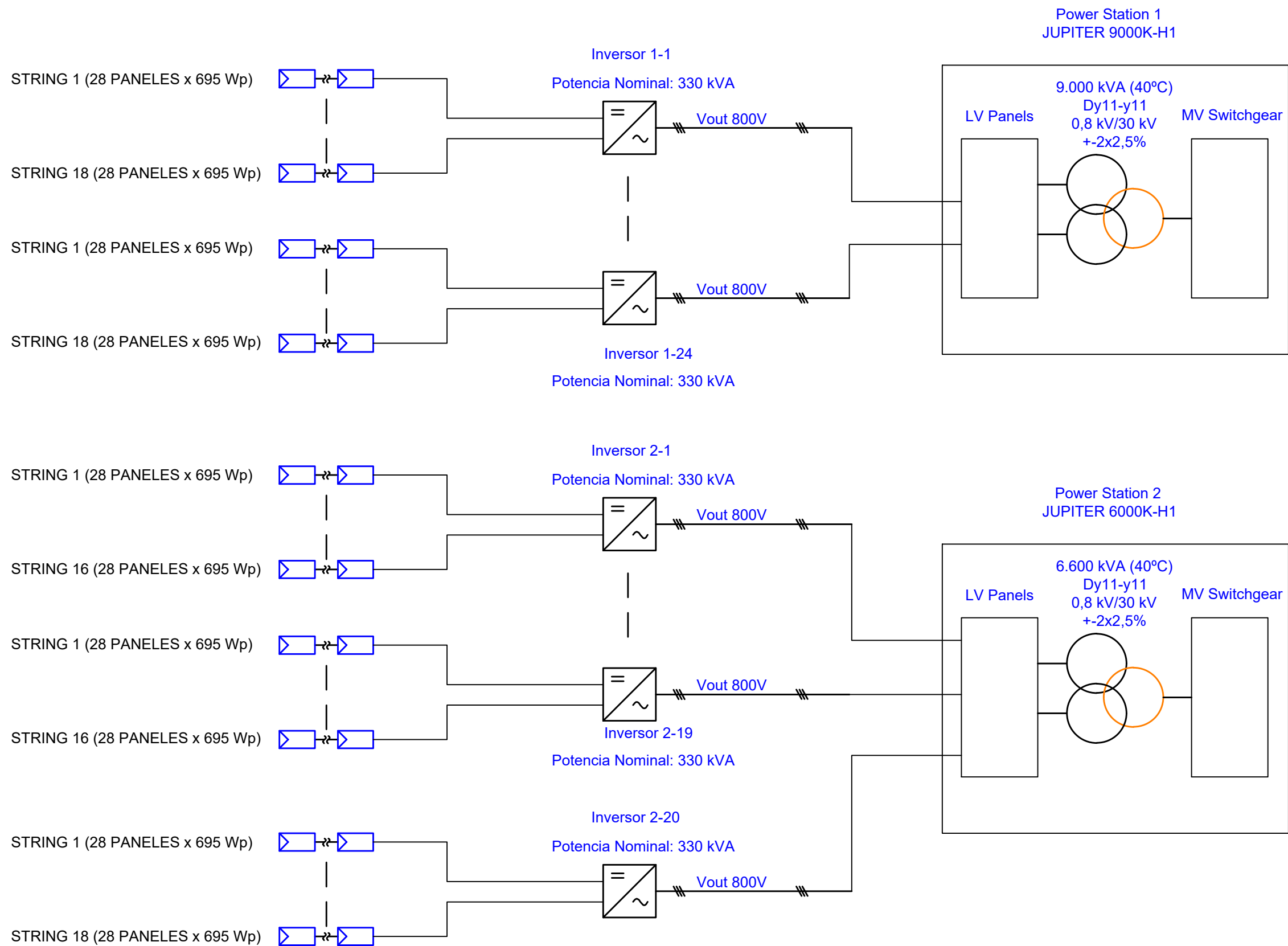
	Parcelas catastrales
	Vallado perimetral
	Seguidor
	Inversor
	Centro de transformación
	SET 30/45 kV Cáceres I+II
	Zona de almacenamiento
	Cableado CA MT



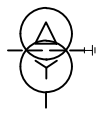
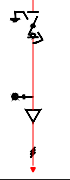
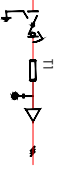
DETALLE



PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.	 
PLANO:	CABLEADO DE CORRIENTE ALTERNA EN MEDIA TENSIÓN		REVISADO:	A.T.	
SITUACIÓN:	Término municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.	
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.		FECHA:	MAYO 2023	Nº PLANO:
			HOJA:	1 de 1	07
			ESCALA:	1:4.000	PROYECTISTA:
			POTENCIA:	14,52 MW	 JAIME GOÑI AGUILAR <small>COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº: 8225/CO19</small>



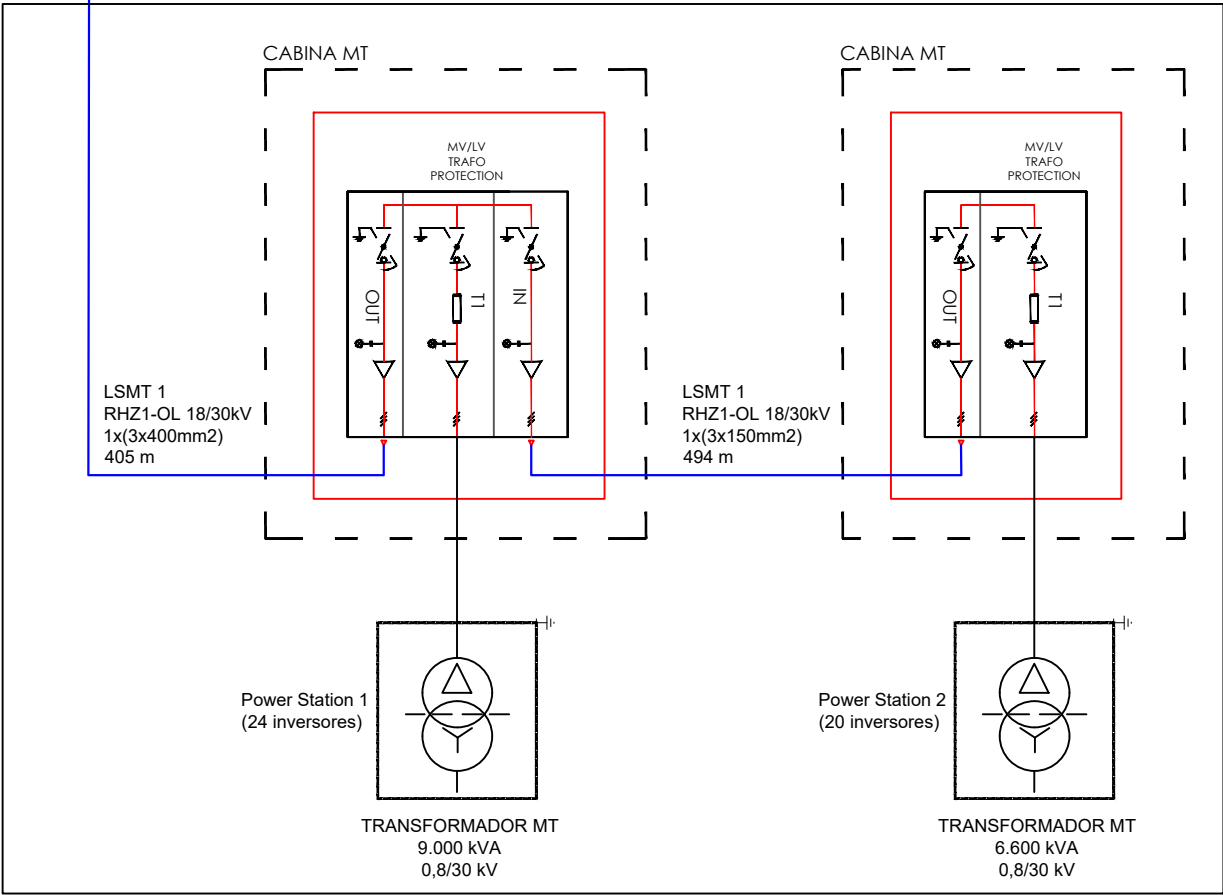
PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.E.
PLANO:	ESQUEMA UNIFILAR BT		REVISADO:	A.T.
SITUACIÓN:	Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.		FECHA:	MAYO 2023
			HOJA:	1 de 1
			ESCALA:	N/A
			POTENCIA:	14,52 MWn
			Nº PLANO:	08
			PROYECTISTA JAIME GOÑI AGUILAR <small>COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº: 8225/CO19</small>	



LEYENDA	
	Trafo de Media Tensión
	Unidad o Celda de Entrada/Salida con Interruptor Manual de Línea con Posición a Tierra en la entrada de la protección
	Unidad o Celda de Transformadores con Interruptor Manual de Línea con Posición a Tierra y con Fusible

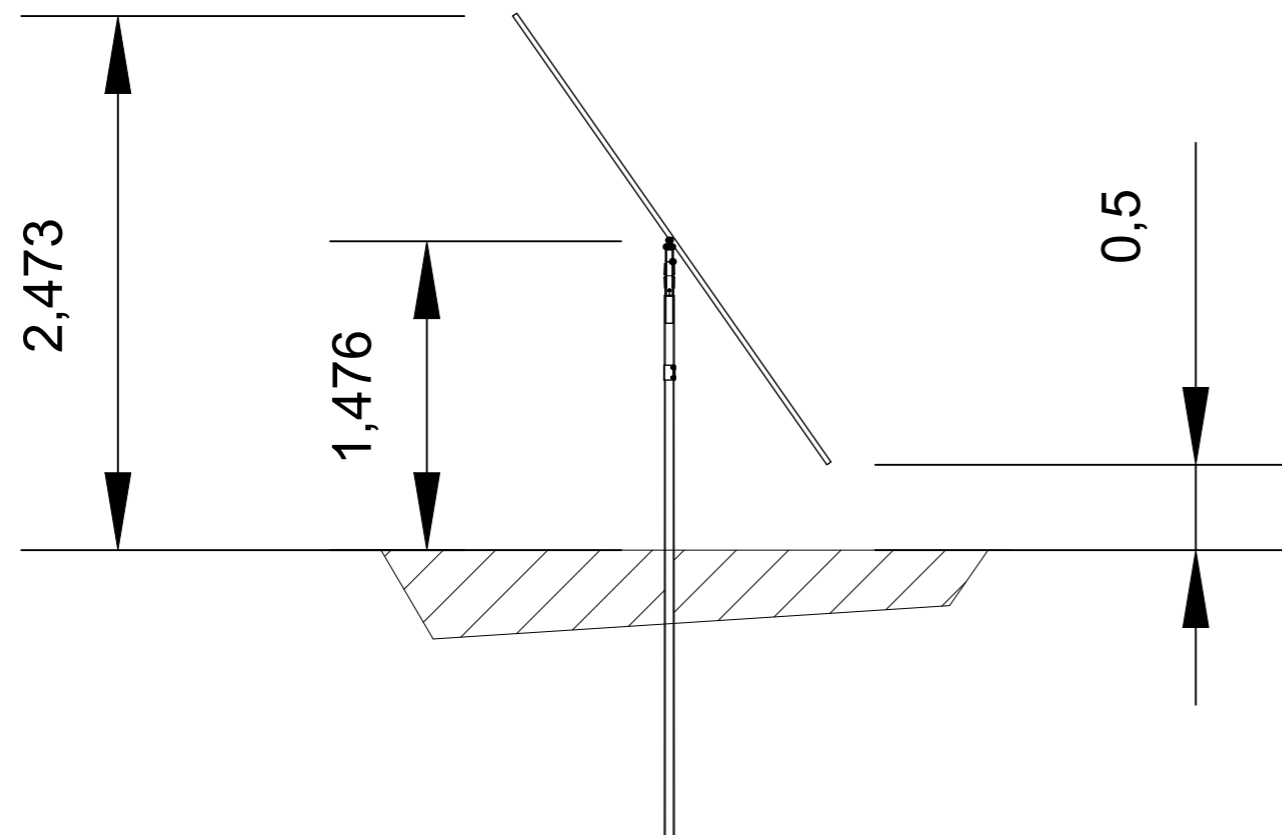
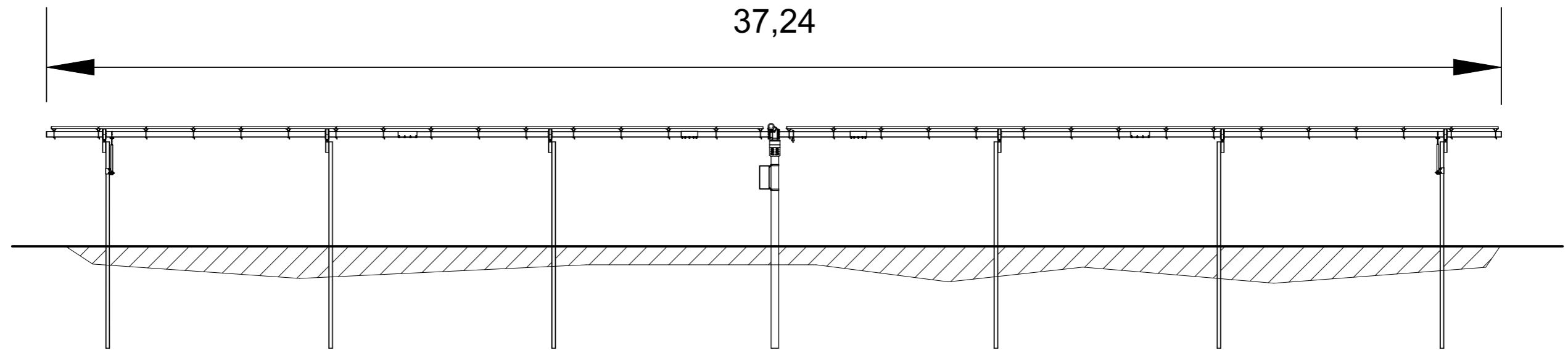
SET Cáceres I y II
(Objeto de un proyecto independiente)




CÁCERES I
(Objeto de un proyecto independiente)

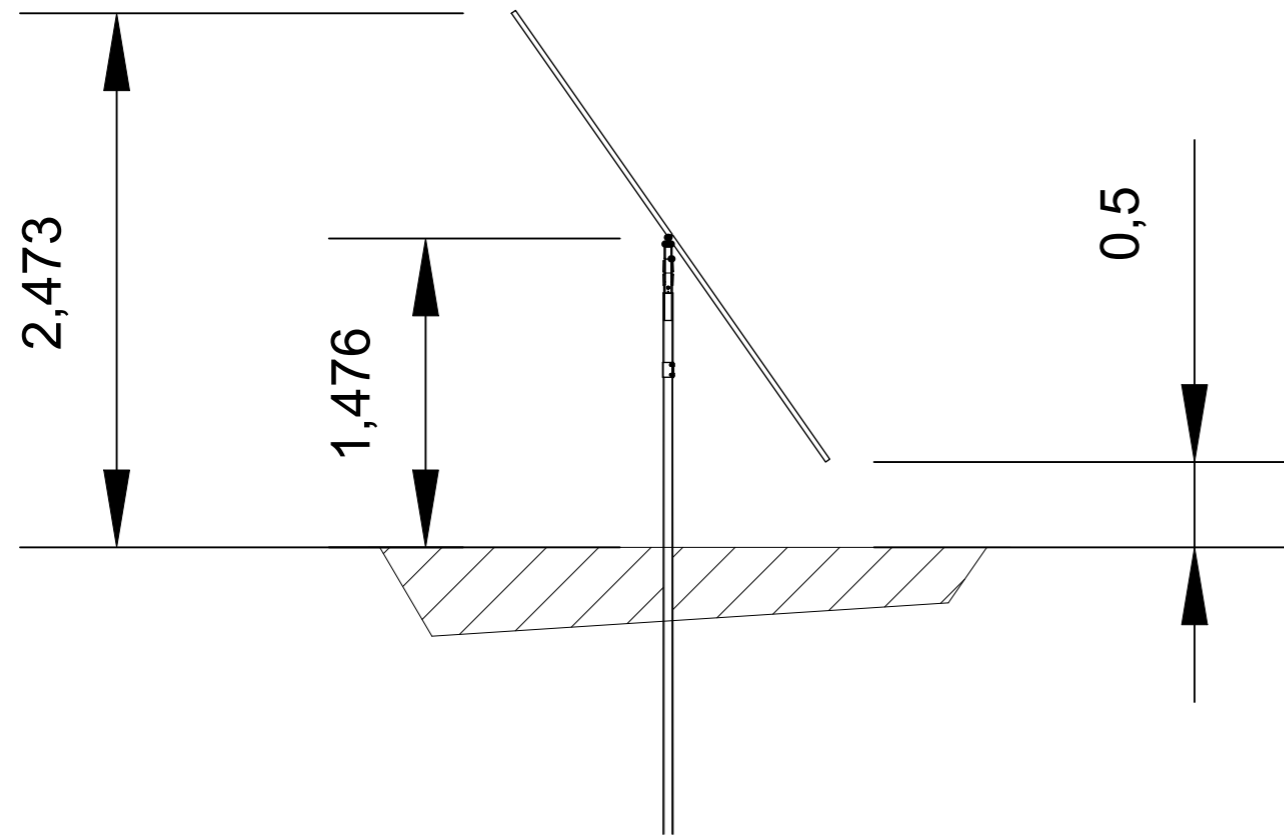
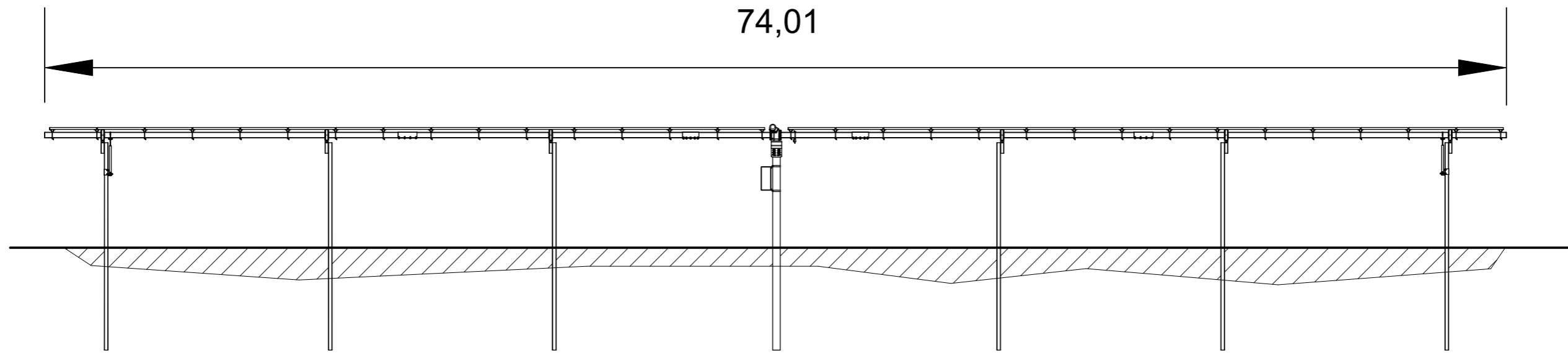
CÁCERES II



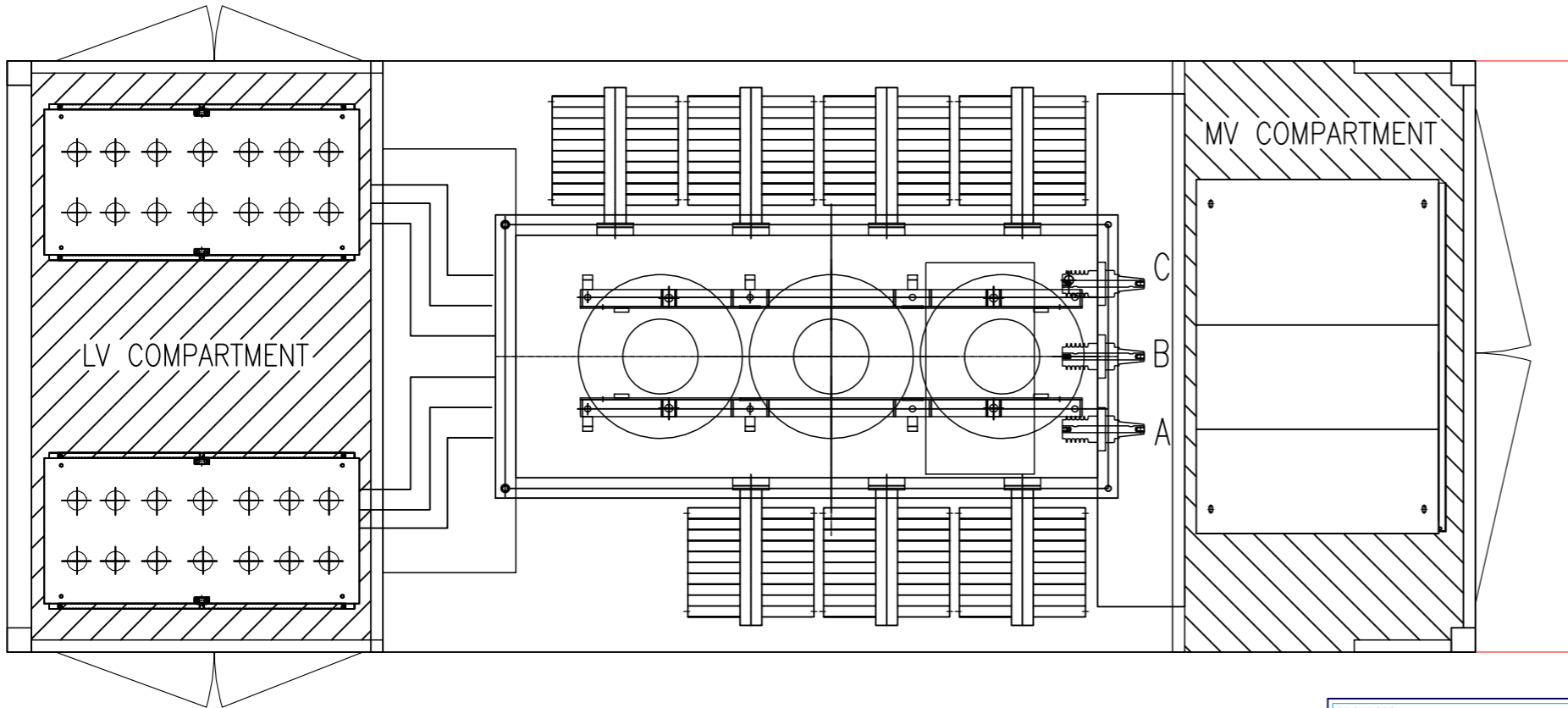
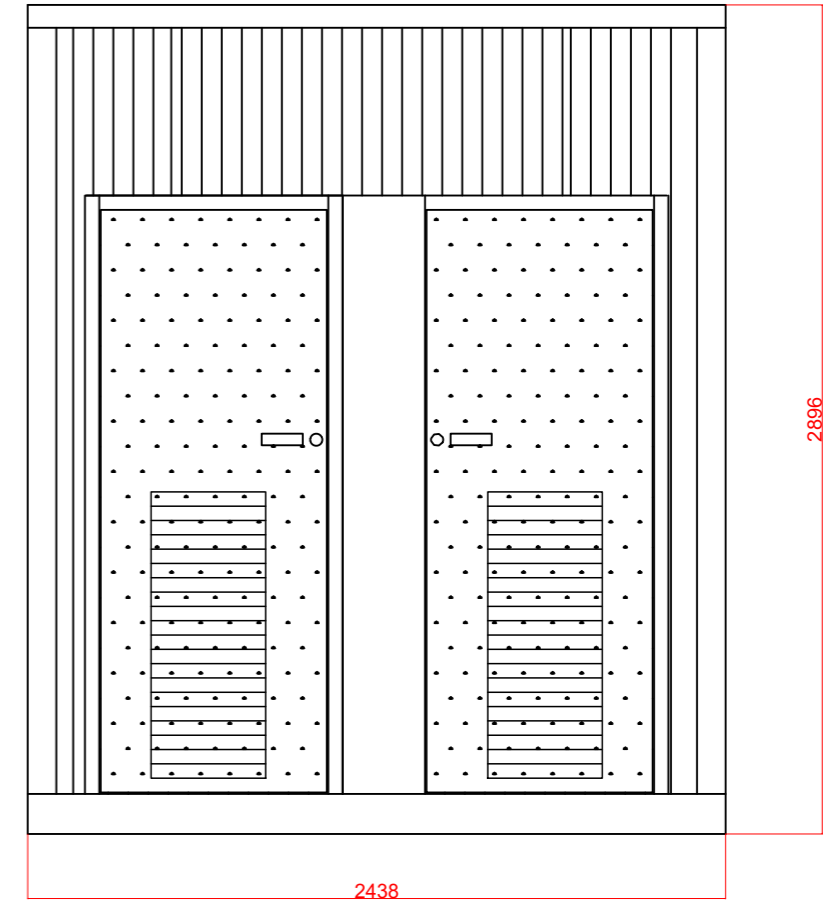
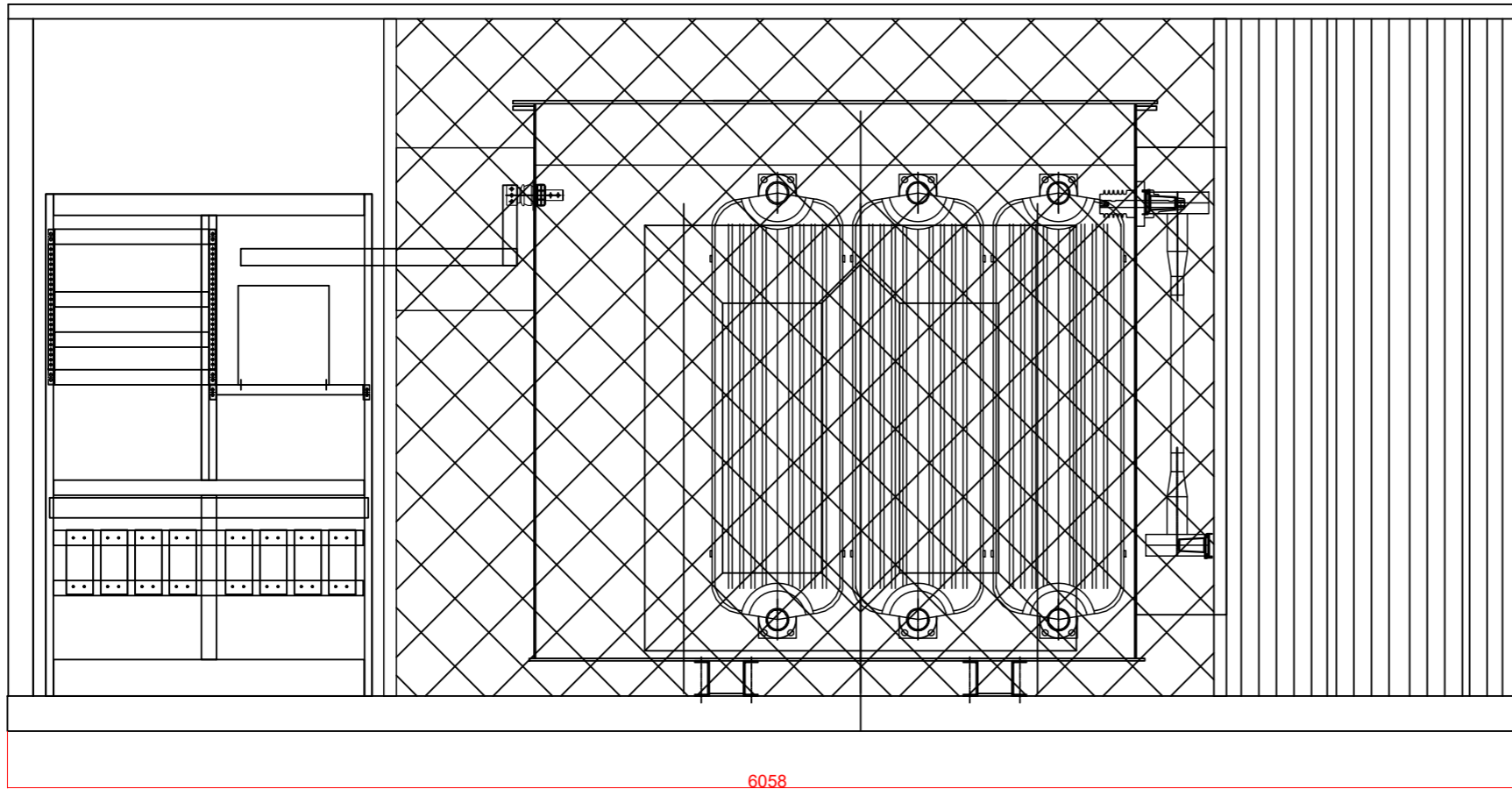
PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.E.	
PLANO:	ESQUEMA UNIFILAR MT		REVISADO:	A.T.	
SITUACIÓN:	Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.	
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.		FECHA:	MAYO 2023	Nº PLANO:
			HOJA:	1 de 1	09
			ESCALA:	N/A	PROYECTISTA:
			POTENCIA:	14,52 MWn	 JAIME GOÑI AGUILAR <small>COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº. 8225/CO19</small>





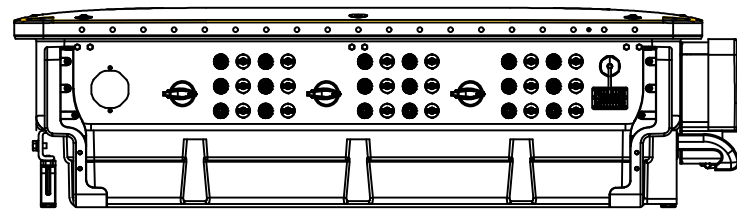
PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.E.	 	
PLANO:	DETALLE DEL SEGUIDOR 1VX28		REVISADO:	A.T.		
SITUACIÓN:	Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.		
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.		FECHA:	MAYO 2023	Nº PLANO:	09
			HOJA:	1 de 2	ESCALA:	N/A
			POTENCIA:	14,62 MW	PROYECTISTA  JAIME GOÑI AGUILAR <small>COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº: 8225/CO19</small>	



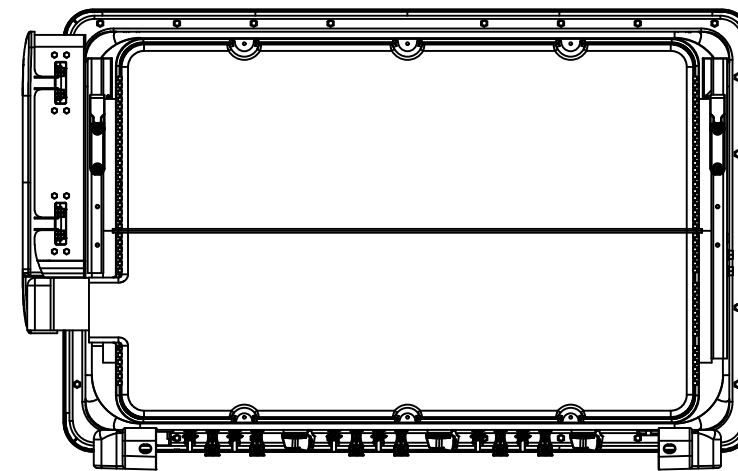
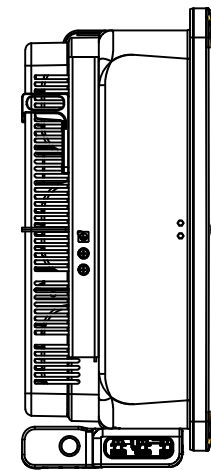
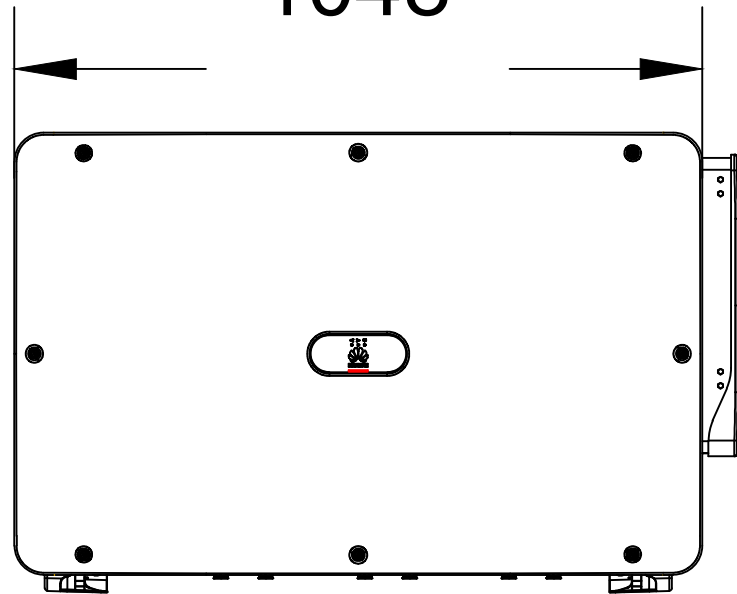
PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.E.	 	
PLANO:	DETALLE DEL SEGUIDOR 1VX56		REVISADO:	A.T.		
SITUACIÓN:	Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.		
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.		FECHA:	MAYO 2023	Nº PLANO:	09
			HOJA:	2 de 2	ESCALA:	N/A
			POTENCIA:	14,62 MW	PROYECTISTA  JAIME GOÑI AGUILAR <small>COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº: 8225/CO19</small>	



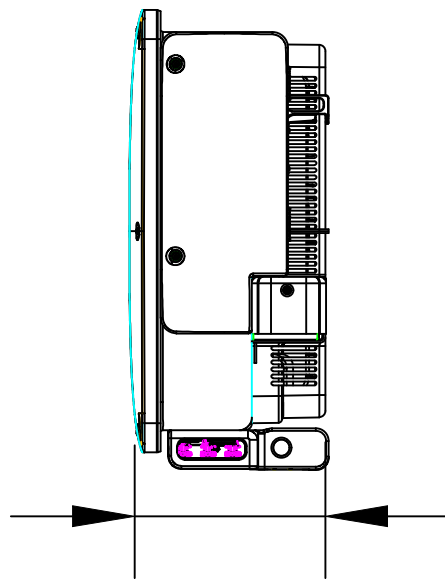
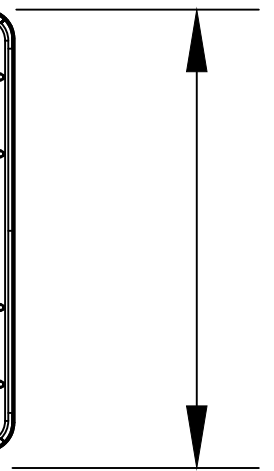
PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.E.		
PLANO:	C. DE TRANSFORMACIÓN - POWER STATION STS-3000K-H1 Y STS-6000-H1		REVISADO:	A.T.		
SITUACIÓN:	Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)		APROBADO:	A.T.		
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.		FECHA:	MAYO 2023	Nº PLANO:	11
			HOJA:	1 de 1	ESCALA:	N/A
			POTENCIA:	14,62 MW	PROYECTISTA  JAIME GOÑI AGUILAR <small>COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº: 8225/CO19</small>	



1048



0,74



0,31

PROYECTO:	CÁCERES II		DIBUJADO:	J.A.E.	
PLANO:	DETALLE INVERSOR HUAWEI SUN2000-330KTL-H1	REVISADO:	A.T.	Nº PLANO:	
SITUACIÓN:	Término Municipal de Casar de Cáceres (Cáceres)	APROBADO:	A.T.	12	
PROMOTOR:	MACRINA SOLAR 3 S.L.	FECHA:	MAYO 2023	HOJA:	1 de 1
		ESCALA:	N/A	 PROYECTISTA JAIME GOÑI AGUILAR <small>COLEGIO NACIONAL DE INGENIEROS DEL I.C.A.I. - Colegiado Nº. 8225/CO19</small>	
		POTENCIA:	14,62 MW		