



UNIVERSIDAD DE JAÉN
Centro de Estudios de Postgrado

Trabajo Fin de Máster

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA
DE 2 MW CONECTADA A RED
PARA PRODUCCIÓN Y VENTA
DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Alumno/a: Ortega Pérez, Macarena

Tutor/a: Prof. D. Pedro Gómez Vidal
Dpto: Ingeniería eléctrica

Septiembre, 2020



ÍNDICE GENERAL

- MEMORIA.
- ANEXO N. °1: CÁLCULOS.
- ANEXO N. °2: ESTUDIO DEL POTENCIAL SOLAR.
- ANEXO N. °3: SIMULACIÓN PVSYS.
- ANEXO N. °4: FICHAS TÉCNICAS.
- ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.
- PLIEGO DE CONDICIONES.
- MEDICIONES.
- PRESUPUESTO.
- PLANOS.



MEMORIA



ÍNDICE

1.OBJETO DEL PROYECTO.....	1
2. PROMOTOR.....	1
3. AUTOR DEL PROYECTO.....	1
4. LOCALIZACIÓN.....	1
5. ALCANCE.....	1
6. ANTECEDENTES.	2
7. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.	2
8. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.....	4
9. REQUISITOS DE DISEÑO	6
10. POTENCIA DE LA INSTALACIÓN.....	6
11. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PÁRCELA.....	6
12. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.	8
12.1. GENERAL.	8
12.2. DESCRIPCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.....	8
12.2.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....	8
12.2.2. CONFIGURACIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.	9
12.2.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL GENERADOR.	9
12.2.2.2. VALORES DE OPERACIÓN DEL GENERADOR.....	10
12.2.2.3. INVERSOR.....	11
12.2.2.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL INVERSOR.....	11
12.2.2.3.2. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y DE OPERACIÓN.	11
12.2.2.3.3. PROTECCIÓN DE LA INTERCONEXIÓN CON RED.	12
12.2.2.4. DESCRIPCIÓN DE LA POSICIÓN Y DEL CONEXIONADO DE LOS MÓDULOS.....	12
12.2.3. CABLEADO Y CANALIZACIONES.	13
12.2.3.1. CONDUCTORES.....	13
12.2.3.2. CAJAS DE CONEXIÓN.	14
12.2.3.3. CANALIZACIONES.	15



12.2.4. PROTECCIONES.	16
12.2.4.1. GENERAL.	16
12.2.4.2. PROTECCIÓN DE LA RED DC.	17
12.2.4.2.1. PROTECCIÓN FRENTE A SOBREINTENSIDADES.	17
12.2.4.2.2. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES.	18
12.2.4.3. PROTECCIÓN DE LA RED AC.	18
12.2.4.3.1. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN.	18
12.2.4.3.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBREFRECUENCIAS Y SUBFRECUENCIAS.	19
12.2.4.4. PROTECCIÓN DE PERSONAS.	19
12.2.4.5. RED DE TIERRAS.	20
12.2.4.5. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.	21
12.2.4.6. SISTEMAS DE MEDIDA.	21
13. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	22
13.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.	22
13.2.1. LOCAL.	23
13.2.2. EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN.	23
13.2.3. CIMENTACIÓN.	24
13.2.4. SOLERA, PAVIMENTO Y CERRAMIENTOS EXTERIORES.	24
13.2.5. CUBIERTA.	25
13.2.6. PINTURAS.	25
13.2.6. VARIOS.	25
13.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.	25
13.3.1. RED ALIMENTACIÓN.	25
13.3.2. APARAMENTA A.T.	25
13.3.3. APARAMENTA B.T.	30
13.4. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA PLANTA SOLAR.	31
13.5. PUESTA A TIERRA.	32
13.5.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.	32



13.5.2. TIERRA DE SERVICIO.....	32
13.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS.	32
13.6.1. ALUMBRADO.	32
13.6.2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.....	33
13.6.3. VENTILACIÓN.	33
13.6.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD.....	33
14. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	34
15. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE DOCUMENTOS BÁSICOS.	36
16. PRESUPUESTO DE CONTRATA.....	36



1.OBJETO DEL PROYECTO.

Se redacta el siguiente proyecto con el objeto de describir el diseño y cálculo de los componentes de una instalación de 2.000 kW nominales, así como la descripción constructiva, valoración de las obras, materiales e instalaciones.

Es también objeto de este Proyecto la superación con éxito del Trabajo Fin de Máster del Máster de Energías Renovables de la Universidad de Jaén.

Este Proyecto contempla los siguientes aspectos:

- Diseño del generador fotovoltaico.
- Diseño de las Instalaciones Eléctricas de Baja Tensión, tanto en la parte de corriente continua (DC) como en la de corriente alterna (CA), desde el generador fotovoltaico hasta el punto de conexión con la red, incluyendo cableado, inversor y equipos necesarios tales como contadores o elementos de protección.

2. PROMOTOR.

El promotor del presente Proyecto es la Universidad de Jaén, sita en Campus Las Lagunillas, 23071, Jaén (Jaén).

3. AUTOR DEL PROYECTO.

El autor del presente Proyecto es Macarena Ortega Pérez, alumna del máster de energías renovables, con DNI 77.376.859-Y.

4. LOCALIZACIÓN.

La instalación fotovoltaica se ubicará en Polígono 46, parcela 16, del Término Municipal de Jaén (Jaén). La referencia catastral de la parcela es 23900A04600016SY. Las coordenadas UTM son X: 430.763,91 m – Y: 4.184.158,38 m, Huso: 30S, tal como se puede observar los Planos “Planos de Situación y Emplazamiento” incluido en el Documento Básico “PLANOS” del presente Proyecto.

5. ALCANCE.

El alcance del presente Proyecto se limita al diseño de la instalación fotovoltaica y a su conexión a la red y a la monitorización de dicha instalación. El cálculo de las estructuras sobre



las que irán alojados los módulos queda al margen de este Proyecto, pero sí ha influido en la decisión del montaje de los módulos, tal y como se explica en el apartado 12.2.2.4. del presente Documento Básico.

6. ANTECEDENTES.

El consumo energético en la sociedad de la que todos formamos parte activa, crece de forma considerable año tras año por lo que llegará un momento en que los recursos energéticos naturales de los que se dispone en la actualidad corran peligro de agotarse. Por otra parte, el sistema energético actual basado en las centrales de generaciones térmicas y nucleares presenta impactos negativos importantes sobre el medioambiente que es necesario corregir con urgencia. Estas razones hacen que sea necesaria la búsqueda de nuevas fuentes alternativas de energía que contribuyan a diversificar la actual oferta energética de forma que se pueda hacer frente al incremento de consumo a la vez que se es respetuoso con el medio.

La energía solar fotovoltaica, consiste en la transformación de la energía procedente de la radiación solar en energía eléctrica, es quizá, dentro de las energías renovables, la que podíamos considerar más ecológica debido al bajísimo impacto ambiental que presenta y está llamada a ser una de las energías del futuro. Los sistemas fotovoltaicos se caracterizan por reducir la emisión de agentes contaminantes (CO_2 , NO_x y SO_x , principalmente), no necesitar ningún suministro exterior, presentar un reducido mantenimiento y utilizar para su funcionamiento un recurso, el sol, que es inagotable.

De las distintas aplicaciones de la energía solar fotovoltaica, los sistemas de conexión a red son los que presentan mayores expectativas de incremento en el mercado fotovoltaico. Un sistema fotovoltaico conectado a red se caracteriza por inyectar toda la energía que produce en la red general de distribución.

7. DISPOSICIONES LEGALES Y NORMAS APLICADAS.

- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- 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 ITCRAT 01 a 23.
- Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.



- Real Decreto 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 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Normas particulares y condiciones técnicas de seguridad de la empresa distribuidora Sevillana Endesa.
- RD 413/2014 por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos
- Real Decreto-ley 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- R.D. 1627/97 Real Decreto sobre disposiciones mínimas en materia de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción.
- Ley 31/1995 Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación:
- Estructuras de acero en Edificación, EA-95.
- Acciones en la Edificación, AE-88.
- Código Técnico de la Edificación, 2006.
- Instrucción de Hormigón Estructural, EHE-98.
- Normativa de Construcción Sismorresistente, NCSR:02.
- Normas UNE que sean de aplicación entre ellas:
- UNE-EN 61215: "Módulos fotovoltaicos (FV) de silicio cristalino para uso terrestre. Cualificación del diseño y homologación."
- UNE-EN 61730, armonizada para la Directiva 2006/95/CE, sobre cualificación de la seguridad de módulos fotovoltaicos
- UNE-EN 50380, sobre informaciones de las hojas de datos y de las placas de características para los módulos fotovoltaicos.



- UNE-EN 62093: Componentes de acumulación, conversión y gestión de energía de sistemas fotovoltaicos. Cualificación del diseño y ensayos ambientales.
- UNE-EN 61683: Sistemas fotovoltaicos. Acondicionadores de potencia. Procedimiento para la medida del rendimiento.
- UNE 206006: Ensayos de detección de funcionamiento en isla de múltiples inversores fotovoltaicos conectados a red en paralelo
- IEC 62109-2:2012 (4.8.2.1. detección de la resistencia de aislamiento del campo fotovoltaico)
- UNE-EN 50618:2015: Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos
- UNE-HD 60364-5-52:2014/A11:2018. Instalaciones eléctricas de baja tensión. Parte 5-52: Selección e instalación de equipos eléctricos. Canalizaciones.
- UNE 20460-7-712: Instalaciones eléctricas en edificios; Reglas para instalaciones y emplazamientos especiales; sistemas de alimentación solar fotovoltaica.

8. DEFINICIONES Y ABREVIATURAS.

A.T.: alta tensión

B.T.: baja tensión

C.A.: corriente alterna

C.C.: corriente continua

C.T.: centro de transformación

Fs: Factor de dimensionado.

GSTC: Irradiancia en condiciones estándar

G: Irradiancia global

Gd: Irradiancia difusa

H: Irradiación global

I_{GEN}: Corriente del generador



$I_{MÓD}$: Corriente del módulo

$I_{SC, GEN}$: Corriente de cortocircuito del generador

$I_{INV, MAX, DC}$: Corriente máxima de salida del inversor.

N_{mp} : Número de módulos en paralelo del generador fotovoltaico

N_{ms} : Número de módulos en serie del generador fotovoltaico

MPPT: seguidor al punto de máximo potencia

P_{ca} : Potencia a la salida del inversor

P_{cc} : Potencia a la entrada del inversor

$P_{M, MOD, STC}$: Potencia del módulo en condiciones estándar de medida.

P_{GEN} : Potencia del generador

PR: Factor de comportamiento (Performance Ratio)

$P_{M, GEN}$: Potencia del punto de máxima potencia del generador

$P_{M, MOD}$: Potencia del punto de máxima potencia del módulo

STD: condiciones estándar de medida

T_a : Temperatura ambiente

$T_{min.}$: Temperatura mínima de operación de la célula

$T_{máx.}$: Temperatura máxima de operación de la célula

TONC: Temperatura de operación nominal de la célula

$V_{M, GEN}$: Tensión del generador en el punto de máxima potencia

$V_{M, MOD, STC}$: Tensión del módulo en el punto de máxima potencia en condiciones estándar de medida

$V_{OC, GEN}$: Tensión de circuito abierto del generador

$V_{OC, MOD, STC}$: Tensión de circuito abierto del módulo en condiciones estándar de medida.



$V_{INV, Máx., DC}$: Tensión máxima a la entrada del inversor

$V_{INV, Mín., PMP}$: Tensión mínima del punto de máxima potencia del inversor

$V_{INV, Máx., PMP}$: Tensión máxima del punto de máxima potencia del inversor

η : Rendimiento del inversor

9. REQUISITOS DE DISEÑO

Los requisitos fundamentales que han condicionado el diseño de la instalación son los siguientes:

- Superficie máxima disponible en el terreno escogido para la instalación.
- Optimización de la energía obtenida.

10. POTENCIA DE LA INSTALACIÓN.

La potencia del generador fotovoltaico es de 2,33 MWp, siendo la potencia nominal de la planta 2 MW, destinados exclusivamente a la venta de energía.

11. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA PÁRCELA.

La parcela se sitúa cerca del nuevo parque empresarial de Jaén. Para acceder a la parcela, es necesario tomar la autovía A-316 y desviarse por la carretera JP-2332.

La parcela se localiza a 3,80° Oeste de longitud y 37,82° Norte de latitud con una altitud de 426 m sobre el nivel del mar. La inclinación del sistema será de 30°, con acimut de 0°, es decir, estarán orientadas al sur. El clima de la zona es de tipo mediterráneo continental, que se caracteriza por ser frío en invierno y bastante caluroso en verano. La irradiación diaria media anual sobre superficie horizontal es de 4,85 kWh/m², variando entre los 2,03 kWh/m² de diciembre y los 6.77 kWh/m² de agosto. La temperatura media anual es de 16°C, oscilando entre los 2°C de temperatura media mínima de enero y los 32°C de media máxima en agosto. Es muy difícil que las temperaturas absolutas bajen de los cero grados, llegando a superar los cuarenta grados en los días más calurosos de verano. La precipitación media anual está entre los 500 y 700 mm, repartida entre 75 y 100 días de lluvia de media anual. Esta región tiene entre 4 y 5 meses de período seco con tan sólo unos pocos días de heladas (de 2 a 20 días) y excepcionalmente nieva en esta zona.



Ilustración 1. Vista aérea de la parcela.

	En	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
Irradiación (kWh/m ²)	2,48	3,40	4,55	5,65	6,61	7,63	7,63	6,77	5,26	3,62	2,54	2,03	4,85
Tª ambiente media (°C)	7	9	13	14	19	26	27	28	23	17	11	8	16,83
Tª mínimas (°C)	1	2	6	7	10	15	17	18	15	11	5	3	9,17
Tª máximas (°C)	14	16	20	21	27	35	36	36	30	24	17	15	24,25

Tabla 1. Parámetros climáticos diarios medios mensuales. Fuente: Agencia Andaluza de la energía.



12. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.

12.1. GENERAL.

El generador fotovoltaico tiene una potencia de 2,33 MW. Para aprovechar la energía producida por el generador, se instalarán 20 inversores de 100 kW. Además, la instalación estará dotada de un subsistema para la conexión a la red, un subsistema de seguridad y protección y un subsistema de monitorización.

12.2. DESCRIPCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.

12.2.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.

El generador fotovoltaico lo componen 6480 módulos fotovoltaicos fabricados por la empresa Canadian Solar INC., modelo CS3U-360P, de silicio policristalino con una potencia de 360 Wp en condiciones estándar.

Los módulos están formados por 144 células solares policristalinas, con textura y con capa antirreflexiva, de forma rectangular y de alta eficiencia de conversión (18,15%), laminas en EVA (Etileno vinilo acetato), protegido por Tedlar de varias capas en su cara posterior y por vidrio templado de alta transmisividad en su cara anterior e instaladas dentro de un marco de aluminio anodizado.

En la siguiente tabla se muestran las especificaciones que cumplen los módulos para sus parámetros eléctricos principales en condiciones estándar de medida (Irradiancia: 1.000 W/m²; AM: 1,5; Tc= 25°C) (tabla 2):

Parámetro	Valor
Potencia máxima, PMP (W)	360
Tolerancia (W)	0/+5
Tensión punto máxima potencia, VMP (V)	39,6
Intensidad punto máxima potencia, IMP (A)	9,10
Tensión circuito abierto, VOC (V)	47,0
Intensidad de cortocircuito, ISC (A)	9,67
Coeficiente variación VOC con T (%/°C)	-0,29
Coeficiente variación ISC con T (%/°C)	0,05
Coeficiente variación Pmáx con T (%/°C)	-0,37
TONC (°C)	42 +/- 3
Tensión máxima del sistema (V)	1000/1500



Tabla 2. Parámetros principales del módulo medidos en condiciones estándar.

Las dimensiones de los módulos son las recogidas en la siguiente tabla (tabla 3).

Estos módulos disponen de dos latiguillos de cable de 4 mm² para la conexión de los terminales del módulo con conectores Multicontact MC4.

Dimensión	
Longitud (mm)	2.000
Ancho (mm)	992
Profundidad de la caja de conexión (mm)	35
Peso (kg)	22,5
Longitud cable terminal positivo (mm)	1250
Longitud cable terminal negativo (mm)	1250

Tabla 3. Dimensiones principales del módulo.

La potencia nominal de salida de los módulos a instalar no puede disminuir menos del 10% durante los 12 primeros años y menos del 20% durante los 25 primeros años. Además, los módulos y su proceso de producción deben cumplir las normas UNE/CEI e ISO aplicables y en particular deben cumplir las normas IEC 61215 y UL1703 y ser de Clase II, certificado por TUV o un organismo similar. También deben disponer de diodos de protección de paso (bypass diode).

12.2.2. CONFIGURACIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO.

12.2.2.1. DESCRIPCIÓN GENERAL DEL GENERADOR.

Para el soporte del generador fotovoltaico se han dispuesto 20 estructuras independientes en cada una de las cuales irá instalado un subgenerador de 100 kW compuesto por 324 módulos agrupados en 18 cadenas de 18 módulos en serie.

En la figura 2 se muestra un esquema del conexionado de las 18 cadenas de cada subgenerador. Se dispondrán de cuatro cajas de conexión en las que se realizará el paralelo de las cadenas en grupos de 4 y 5 y una caja general de conexión que realizará el paralelo de las cuatro cajas antes de su conexión con el inversor.

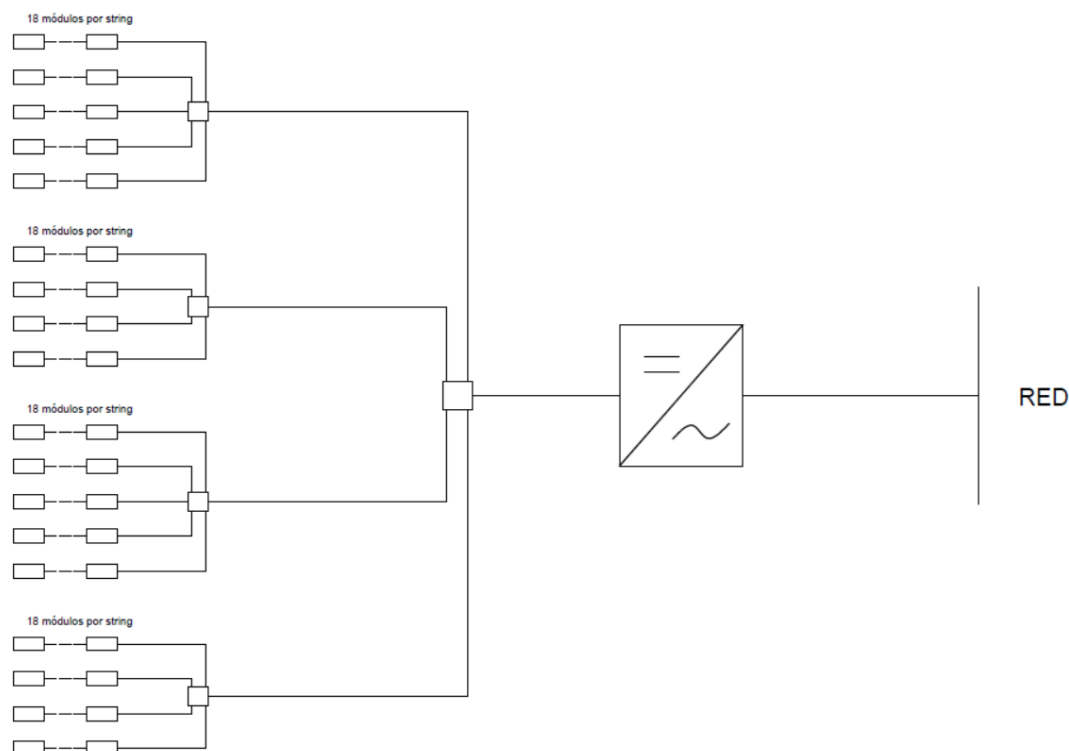


Ilustración 2. Esquema general base de un subgenerador de 100 kW.

12.2.2.2. VALORES DE OPERACIÓN DEL GENERADOR.

Los parámetros en condiciones estándar de radiación y temperatura de un subgenerador de 100 kW se muestran en la tabla 5.

Parámetros	Subgenerador
Potencia máxima, PMP (W)	116640
Tensión punto máxima potencia, VMP (V)	712,8
Intensidad punto máxima potencia, IMP (A)	163,8
Tensión circuito abierto, VOC (V)	846
Intensidad de cortocircuito, ISC (A)	174,06

Tabla 4. Parámetros principales de un subgenerador de 100 kW medidos en condiciones estándar: $G=1000 \text{ W/m}^2$, $T_{\text{célula}}=25^\circ\text{C}$, $AM=1,5$.

Los valores de energía efectiva a la salida del generador (kWh) se muestran en la tabla 5. Mientras que la energía inyectada a red se muestra en la tabla 6.

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
247,7	246,1	315,3	344,7	358,6	373,7	396,1	386	325,1	287,5	265,2	232,3	3778,4

Tabla 5. Generación diaria media a la salida del generador (kWh)



Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Anual
243,6	241,6	310,1	338,8	352,4	367,5	389,4	379,7	319,7	282,8	260,6	228,2	3714,5

Tabla 6. Energía inyectada a red (kWh).

12.2.2.3. INVERSOR.

Los inversores irán colocados en el centro de las estructuras, tal y como se muestra en el plano nº 4 del documento básico “PLANOS”.

12.2.2.3.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL INVERSOR.

Para conectar el generador fotovoltaico a la red se usarán 20 inversores trifásicos SUNNY HIGHPOWER PEAK3 de 100 kW de potencia nominal. Este inversor es específico para centrales fotovoltaicas con arquitectura descentralizada y tensiones de sistema de 1500 voltios de CC.

Este compacto inversor de string, con su alta densidad de potencia, materializa soluciones optimizadas desde el punto de vista de los costes para aplicaciones fotovoltaicas industriales. Facilita el transporte y permite una instalación y puesta en marcha rápidas.

Parámetro	Valor
Tensión de salida nominal	400 V
Frecuencia	50 Hz
Potencia nominal de salida (AC)	100 kW
Máxima potencia de salida (AC)	100 kW
Tensiones de entrada (Rango MPPT)	590 - 1000 V
Máxima tensión entrada (DC)	1.000 V
Potencia nominal de entrada (DC)	100 kW
Máxima potencia de entrada (DC)	150 kW
Número de entradas DC	1
Máxima corriente por entrada	180 A
Máxima corriente de cortocircuito	325 A

Tabla 7. Principales parámetros eléctricos del inversor.

Se ha comprobado que el rango de tensiones de entrada para los cuales el inversor hace el seguimiento de máxima potencia se cumple para los valores de V_{mpp} del generador son más altos (-5°C) y más bajos (70°C).

12.2.2.3.2. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS Y DE OPERACIÓN.

El inversor posee las características mecánicas, las características de operación y cumple las siguientes normas:



- Numero de armarios: 1
- Dimensiones del armario:
 - Altura: 830 mm.
 - Ancho: 770 mm.
 - Profundidad: 444 mm
 - Peso: 98 kg
- Rango de temperaturas: -25 - + 60°C.
- Humedad de aire admisible: 0 a 100%.
- Grado de protección: IP 65.
- IEC 62109-1/-2, AR N-4110, AR N-4120, CEI 0-16, C10/11:2012, EN 50549, PEA 2017, DEWA

12.2.2.3.3. PROTECCIÓN DE LA INTERCONEXIÓN CON RED.

Para la protección de la interconexión el inversor deberá incorporar las funciones de protección de máxima y mínima tensión y de máxima y mínima frecuencia, para evitar el funcionamiento en isla. Dicho inversor será el encargado de realizar mediante un contactor las maniobras automáticas de desconexión ante la pérdida de tensión o frecuencia en la red. El rearme del contactor será automático, una vez se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red.

12.2.2.4. DESCRIPCIÓN DE LA POSICIÓN Y DEL CONEXIONADO DE LOS MÓDULOS.

Se dispondrá de 20 subgeneradores de 324 módulos. Cada subgenerador estará formado por 18 cadenas de 18 módulos en serie. La conexión de los paralelos se realizará en 4 cajas de conexión en continua en grupos de 4 y 5 y en una caja general de conexión se realizará el paralelo de las cuatro cajas, previa a su conexión con el inversor.

Los módulos se conectarán entre sí usando los conectores Multicontact que disponen y entre las cadenas y la caja de conexión DC con cable de sección 6 mm². La conexión entre las cajas de conexión DC y las cajas generales de conexión se realizará con cable de sección 25 mm². Por último, la conexión entre las cajas generales de conexión y los inversores se realizará con cable de sección 70 mm².

Las estructuras donde irán alojados los módulos tendrán una inclinación de 30°. Estos se colocarán apaisados tal y como se muestran en la ilustración 3.



Ilustración 3. Estructura de sujeción de módulos fotovoltaicos.

12.2.3. CABLEADO Y CANALIZACIONES.

12.2.3.1. CONDUCTORES.

Los conductores a utilizar serán diferentes, en función de la intensidad y del nivel de tensión del sistema, así como si se trata de corriente continua o corriente alterna. Atendiendo a esto, se utilizarán cinco tipos de cables:

- Conductores unifilares situados al aire para la interconexión de los módulos de Cobre de 4 mm².
- Conductores unifilares H1Z2Z2-K, tensión asignada de 1,8 kV, 6 mm² de cobre para la interconexión de los string con las cajas de agrupamiento donde se realizará el paralelo de las cadenas en grupos de 4 y 5. Se agruparán por separado los positivos por un lado y los negativos por otro.
- Conductores unifilares H1Z2Z2-K, tensión asignada de 1,8 kV, 25 mm² de cobre para la interconexión de las cajas de agrupamiento con la caja de general de conexión. Se agruparán por separado los positivos por un lado y los negativos por otro.
- Conductores unifilares H1Z2Z2-K, tensión asignada de 1,8 kV, 70 mm² para la interconexión de la caja general de conexión con el inversor.
- Conductores de Cobre RVK 0,6/1kV de 240 mm² para la interconexión de los inversores con el centro de transformación.

Las características de los cables de conexión en corriente continua son las siguientes:

Designación: H1Z2Z2-K.

- Tensión asignada 1,8 kV.
- Adecuados para equipos de aislamiento clase II.
- Resistentes a temperaturas extremas -40° +90°.



- Resistentes a la intemperie: rayos UV, Ozono, absorción de agua.
- Cobre estañado.
- Cables de alta seguridad (AS): Libres de halógenos; no propagación de llama, no propagadores de fuego; baja emisión de humos; baja emisión de gases corrosivos.

Las características de los cables de corriente alterna son las siguientes:

Designación: RVK 0,6/1 kV.

- Cables fabricados con aislamiento de Polietileno Reticulado (XLPE) y cubierta de PVC.
- Fabricados según norma UNE 21123-2 / IEC-60502
- Designación: RV 0,6/1KV
- Cobre electrolítico flexible (Clase V) según UNE-EN 60228, EN 60228 e IEC 60228
- Aislamiento: Polietileno reticulado tipo DIX-3 (XLPE) s/UNE-21123-2
- Formación: Conductores cableados por capas concéntricas
- Cubierta: Compuesto de PVC tipo DMV-18 s/UNE-21123-2
- No propagación de la llama O.K. s/UNE-EN 60332-1-2
- Tensión nominal: 600/1.000 V
- Tensión de prueba: 3.500 V
- Inten. de cortocircuito: 5 s a 250°C
- Temp. de servicio: -15 a +90 °C
- Resistencia UV: ensayo climático según UNE 211605

12.2.3.2. CAJAS DE CONEXIÓN.

Existen dos tipos de cajas en la instalación, las cajas de agrupamiento de cadenas y la caja general de conexión del inversor.

1. Cajas de agrupamiento de cadenas.

Esta caja tendrá las siguientes características:

- Dimensiones: 500x400x160 mm (Norma IEC 61140)
- Tensión nominal: 1,5 kV
- Aislamiento clase II
- Rango de temperatura de instalación: -25°C + 60°C.
- Tensión de aislamiento: 1,8 kV conforme a EN 62208.
- Resistencia a golpes grado IK10.
- Grado de protección IP65.



- Tipo de material: Libre de halógenos según EN 60754-2.

Estas cajas estarán compuestas por los siguientes elementos:

a.- Diez fusibles en las cajas donde se agrupan cinco cadenas, y ocho fusibles en las cajas donde se agrupen 4 cadenas de las características indicadas en el capítulo 12.2.4.2.1.

b.- Diez bases portafusibles 10x38 25 A, una para el positivo y otra para el negativo de cada rama en las cajas donde se agrupen 5 cadenas y 8 bases portafusibles en las cajas donde se agrupen 4 cadenas de las características indicadas en el capítulo 12.2.4.2.1.

c.- Un descargador de sobretensiones de 2 polos con las características indicadas en el capítulo 12.2.4.2.2.

2. Caja general de conexión.

Esta caja tendrá las siguientes características:

- Dimensiones: 600x500x200 mm (Norma IEC 61140)
- Tensión nominal: 1,5 kV
- Aislamiento clase II
- Rango de temperatura de instalación: -25°C + 60°C.
- Tensión de aislamiento: 1,8 kV conforme a EN 62208.
- Resistencia a golpes grado IK10.
- Grado de protección IP65.
- Tipo de material: Libre de halógenos según EN 60754-2.

Estas cajas estarán compuestas por los siguientes elementos:

a.- Cuatro magnetotérmicos de 2 polos con las características indicadas en el capítulo 12.2.4.2.1.

b.- Un descargador de sobretensiones de 2 polos con las características indicadas en el capítulo 12.2.4.2.2.

12.2.3.3. CANALIZACIONES.

La canalización enterrada desde el inversor hasta el centro de transformación estará formada por una zanja formada por diez tubos rígidos, de 180 mm de diámetro, en el interior de cada tubo irán dos cables multipolares correspondientes a los circuitos de dos inversores, conforme a las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21.



Estos tubos partirán de las arquetas de los inversores y terminarán en la arqueta de entrada al centro de transformación, tal y como se muestra en el plano 5 del documento básico “PLANOS”.

Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse en función de cruces o derivaciones. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no.

Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 0,05 m y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 0,1 m de espesor que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones, estos deben de tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta de la existencia del cableado. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

12.2.4. PROTECCIONES.

12.2.4.1. GENERAL.

Las protecciones de la instalación se dimensionarán según la normativa. Se dispondrá un cuadro general de protección a la salida de la instalación y se equiparán en la instalación las medidas de protección contra cortocircuitos, derivaciones CC, sobretensiones, subtensiones, sobrefrecuencias y subfrecuencias, contactos directos e indirectos; así como la puesta a tierra según la normativa R.D. 842/2002 de 2 de agosto y R.D. RD 337/2014 de 9 de mayo por los que se articulan los reglamentos electrotécnicos de baja y alta tensión.

En el plano nº 7 del documento básico “PLANOS” se pueden ver todas las protecciones calculadas.



12.2.4.2. PROTECCIÓN DE LA RED DC.

El generador fotovoltaico se dotará de los dispositivos de protección frente a sobreintensidades y sobretensiones:

- Para la protección frente a sobretensiones se instalarán descargadores a la entrada y salida del inversor.
- La elección de dichos dispositivos se realizará de forma que exista una coordinación entre su nivel de protección y el nivel de aislamiento de los distintos elementos a proteger.
- Para la protección frente a sobreintensidades, el sistema se completará con el uso de fusibles y magnetotérmicos para limitar las corrientes que circulan por los diferentes conductores, en caso de cortocircuitos en las diferentes partes del generador.

12.2.4.2.1. PROTECCIÓN FRENTE A SOBREINTENSIDADES.

En el caso de los sistemas fotovoltaicos, los conceptos difieren de los normalmente empleados para redes convencionales de corriente alterna, por lo tanto, la protección de los equipos (cables y módulos) respecto a las sobreintensidades se debe tratar de forma particularizada. En el apartado 5.1.2 del anexo de cálculos se justifica la protección frente a sobreintensidades en las distintas partes de la red de continua.

Se instalará un fusible en el positivo y negativo de cada string fotovoltaico dentro de las cajas de agrupamiento de los subgeneradores e interruptores magnetotérmicos en las cajas generales de conexión, tal y como se indica el punto 11.2.3.2.

Los fusibles serán de uso general capaces de proteger frente a sobrecargas y cortocircuitos tipo gG de 16 A con las siguientes características principales:

- Intensidad nominal: 16 A.
- Tensión U_n : 1000 V.
- Poder de corte I_{cu} : 10 kA.
- $L/R = 2$ ms.

Los fusibles se colocarán en bases portafusibles 10x38 25 A con las siguientes características principales:

- Intensidad nominal I_n : 25 A.
- Tensión U_n : 1000 V.
- T_{ins} : 60°C.



- $L/R = 1 \text{ ms}$.

Los magnetotérmicos serán de dos 2 polos, estos tendrán las siguientes características principales:

- Intensidad nominal I_n : 63 A.
- Tensión U_n : 1000 V.
- Poder de corte I_{cs} : 10 kA.
- Capacidad última de cortocircuito I_{cu} : 40 kA

Los módulos, como medida adicional llevan integrados diodos de paso para evitar que un módulo defectuoso se convierta en carga de los demás y consuma parte de la energía que el resto produce.

12.2.4.2.2. PROTECCIÓN FRENTE A SOBRETENSIONES.

La parcela está situada en una zona con bajo nivel isoceraúnico, por lo que no será necesario la instalación de protección externa contra el rayo. Si se dispondrá de protección interna de los elementos de la instalación por la limitación de las sobretensiones mediante dispositivos de protección. Se instalarán descargadores de sobretensión en las cajas de agrupamiento de los subgeneradores y en las cajas generales de conexión. Las características de los descargadores de sobretensión serán las siguientes:

- Máx. tensión de servicio (tensión máxima del descargador) 1000 V DC.
- Corriente nominal de descarga I_{sn} 15 kA.
- Corriente máxima de descarga I_{cu} : 40 kA.
- Nivel de protección de tensión:
 - Modo común <3,9 kV tipo 2 L+/PE
 - Modo común <3,9 kV tipo 2 L-/PE
 - Modo diferencial <3,9 kV tipo 2 L+/L
- Clase de protección IP20.
- Clase II
- Rango temperatura $-40^{\circ}\text{C} \dots +85^{\circ}\text{C}$

12.2.4.3. PROTECCIÓN DE LA RED AC.

12.2.4.3.1. CUADRO GENERAL DE BAJA TENSIÓN.

Los cuadros de baja tensión de conexión al centro de transformación estarán ubicados en el edificio prefabricado del centro de transformación. En estos cuadros se conectan todos los circuitos que provienen de los inversores. En dichos cuadros se instalarán 20 interruptores



magnetotérmicos diferenciales de 4 P 200A, 400 V, con poder de corte de 50 kA curva B+C y de sensibilidad de 300 mA. A fin de evitar disparos intempestivos dicho diferencial será de alta inmunidad.

12.2.4.3.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBREFRECUENCIAS Y SUBFRECUENCIAS.

El inversor dispondrá de protecciones contra sub y sobrefrecuencias según las exigencias reglamentarias. En tal caso, el inversor desconectará el generador fotovoltaico de la red, hasta que las condiciones vuelvan a ser las adecuadas.

Las protecciones del inversor por frecuencia desconectaran la instalación de la red según lo especificado en la ITC-BT-40 apartado 7, de manera que:

- El relé de frecuencia actuará cuando la frecuencia sea inferior a 49 Hz o superior a 51 Hz por más de 5 ciclos.

12.2.4.4. PROTECCIÓN DE PERSONAS.

Para la seguridad de las personas según norma UNE-HD 60364-7-712 sobre sistemas de alimentación solar fotovoltaica, la medida principal de protección de personas es el aislamiento doble o reforzado. El material eléctrico, por ejemplo, los módulos fotovoltaicos, sistemas de canalización (por ejemplo, caja de conexiones, cables) utilizados en corriente continua (hasta los medios de conexión en corriente continua del inversor fotovoltaico) deben ser de aislamiento clase II o equivalente.

Además, se considerarán las siguientes medidas adicionales para la protección de las personas:

- Configuración flotante del generador: Esto garantiza la protección frente a contactos directos, al circular por la persona corrientes de muy baja intensidad; y la protección frente a contactos indirectos, ya que, en un primer defecto, la corriente de fallo es prácticamente nula y por tanto muy bajo el potencial que adquieren las masas.
- Controlador permanente de aislamiento. La protección anterior está asegurada siempre que la resistencia de aislamiento este por encima de un determinado valor. Un primer defecto en la instalación dejaría ésta sin efectividad. Para evitar esta situación, se instalará un controlador permanente de aislamiento que dará una alarma si la resistencia de aislamiento cae por debajo del nivel de ajuste, cuyo valor no será inferior a 5000Ω .
- Puesta a tierra de las masas. Todas las masas metálicas de la red de corriente continua estarán interconectadas a través del conductor de protección y colectivamente puestas



a tierra. Las condiciones de un segundo defecto serán por tanto las de un cortocircuito de la zona afectada del generador. Al ser las corrientes de cortocircuito similares a las nominales del generador, mediante esta disposición el potencial de las masas en un segundo defecto también sería despreciable.

12.2.4.5. RED DE TIERRAS.

La red de tierras del generador fotovoltaico tiene como objetivos:

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

La instalación contra rayos y puesta a tierra se construirá según normas y reglas VDE y DIN, aplicando piezas de construcción según normas DIN48801 hasta 48852. Se dejará completa y lista para el servicio.

Además de todas estas medidas de protección se tomarán todas aquellas medidas que sean necesarias encaminadas a hacer la instalación intrínsecamente segura contra el daño de las personas y a los equipos que la componen, se contará con las protecciones que incorporan los inversores fotovoltaicos para conexión a red. Los fabricantes de estos equipos cumplirán con las normativas europeas vigentes

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

- Se tratará de un cable de cobre desnudo, de 50 mm² de sección, el cual discurrirá siguiendo el trazado de las zanjas de corriente continua. Se instalará a una profundidad mínima de 80 cm sobre la rasante. A este cable se conectarán, en diferentes puntos y mediante cable aislado de las mismas características indicadas, las estructuras soportes de los módulos, así como todos los elementos metálicos con posibilidad de entrar en contacto con partes activas de la instalación.
- En el centro de transformación, se dispondrá de una arqueta de verificación de tierras.



12.2.4.5. SISTEMA DE MONITORIZACIÓN.

El sistema de control y monitorización de la instalación debe mostrar y almacenar una serie de datos relacionados con el estado de la instalación en cualquier momento.

Está dividido en tres subsistemas principales:

- Subsistema de adquisición: Está formado por los elementos que reciben los valores de cada una de las variables a medir y las transforman en señales de tensión (rango mV) o de intensidad (rango mA).

- Subsistema de transmisión: Está formado por los elementos de conexión entre el subsistema de adquisición y el equipo donde se va a realizar el tratamiento de los datos adquiridos. Esta conexión puede ser local (vía RS-485 o bien onda portadora) o remota (vía módem).

- Subsistema de tratamiento de la información: Estará formado por el equipo PC que recibirá vía local o remota la información procedente del subsistema de adquisición.

La colocación de los contadores estará de acuerdo al R.E.B.T. Los puestos de los contadores estarán señalizados de forma indeleble, de manera que la asignación al titular de la instalación quede patente sin lugar a confusión. Además, estará indicado si se trata de un contador de entrada de energía procedente de la empresa distribuidora o de un contador de salida de energía de la instalación fotovoltaica. Los contadores estarán ajustados a la normativa metrológica vigente.

Las características del equipo de medida de salida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentre entre el 50 por 100 de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.

12.2.4.6. SISTEMAS DE MEDIDA.

La medida de energía de la planta solar fotovoltaica se realizará en una celda de medida de Alta tensión.

Para la medida de los servicios auxiliares, se utilizará un contador normalizado por la compañía y cumplirá con la normativa vigente.



13. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

13.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES.

El centro de transformación objeto del presente proyecto será prefabricado de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envoltente metálica según norma UNE-EN 62271-200. Estará compuesto por los siguientes elementos:

- 2 celdas de línea, una para la entrada, y la otra para la salida (en bucle).
- 1 celda de seccionamiento.
- 1 celda de medida.
- 2 celdas de protección interruptores automáticos (una por cada transformador).
- 2 transformadores de 1000 kVA.
- 2 cuadros de baja tensión con 10 salidas.

La acometida al mismo será subterránea, alimentando al centro mediante una red de Media Tensión, y el suministro de energía se efectuará a una tensión de servicio de 20 kV y una frecuencia de 50 Hz.

* CARACTERÍSTICAS CELDAS SM6

Las celdas a emplear serán de la serie SM6 de Schneider Electric, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envoltente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

- a) Compartimento de aparellaje.
- b) Compartimento del juego de barras.
- c) Compartimento de conexión de cables.
- d) Compartimento de mando.



e) Compartimento de control.

No es objeto de este proyecto el cálculo de la línea que por potencia de la planta habría que construir para el transporte y evacuación de la energía. Esta línea tendrá una tensión de 20 kV. Se tendrían que pedir permisos de paso, colocando los apoyos en los límites de parcela con el fin de no ocupar un espacio necesario para el propietario.

serie 24 kV														
Potencia (kVA)		25	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Pérdidas nominales (W)	En vacío	88	145	260	375	530	750	1030	1150	1400	1750	2200	2700	3200
	Debidas a la carga (75°C)	700	1100	1750	2350	3250	4600	6500	8400	10500	13500	17000	21000	26500
Pérdidas máx para el cálculo de la supf. de ventilación, (W)		845	1492	2406	3259	4520	6397	9006	11440	14259	18277	23012	28407	35619
Rendimiento	Cos $\varphi=1$	A plena carga	96,94	97,57	98,03	98,33	98,51	98,68	98,82	98,82	98,79	98,81	98,83	98,83
		A 1/2 de plena carga	97,94	98,35	98,62	98,81	98,94	99,06	99,16	99,19	99,20	99,19	99,20	99,21
	Cos $\varphi=0,8$	A plena carga	96,21	96,98	97,55	97,92	98,15	98,36	98,53	98,53	98,50	98,52	98,54	98,54
		A 1/2 de plena carga	97,44	97,94	98,29	98,52	98,68	98,83	98,96	98,99	99,00	99,00	99,02	99,03
Caída de tensión, a plena carga	Cos $\varphi=1$	2,84	2,26	1,81	1,54	1,37	1,22	1,11	1,22	1,22	1,25	1,24	1,22	1,23
	Cos $\varphi=0,8$	3,96	3,77	3,57	3,43	3,33	3,25	3,17	4,47	4,47	4,49	4,48	4,47	4,47
Potencia acústica máx dB(A)		48	50	54	57	60	63	65	66	68	69	71	73	76
Grupo de conexión		Yzn11				Dyn11								
Tensión de cortocircuito (%)		4							6					

Ilustración 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ELÉCTRICAS. Transformadores según norma UNE 21428-1.

13.2. OBRA CIVIL.

13.2.1. LOCAL.

El Centro estará ubicado en una caseta o envoltente independiente destinada únicamente a esta finalidad. En ella se ha instalado toda la aparamenta y demás equipos eléctricos.

Para el diseño de este centro de transformación se han observado todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

13.2.2. EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN.

El edificio prefabricado de hormigón está formado por los siguientes componentes principales: uno que aglutina la base y las paredes, otro que forma la solera y uno tercero que forma el techo. La estanquidad queda garantizada por el empleo de juntas de goma esponjosa.

Estas piezas son construidas en hormigón armado, con una resistencia característica de 300 kg/cm². La armadura metálica se une entre sí mediante latiguillos de cobre y a un colector de tierras, formando una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro.



Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10.000 Ω respecto de la tierra de la envolvente.

Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

En la base de la envolvente irán dispuestos, tanto en el lateral como en la solera, los orificios para la entrada de cables de Alta y Baja Tensión.

13.2.3. CIMENTACIÓN.

Para la ubicación del centro de transformación prefabricado se realizará una excavación, cuyas dimensiones dependen del modelo seleccionado, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de unos 10 cm. de espesor.

La ubicación se realizará en un terreno que sea capaz de soportar una presión de 1 kg/cm², de tal manera que los edificios o instalaciones anejas al CT y situadas en su entorno no modifiquen las condiciones de funcionamiento del edificio prefabricado.

13.2.4. SOLERA, PAVIMENTO Y CERRAMIENTOS EXTERIORES.

Todos estos elementos están fabricados en una sola pieza de hormigón armado, según indicación anterior. Sobre la placa base, ubicada en el fondo de la excavación, y a una determinada altura se sitúa la solera, que descansa en algunos apoyos sobre dicha placa y en las paredes, permitiendo este espacio el paso de cables de MT y BT, a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

En el hueco para transformador se disponen dos perfiles en forma de "U", que se pueden desplazar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los agujeros para los cables de MT, BT y tierras exteriores.

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso a peatones, puertas de transformador y rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero galvanizado. Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de evitar aperturas intempestivas de las mismas y la violación del centro de transformación. Las puertas estarán abisagradas para que se puedan abatir 180° hacia el exterior, y se podrán mantener en la posición de 90° con un retenedor metálico. Las rejillas están formadas por



laminas en forma de "V" invertida, para evitar la entrada de agua de lluvia en el centro de transformación, y rejilla mosquitera, para evitar la entrada de insectos.

Los CT tendrán un aislamiento acústico de forma que no transmitan niveles sonoros superiores a los permitidos en las Ordenanzas Municipales y/o distintas legislaciones de la Comunidad Autónoma de Andalucía.

13.2.5. CUBIERTA.

La cubierta está formada por piezas de hormigón armado, habiéndose diseñado de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre ésta, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.

13.2.6. PINTURAS.

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica o epoxy, haciéndolas muy resistentes a la corrosión causada por los agentes atmosféricos.

13.2.6. VARIOS.

El índice de protección presentado por el edificio es:

- Edificio prefabricado: IP 23.
- Rejillas: IP 33.

Las sobrecargas admisibles son:

- Sobrecarga de nieve: 250 kg/m².
- Sobrecarga de viento: 100 kg/m² (144 km/h).
- Sobrecarga en el piso: 400 kg/m².

13.3. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.

13.3.1. RED ALIMENTACIÓN.

La red de la cual se alimenta el centro de transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según lista 2 (ITC-RAT 12), y una frecuencia de 50 Hz. La potencia de cortocircuito máxima de la red de alimentación será de 500 MVA, según datos proporcionados por la Compañía suministradora.

13.3.2. APARAMENTA A.T.

Las celdas son modulares con aislamiento y corte en SF6, cuyos embarrados se conectan de forma totalmente apantallada e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad,



inundación, etc.). La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda y los accesos a los accionamientos del mando, y en la parte inferior se encuentran las tomas para las lámparas de señalización de tensión y panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

El embarrado de las celdas estará dimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar.

Las celdas cuentan con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así su incidencia sobre las personas, cables o aparataje del centro de transformación.

Los interruptores tienen tres posiciones: conectados, seccionados y puestos a tierra. Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada. Los enclavamientos pretenden que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

En las celdas de protección, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve, debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos.

Las características generales de las celdas son las siguientes, en función de la tensión nominal (U_n):

*** CARACTERÍSTICAS GENERALES CELDAS SM6**

- Tensión asignada: 24 kV.
- Tensión soportada entre fases, y entre fases y tierra:
 - a frecuencia industrial (50 Hz), 1 minuto: 50 kV ef.



- a impulso tipo rayo: 125 kV cresta.
- Intensidad asignada en funciones de línea: 400-630 A.
- Intensidad asignada en interrup. automat. 400-630 A.
- Intensidad asignada en ruptofusibles. 200 A.
- Intensidad nominal admisible durante un segundo: 16 kA ef.
- Valor de cresta de la intensidad nominal admisible: 40 KA cresta, es decir, 2,5 veces la intensidad nominal admisible de corta duración.
- Grado de protección de la envolvente: IP2X / IK08.
- Puesta a tierra.

El conductor de puesta a tierra estará dispuesto a todo lo largo de las celdas según UNE-EN 62271-200, y estará dimensionado para soportar la intensidad admisible de corta duración.

- Embarrado.

El embarrado estará sobredimensionado para soportar sin deformaciones permanentes los esfuerzos dinámicos que en un cortocircuito se puedan presentar y que se detallan en el apartado de cálculos.

CELDAS:

* CELDA DE LÍNEA

Celda Schneider Electric de interruptor-seccionador gama SM6, modelo IM, de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra en SF6.
- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco monofásico de sección máxima de 240 mm².



*** CELDA DE SECCIONAMIENTO.**

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada inferior y salida superior laterales por barras gama SM6, modelo CG-CM, de dimensiones: 750 mm de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA para conexión superior con celdas adyacentes.
- Interruptor-seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA., equipado con bobina de apertura a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Mando CS1 manual de acumulación de energía.
- Señalización mecánica de fusión fusibles.
- Seccionador de puesta a tierra de doble brazo sin poder de cierre.
- Embarrado de puesta a tierra.

*** CELDA DE PROTECCIÓN CON INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.**

Celda Schneider Electric de protección con interruptor automático gama SM6, modelo DM1A, de dimensiones: 750 mm. de anchura, 1.220 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolares de 400 A para conexión superior e inferior con celdas adyacentes.
- Seccionador en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Mando CS1 manual.
- Interruptor automático de corte en SF6 (hexafluoruro de azufre) tipo Fluarc SF1, tensión de 24 kV, intensidad de 400 A y poder de corte de 16 KA, equipado con bobina de apertura a emisión de tensión a 220 V 50 Hz.
- Mando RI manual.
- Relé Sepam S20 destinado a la protección general o a transformador. Dispondrá de las siguientes protecciones y medidas:
 - Máxima intensidad de fase (50/51) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente.
 - Máxima intensidad de defecto a tierra (50N/51N) con un umbral bajo a tiempo dependiente o independiente y de un umbral alto a tiempo independiente.
 - Medida de las distintas corrientes de fase.
 - Medida de las corrientes de apertura (I1, I2, I3, Io).



El correcto funcionamiento del relé estará garantizado por medio de un relé interno de autovigilancia del propio sistema. Tres pilotos de señalización en el frontal del relé indicarán el estado del Sepam (aparato en tensión, aparato no disponible por inicialización o fallo interno, y piloto 'trip' de orden de apertura).

El Sepam es un relé indirecto alimentado por batería+cargador.

Dispondrá en su frontal de una pantalla digital alfanumérica para la lectura de las medidas, reglajes y mensajes.

- Embarrado de puesta a tierra.
- Seccionador de puesta a tierra inferior con poder de cierre a través del interruptor automático.
- Enclavamiento por cerradura tipo E24 impidiendo el cierre del seccionador de puesta a tierra y el acceso al compartimento inferior de la celda en tanto que el disyuntor general B.T. no esté abierto y enclavado. Dicho enclavamiento impedirá además el acceso al transformador si el seccionador de puesta a tierra de la celda DM1A no se ha cerrado previamente.

* CELDA DE MEDIDA.

Celda Schneider Electric de medida de tensión e intensidad con entrada y salida inferior por cable gama SM6, modelo GBC2C, de dimensiones: 750 mm de anchura, 1.038 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juegos de barras tripolar de 400 A y 16 kA.
- Entrada y salida por cable seco.
- 3 Transformadores de intensidad de relación 30-60/ 5 A cl.10VA CL. 0.5S, Ith= 200 In, gama extendida al 150% y aislamiento 24 kV.
- 3 Transformadores de tensión unipolares, de relación 22000: V3/110: V3 10VA CL. 0.2, potencia a contratar de 2000 kW, Ft= 1,9 y aislamiento 24 kV.

TRANSFORMADOR

Será una máquina trifásica reductora de tensión, referencia TRFAC1000-20, siendo la tensión entre fases a la entrada de 20 kV y la tensión a la salida en vacío de 420V entre fases y 242V entre fases y neutro (*).

Los transformadores tendrán el neutro accesible en baja tensión y refrigeración natural (ONAN), marca Schneider Electric, en baño de aceite mineral.



La tecnología empleada será la de llenado integral a fin de conseguir una mínima degradación del aceite por oxidación y absorción de humedad, así como unas dimensiones reducidas de la maquina y un mantenimiento mínimo.

Sus características mecánicas y eléctricas se ajustarán a la Norma UNE 21428 y al Reglamento Europeo (UE) 548/2014 de ecodiseño de transformadores, siendo las siguientes:

- Potencia nominal: 1000 kVA.
- Tensión nominal primaria: 20.000 V.
- Regulación en el primario: +/-2,5%, +/-5%, +10%.
- Tensión nominal secundaria en vacío: 420 V.
- Tensión de cortocircuito: 6 %.
- Grupo de conexión: Dyn11.
- Nivel de aislamiento:
 - Tensión de ensayo a onda de choque 1,2/50 s 125 kV.
 - Tensión de ensayo a 50 Hz, 1 min, 50 kV.

(*) Tensiones según:

- UNE 21301

- UNE 21428

La conexión entre las celdas A.T. y el transformador se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco y terminales enchufables, con un radio de curvatura mínimo de $10(D+d)$, siendo "D" el diámetro del cable y "d" el diámetro del conductor.

13.3.3. APARAMENTA B.T.

El cuadro de baja tensión tipo UNESA posee en su zona superior un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar que evita la entrada de agua al interior. Dentro de este compartimento existen 4 pletinas deslizantes que hacen la función de seccionador. Más abajo existe un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida (4). Esta protección se encomienda a interruptores automáticos magnetotérmicos diferenciales de 4 P 200A, 400 V, curva B+C, con poder de corte de 50 kA y de sensibilidad de 300 mA. A fin de evitar disparos intempestivos. Dicho diferencial será de alta inmunidad.



Cuando son necesarias más de 4 salidas en B.T. se permite ampliar el cuadro reseñado mediante módulos de las mismas características, pero sin compartimento superior de acometida.

La conexión entre el transformador y el cuadro B.T. se realiza mediante conductores unipolares de aluminio, de aislamiento seco 0,6/1 kV sin armadura. Las secciones mínimas necesarias de los cables estarán de acuerdo con la potencia del transformador y corresponderán a las intensidades de corriente máximas permanentes soportadas por los cables. El circuito se realizará con cables de 240 mm².

Se instalará un equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en las celdas A.T.

13.4. MEDIDA DE LA ENERGÍA ELÉCTRICA DE LA PLANTA SOLAR.

La medida de energía se realizará mediante un cuadro de contadores, que alojará un contador, conectado al secundario de los transformadores de intensidad y de tensión de la celda de medida.

El cuadro de contadores estará formado por un armario de doble aislamiento de HIMEL modelo PLA-753/AT-ID de dimensiones 750 mm de alto x 500 mm de ancho y 320 mm de fondo, equipado de los siguientes elementos:

- Contador electrónico de energía eléctrica clase 0,5 con medida:
 - Activa: bidireccional.
 - Reactiva: dos cuadrantes.
 - Registrador local de medidas con capacidad de lectura directa de la memoria del contado.
- Registro de curvas de carga horaria y cuarto horaria.
- Modem para comunicación remota.
 - Regleta de comprobación homologada.
 - Elementos de conexión.
 - Equipos de protección necesarios.



13.5. PUESTA A TIERRA.

13.5.1. TIERRA DE PROTECCIÓN.

Se conectarán a tierra todas las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente: envolventes de las celdas y cuadros de baja tensión, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio. No se unirán las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior.

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

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo, y conectará a tierra los elementos descritos anteriormente.

13.5.2. TIERRA DE SERVICIO.

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en baja tensión, debido a faltas en la red de alta tensión, el neutro del sistema de baja tensión se conectará a una toma de tierra independiente del sistema de alta tensión, de tal forma que no exista influencia de la red general de tierra.

La tierra interior de servicio se realizará con cable de 50 mm² de cobre aislado 0,6/1 kV.

13.6. INSTALACIONES SECUNDARIAS.

13.6.1. ALUMBRADO.

En el interior del centro de transformación se instalará un mínimo de dos puntos de luz, capaces de proporcionar un nivel de iluminación suficiente para la comprobación y maniobra de los elementos del mismo. El nivel medio será como mínimo de 150 lux.

Los focos luminosos estarán colocados sobre soportes rígidos y dispuestos de tal forma que se mantenga la máxima uniformidad posible en la iluminación. Además, se deberá poder efectuar la sustitución de lámparas sin peligro de contacto con otros elementos en tensión.

El interruptor se situará al lado de la puerta de entrada, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la alta tensión.

Se dispondrá también un punto de luz de emergencia de carácter autónomo que señalará los accesos al centro de transformación.



13.6.2. PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS.

Si va a existir personal itinerante de mantenimiento por parte de la compañía suministradora, no se exige que en el centro de transformación haya un extintor. En caso contrario, se incluirá un extintor de eficacia 89B.

La resistencia ante el fuego de los elementos delimitadores y estructurales será RF-240 y la clase de reacción al fuego de materiales de suelos, paredes y techos será A1 según la clasificación europea de los productos para la construcción.

13.6.3. VENTILACIÓN.

La ventilación del centro de transformación se realizará de modo natural mediante rejillas de entrada y salida de aire dispuestas para tal efecto, siendo la superficie mínima de la rejilla de entrada de aire en función de la potencia del mismo.

Estas rejillas se construirán de modo que impidan el paso de pequeños animales, la entrada de agua de lluvia y los contactos accidentales con partes en tensión si se introdujeran elementos metálicos por las mismas.

13.6.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD.

Las celdas dispondrán de una serie de enclavamientos funcionales descritos a continuación:

- Sólo será posible cerrar el interruptor con el interruptor de tierra abierto y con el panel de acceso cerrado.
- El cierre del seccionador de puesta a tierra sólo será posible con el interruptor abierto.
- La apertura del panel de acceso al compartimento de cables sólo será posible con el seccionador de puesta a tierra cerrado.
- Con el panel delantero retirado, será posible abrir el seccionador de puesta a tierra para realizar el ensayo de cables, pero no será posible cerrar el interruptor.

Las celdas de entrada y salida serán de aislamiento integral y corte en SF₆, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, evitando de esta forma la pérdida del suministro en los centros de transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del centro de transformación.



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

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

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

La puerta de acceso al CT llevará el Lema Corporativo y estará cerrada con llave.

Las puertas de acceso al CT y, cuando las hubiera, las pantallas de protección llevarán el cartel con la correspondiente señal triangular distintiva de riesgo eléctrico.

En un lugar bien visible del CT se situará un cartel con las instrucciones de primeros auxilios a prestar en caso de accidente.

Salvo que en los propios aparatos figuren las instrucciones de maniobra, en el CT, y en lugar bien visible habrá un cartel con las citadas instrucciones.

Deberán estar dotados de bandeja o bolsa portadocumentos.

Para realizar maniobras en A.T. el CT dispondrá de banqueta o alfombra aislante, guantes aislante y pértiga.

14. PLAZO DE EJECUCIÓN DE LA OBRA.

La puesta en marcha de las instalaciones recogidas en este proyecto, se estima en 7 meses, comenzando la obra el lunes 11 de enero de 2021, y finalizando estas el lunes 19 de julio de 2021.

Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
Instalación PSFV (Planta Solar Fotovoltaica) Jaén de 2232,8 kWp conectada a red	136 días	lun 11/01/21	lun 19/07/21	
Excavaciones y cimentación	72 días	lun 11/01/21	mar 20/04/21	
Excavación de pozos de cimentación y foso de C.T.	5 días	lun 11/01/21	vie 15/01/21	
Excavación de zanjas de canalizaciones DC Y AC	60 días	lun 11/01/21	vie 02/04/21	2CC



Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras
Ejecución cimentación de placas de anclaje de estructura	65 días	mié 20/01/21	mar 20/04/21	3FC-53 días
Montaje de puesta a tierra del C.T.	3 días	lun 18/01/21	mié 20/01/21	2
Colocación de edificio prefabricado C.T.	1 día	lun 18/01/21	lun 18/01/21	2
Acerado perimetral C.T.	1 día	mar 19/01/21	mar 19/01/21	6
Instalación de estructura y módulos	75 días	mié 10/02/21	mar 25/05/21	
Fijación y montaje de estructura	50 días	mié 10/02/21	mar 20/04/21	4FC-50 días
Montaje e instalación de módulos fotovoltaicos	25 días	mié 21/04/21	mar 25/05/21	9
Cableado y conexionado	20 días	mié 26/05/21	mar 22/06/21	
Cableado y conexionado DC	20 días	mié 26/05/21	mar 22/06/21	10
Cableado y conexionado AC	18 días	mié 26/05/21	vie 18/06/21	12CC
Montaje y conexionado de cajas de string	15 días	mié 26/05/21	mar 15/06/21	12CC
Montaje y conexionado de inversores	10 días	mié 26/05/21	mar 08/06/21	12CC
Montaje y conexionado cajas de automáticos AC	5 días	mié 26/05/21	mar 01/06/21	12CC
Conexionado de cuadros de B.T. en C.T.	3 días	mié 26/05/21	vie 28/05/21	12CC
Montaje y conexionado de M.T.	1 día	mié 26/05/21	mié 26/05/21	12CC
Realización de pruebas y puesta en servicio	19 días	mié 23/06/21	lun 19/07/21	
Realización de pruebas	14 días	mié 23/06/21	lun 12/07/21	12
Puesta en marcha de planta	5 días	mar 13/07/21	lun 19/07/21	20

Tabla 8. Tareas a realizar en el proyecto.

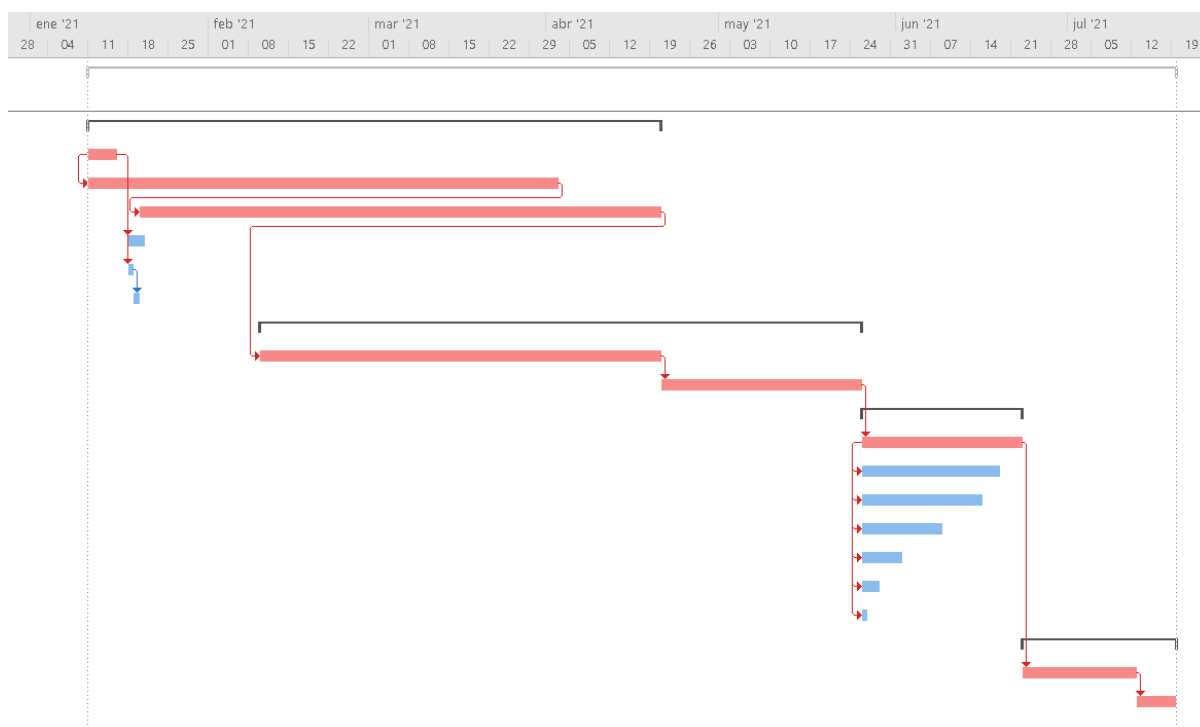


Ilustración 5. Diagrama de Gant.



15. ORDEN DE PRIORIDAD ENTRE DOCUMENTOS BÁSICOS.

Se establece el siguiente orden de prioridad entre documentos básicos:

1. Planos.
2. Pliego de condiciones.
3. Presupuesto.
4. Memoria.

16. PRESUPUESTO DE CONTRATA.

El presupuesto de contrata de la obra está estimado en 2.335.457,55€ IVA INCLUIDO (DOS MILLONES TRESCIENTOS TREINTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SIETE EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS).

Jaén, Septiembre de 2020

Fdo. Macarena Ortega Pérez



ANEXO N.º1: CÁLCULOS



ÍNDICE

1. DIMENSIONADO	1
2. INCLINACIÓN Y SEPARACIÓN DE LOS MÓDULOS.	5
3. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES EN LA RED DE DC.	6
3.1. CABLEADO DESDE CADENA HASTA CAJA DE AGRUPAMIENTO.	7
3.1.1. CRITERIO POR INTENSIDAD ADMISIBLE.	7
3.1.2. CRITERIO POR CAÍDA DE TENSIÓN.	8
3.1.3. ELECCIÓN DEL CONDUCTOR.	9
3.2. CABLEADO DESDE CAJA DE AGRUPAMIENTO HASTA CAJA GENERAL DE CONEXIÓN.	10
3.2.1. CRITERIO POR INTENSIDAD ADMISIBLE.	11
3.2.2. CRITERIO POR CAÍDA DE TENSIÓN.	12
3.3. CABLEADO DESDE CAJA GENERAL DE CONEXIÓN HASTA EL INVERSOR.	12
3.3.1. CRITERIO POR INTENSIDAD ADMISIBLE.	12
3.3.2. CRITERIO POR CAÍDA DE TENSIÓN.	13
4. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES EN LA RED DE AC.	13
4.1. CRITERIO POR INTENSIDAD ADMISIBLE.	13
4.2. CRITERIO POR CAÍDA DE TENSIÓN.	17
4.3. CRITERIO POR CORTOCIRCUITO.	18
5. CÁLCULO DE PROTECCIONES.	20
5.1. PROTECCIONES EN LA RED DE DC.	20
5.1.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.	20
5.1.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y SOBREINTENSIDADES.	21
5.2. PROTECCIONES EN LA RED DE AC.	26
5.2.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.	26
5.2.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y SOBREINTENSIDADES.	26
6. CÁLCULOS DE C.T.	27
6.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.	28
6.1.1. INTENSIDAD PRIMARIA.	28



6.1.2. INTENSIDAD SECUNDARIA.	28
6.1.3. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.	29
6.1.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.	30
6.1.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.	31
6.2. CÁLCULOS MECÁNICOS.	32
6.2.1. VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.	32
6.3. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.	34
6.4. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA GENERAL.	35
6.4.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO. RESISTIVIDAD.	35
6.4.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.	36
6.4.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN	36
6.4.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.	36
6.4.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO QUE APARECEN EN LA INSTALACIÓN.	37
6.4.6. COMPROBACIÓN CON LOS VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PASO UP, CONTACTO UC Y UPACC.	38
6.4.7. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.	39
6.4.8. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL UTILIZANDO EN SU CASO MEDIDAS ADICIONALES.	41
6.4.9. COMPROBACIONES Y VERIFICACIONES IN SITU UNA VEZ TERMINADA LA INSTALACIÓN	41
6.4.10. RESULTADOS DE CÁLCULO	42



1. DIMENSIONADO

Dadas las dimensiones de la planta se ha optado por una configuración de inversores de 100 kW, en lugar de un solo inversor central, ya que, aunque las labores de mantenimiento pueden resultar más laboriosas, en caso de que algún inversor sufra alguna avería, solo se vería afectada la parte de la instalación asociada al inversor averiado, el resto seguiría funcionando.

El primer paso para dimensionar la planta, es escoger el tipo de módulo e inversor a instalar, en este caso, el tipo de módulo escogido es el Canadian KuMax CS3U-360P y el inversor SUNNY HIGHPOWER PEAK3, modelo Sunny Highpower 100-20.

Para el cálculo de módulos en serie y paralelo que pueden ser conectados a un inversor, se han de tener en cuenta las siguientes expresiones:

1. Potencia nominal de entrada del inversor

$$P_{INV,DC} = F_S \cdot P_{M,MOD,STC} \cdot N_{ms} \cdot N_{mp}$$

Donde:

F_S : Es el factor de dimensionado, depende de la zona climática, en Europa del sur oscila entre 0,85 y 1.

$P_{M,MOD,STC}$: Potencia del módulo en condiciones estándar de medida (W).

N_{ms} : Número de módulos en serie.

N_{mp} : Número de módulos en paralelo.

2. Intensidad máxima a la entrada del Inversor

$$I_{SC,GEN} \cong [I_{SC,MOD,STD} \cdot N_{mp}] \leq I_{INV,MAX,DC}$$

Donde:

$I_{SC,GEN}$: Intensidad de cortocircuito del generador fotovoltaico (A).

$I_{SC,MOD}$: Intensidad de cortocircuito del módulo (A).

N_{mp} : Número de módulos en paralelo.

$I_{INV,MAX,DC}$: Intensidad máxima de cortocircuito a la entrada del inversor (A).

Cuando las plantas fotovoltaicas se sitúan en lugares con alta irradiancia o bien la planta dispone de seguidores, se podría tener en cuenta un coeficiente de sobredimensionamiento.



Si se supera el valor de $I_{SC, GEN}$ se satura la entrada del inversor y el seguidor del PMP modifica su punto de trabajo.

3. Tensión máxima a la entrada (a $T_{mín}$)

$$V_{OC, GEN(T_C=Mínima)} \cong \left[V_{OC, MOD, STC} \cdot N_{ms} \right] \cdot \left[1 + \frac{CCT_{VOC}(\%)}{100} \cdot (T_{mín} - 25) \right] \leq V_{INV, Máx, DC}$$

$V_{OC, GEN (TC= Mínima)}$: Tensión en vacío del generador fotovoltaico a la temperatura mínima de operación de la célula (V).

$V_{OC, MOD, STC}$: Tensión en vacío del módulo en condiciones estándar de medida (V).

N_{ms} : Número de módulos en serie.

CCT_{VOC} : Coeficiente de tensión en vacío por temperatura (%).

$T_{mín}$: Temperatura mínima de operación de la célula (°C).

$V_{INV, Máx., DC}$: Tensión máxima a la entrada del inversor (V).

En ninguna circunstancia se deberá superar la tensión máxima de entrada del inversor, para ello se calculará el número de módulos en serie como máximo a instalar en función de la tensión en vacío del módulo fotovoltaico a la temperatura mínima de operación, ya que, la tensión disminuye a medida que aumenta la temperatura.

4. Límite inferior tensión PMP (a $T_{máx}$)

$$V_{M, GEN(T_C=Máxima)} \cong \left[V_{M, MOD, STC} \cdot N_{ms} \right] \cdot \left[1 + \frac{CCT_{VM}(\%)}{100} \cdot (T_{máx} - 25) \right] \geq V_{INV, Mín, PMP}$$

$V_{M, GEN (TC= Máxima)}$: Tensión en el punto de máxima potencia a la temperatura máxima de operación de la célula (V).

$V_{M, MOD, STC}$: Tensión en el punto de máxima potencia del módulo en condiciones estándar de medida (V).

N_{ms} : Número de módulos en serie.

CCT_{VM} : Coeficiente de temperatura de la tensión en el punto de máxima potencia.
(%).

$T_{máx}$: Temperatura máxima de operación de la célula (°C).

$V_{INV, Mín, PMP}$: Tensión mínima del rango de máxima potencia del inversor (V).



5. Límite superior tensión PMP (a T_{mín})

$$V_{M,GEN(T_C=Mínima)} \cong \left[V_{M,MOD,STC} \cdot N_{ms} \right] \cdot \left[1 + \frac{CCT_{VM}(\%)}{100} \cdot (T_{mín} - 25) \right] \leq V_{INV,Máx,PMP}$$

Donde:

$V_{M, GEN (TC= Mínima)}$: Tensión en el punto de máxima potencia a la temperatura mínima de operación de la célula (V).

$V_{M, MOD, STC}$: Tensión en el punto de máxima potencia del módulo en condiciones estándar de medida (V).

N_{ms} : Número de módulos en serie.

CCT_{VM} : Coeficiente de temperatura de la tensión en el punto de máxima potencia (%).

$T_{mín}$: Temperatura mínima de operación de la célula (°C).

$V_{INV, Máx, PMP}$: Tensión máxima del rango de máxima potencia del inversor (V).

La planta fotovoltaica debe trabajar en el rango de máxima potencia del inversor, por lo que la tensión en el punto de máxima potencia del generador fotovoltaico calculada a la temperatura máxima de operación debe ser superior a la tensión mínima del rango de tensión del punto de máxima potencia del inversor. Por otro lado, la tensión en el punto de máxima potencia del generador fotovoltaico calculada a la temperatura mínima de operación debe ser inferior a la tensión máxima del rango de tensión del punto de máxima potencia del inversor.

En el caso de no disponer del coeficiente de temperatura de la tensión en el punto de máxima potencia, se aproximará al coeficiente de temperatura de la tensión en vacío.

$$CCT_{VM} \approx CCT_{VOC}$$

Teniendo en cuenta las expresiones anteriores, y habiendo fijado la T_{máx} en 70 °C y la T_{mín} en -5°C, los resultados son los siguientes:

$$I_{SC,MOD,Tmáx} = 9,67 + 9,67 \cdot \frac{0,05}{100} \cdot (70^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) = 9,88 \text{ A}$$

$$9,88 \text{ A} \cdot N_{mp} \leq 180 \text{ A}$$

$$N_{mp} \leq \frac{180 \text{ A}}{9,88 \text{ A}}$$

$$N_{mp} \leq 18,20 \text{ módulos}$$



$$V_{OC,MOD,Tmin} = 47 + 47 \cdot \frac{0,29}{100} \cdot (25^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C})) = 51,09 \text{ V}$$

$$V_{OC,MOD,Tmin} \cdot N_{ms} \leq V_{INV,Máx,DC}$$

$$51,09 \text{ V} \cdot N_{ms} \leq 1000 \text{ V}$$

$$N_{ms} \leq \frac{1000 \text{ V}}{51,09 \text{ V}}$$

$$N_{ms} \leq 19,57 \text{ módulos}$$

$$V_{M,MOD,Tmin} = 39,6 + 47 \cdot \frac{0,29}{100} \cdot (25^{\circ}\text{C} - (-5^{\circ}\text{C})) = 43,69 \text{ V}$$

$$V_{OC,MOD,Tmin} \cdot N_{ms} \leq V_{INV,Máx,PMP}$$

$$43,69 \text{ V} \cdot N_{ms} \leq 1000 \text{ V}$$

$$N_{ms} \leq \frac{1000 \text{ V}}{43,69 \text{ V}}$$

$$N_{ms} \leq 22,88 \text{ módulos}$$

$$V_{M,MOD,Tmáx} = 39,6 - 47 \cdot \frac{0,29}{100} \cdot (70^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}) = 33,47 \text{ V}$$

$$V_{OC,MOD,Tmáx} \cdot N_{ms} \geq V_{INV,Mín,PMP}$$

$$33,47 \text{ V} \cdot N_{ms} \geq 590 \text{ V}$$

$$N_{ms} \geq \frac{590 \text{ V}}{33,47 \text{ V}}$$

$$N_{ms} \geq 17,63 \text{ módulos}$$

Por lo tanto, la configuración elegida es:

Valores de Nms y Nmp escogidos	
Módulos en paralelo	18
Módulos en serie	18
Nº total de módulos	324

Tabla 1. Configuración del generador fotovoltaico.

Las características del generador fotovoltaico a la entrada de un inversor para la configuración elegida son las siguientes:



T _c °C	V _{oc} (V)	I _{sc} (V)	V _m (V)	I _m (A)	P _m (W)
25	846	174,06	712,8	163,8	116640
70	735,597	177,97635	602,397	167,71635	97219,44
-5	919,602	171,4491	786,402	161,1891	129587,04

Tabla 2. Características del subgenerador fotovoltaico.

Se observa como el inversor soportaría una potencia de 116,64 kW en condiciones estándar de medida. Como este puede soportar una potencia pico de 150 kWp como máximo, está correctamente dimensionado. De hecho, conviene que esté sobredimensionado, ya que la planta fotovoltaica no funcionará en condiciones estándar (Temperatura ambiente de 25°C e irradiancia 1000 W/m²) a excepción de alguna ocasión puntual.

La siguiente tabla, muestra la potencia total del generador fotovoltaico.

Módulos en paralelo	18
Módulos en serie	18
Nº de Inversores	20
Nº total de módulos	6.480
Potencia total de la planta (kW)	2.332.800

Tabla 3. Potencia del generador fotovoltaico.

2. INCLINACIÓN Y SEPARACIÓN DE LOS MÓDULOS.

La eficiencia máxima de un panel solar se obtiene cuando los rayos del sol inciden perpendicularmente sobre él. El ángulo azimut (α) es el formado entre la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano del lugar; por lo que este ángulo nos determina la orientación. Para módulos orientados al Sur, α es 0°.

La inclinación viene determinada por el ángulo β , que es el ángulo formado por la superficie de los módulos con el plano horizontal. Para obtener el ángulo de inclinación se usará la ecuación de Charles R. Landau:

$$\beta = 3,1^\circ + (\varnothing * 0,76)$$

Donde:

$\varnothing$: Latitud del lugar (°).

La latitud en la ciudad de Jaén es de 37,773°, por lo que, resolviendo la ecuación anterior, la β es 31,81°.

Los módulos se instalarán en posición horizontal y en tandas de 3. La inclinación será de 30°. La separación mínima entre filas de estructuras se obtiene por la fórmula:

$$d = \frac{h}{\tan (61^{\circ} - \text{latitud})}$$

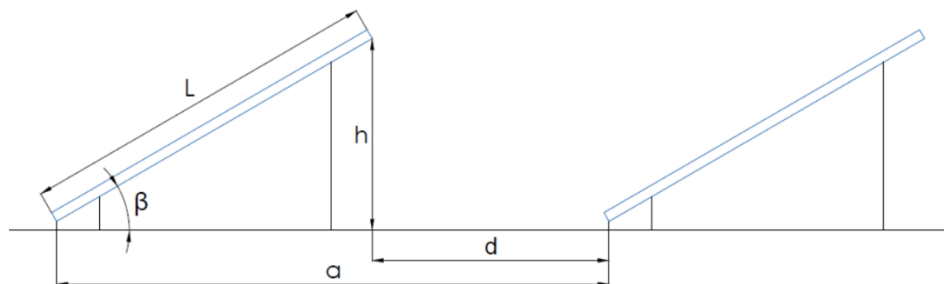


Ilustración 1. Representación gráfica de los parámetros d y h.

Donde h es la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la posterior (m).

Para la instalación realizada con inclinación de 30° , módulos de $200 \times 99,2$ cm. esta distancia h es:

$$h = 300 \times \sin 30^{\circ} = 150 \text{ cm}$$

La latitud en la ciudad de Jaén es de $37,773^{\circ}$. De acuerdo con el resultado obtenido la distancia mínima entre filas de módulos para evitar pérdidas por autosombreado no debe ser inferior a:

$$d = \frac{150}{\tan (61^{\circ} - 37,773^{\circ})} = 349,52 \text{ cm}$$

La distancia total mínima ocupada por una estructura de módulos es de:

$$a = 349,52 \text{ cm} + 300 \times \cos 30^{\circ} = 609 \text{ cm}$$

3. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES EN LA RED DE DC.

El cálculo del cableado está diseñado según el estándar europeo EN 50618 y el estándar internacional UNE 62930.

Los cables a utilizar en DC serán diferentes dependiendo de las corrientes del sistema. Por lo tanto, se seleccionarán tres tipos de cables:

- Conductor utilizado entre cadenas de módulos hasta la caja de agrupamiento.
- Conductor utilizado entre la caja de agrupamiento y la caja general de conexión.
- Conductor utilizado entre la caja general de conexión y el inversor.

Las longitudes serán las que se muestran en la Tabla 9.



Sector	AC/DC	Longitud máxima
Entre string y caja	DC	40 m
Entre caja y caja general	DC	80 m
Entre caja general e inversor	DC	1 m

3.1. CABLEADO DESDE CADENA HASTA CAJA DE AGRUPAMIENTO.

Para realizar la selección de este cable, se han tenido en cuenta dos criterios, el de intensidad admisible y el de caída de tensión. El cálculo de sección por cortocircuito es implícito al criterio de la intensidad admisible pues se partirá de la intensidad de cortocircuito para calcular la sección.

Según la norma UNE 60634-7-712, el cable de cada cadena hasta la caja de agrupamiento, en régimen permanente, debe soportar como mínimo 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en condiciones STC del módulo. En el apartado B2 de dicha norma, considera que bajo ciertas condiciones debe aumentarse el coeficiente 1,25. Se tomará 1,4 como valor de referencia.

Por otra parte, no existe ninguna normativa que exija una caída de tensión máxima en DC, aunque el PCT de Instalaciones Conectadas al Red del IDAE, recomienda que esta no supere el 1,5% en la red de continua.

Se agruparán positivos por un lado y negativos por otro, de manera que si se produjera un defecto de aislamiento tendrán una tensión similar siendo las consecuencias del defecto menores. Como se trata de corriente continua no hay inducciones entre conductores homopolares, ya que estas se producen por variaciones de corriente, algo propio de los sistemas de alterna. Esto está recogido en PCT de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE en su apartado 5.5.1: *“Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente”*.

3.1.1. CRITERIO POR INTENSIDAD ADMISIBLE.

La sección por intensidad admisible se calcula de acuerdo a la norma UNE EN 50618 y para los coeficientes correctores la norma UNE -HD-60364-5-52.

Tal como lo expresa la norma UNE 60634-7-712, el cable deberá soportar como mínimo 1,25 la intensidad de cortocircuito en condiciones STC del módulo. Se tomará el valor de 1,4.

La máxima corriente que entregará cada string, será la máxima corriente de cortocircuito ($I_{sc, STC}$): 9,67 A.

Se tendrán en cuenta los siguientes coeficientes:



- Por temperatura de 50 °C en intemperie (UNE-HD 60364-5-52, tabla B.52.14): 0,9.
- Por instalación fotovoltaica generadora:1,4
- Por agrupamiento de 5 circuitos agrupados al aire sobre una superficie (UNE-HD 60364-5-52, tabla B.52.17): 0,6.

Por lo tanto:

$$I_n > \frac{9,67 * 1,4}{0,9 * 0,6} = 25,07 A$$

Por lo tanto, el cable debe tener una corriente nominal igual o superior a 25,07 A.

3.1.2. CRITERIO POR CAÍDA DE TENSIÓN.

Se propone que la caída de tensión en este tramo no supere el 0,5%, con el objetivo de no superar una caída de tensión del 1,5% en la red de corriente continua, tal y como propone el IDAE. La sección se calcula mediante la siguiente ecuación:

$$S = \frac{2 * L * I_{MPPT}}{\gamma * \Delta U}$$

$$\Delta U (V) = U_{MPPT} * \frac{\Delta U\%}{100}$$

Donde:

S: Sección del conductor (mm²).

L: longitud del cable (m).

I_{MPPT}: Intensidad en el punto de máxima potencia (A).

γ: Conductividad del cobre (valor a 90°C): 45,5 m/ (Ω/mm²).

ΔU: Caída de tensión (V).

U_{MPPT}: Tensión en el punto de máxima potencia (V).

Debido a la ubicación y conexionado de los módulos, la longitud máxima de cableado necesario para una rama será de 40 m, a su vez, debe agregarse el propio conexionado de los módulos que se realiza con los propios terminales incluidos en el módulo fotovoltaico, cada módulo fotovoltaico tiene dos cables con terminales de 1,25 m. Por lo tanto, la longitud total del cableado para el conexionado de la cadena de 18 módulos en serie será igual a 2x1,25x18=45 m. Desde la cadena a la caja de agrupamiento existe una longitud total de 40 metros. La distancia 2L para la caída de tensión será igual:

$$2L = 2x40 m + 45 = 125 m$$



Por lo tanto, sabiendo que la tensión en el punto de máxima potencia es:

$$U_{MPPT} = 18 * 39,6 = 712,8 \text{ V}$$

Y considerando que el conductor es de cobre de 6 mm², la caída de tensión será:

$$\Delta U = \frac{125 * 9,1}{45,5 * 6} = 4,16 \text{ V} \quad \Delta U\% = \frac{4,16}{712,8} * 100 = 0,58 \%$$

3.1.3. ELECCIÓN DEL CONDUCTOR.

Teniendo en cuenta los dos criterios mencionados anteriormente, el conductor debe soportar una corriente de 25,07 A en régimen nominal.

Los cables irán cargados en contacto sobre una superficie, por lo tanto, en la Tabla 4 se puede apreciar que con una sección de 6 mm² es suficiente para cumplir por criterios térmicos ya que soporta una corriente de 57 A en régimen nominal.

La Tabla 4 se ha extraído de la norma UNE 50618: Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos. En dicha tabla se indican las intensidades admisibles para una temperatura ambiente del aire de 40 °C y para distintos métodos de instalación, agrupamientos y tipos de cables.



Sección nominal mm ²	Intensidad máxima admisible de acuerdo con el método de instalación		
	Un único cable al aire libre A	Un único cable sobre una superficie A	Dos cables cargados en contacto, sobre una superficie A
1,5	30	29	24
2,5	41	39	33
4	55	52	44
6	70	67	57
10	98	93	79
16	132	125	107
25	176	167	142
35	218	207	176
50	276	262	221
70	347	330	278
95	416	395	333
120	488	464	390
150	566	538	453
185	644	612	515
240	775	736	620
Temperatura ambiente: 60 °C (Para otras temperaturas ambiente véase tabla A.4). Temperatura máxima del conductor: 120 °C.			
NOTA El periodo de utilización previsto a una temperatura máxima del conductor de 120 °C y una temperatura ambiente máxima de 90 °C es de 20 000 h.			

Tabla 4. Intensidad máxima admisible de cables fotovoltaicos.

Para realizar la selección del cable se ha utilizado la norma UNE 50618: Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos. Por lo tanto, el cable seleccionado es H1Z2Z2-K, tensión asignada de 1,8 kV, 6 mm² Cu.

3.2. CABLEADO DESDE CAJA DE AGRUPAMIENTO HASTA CAJA GENERAL DE CONEXIÓN.

Para el tramo de conductor que conecta la caja de agrupamiento con la caja general de conexión, se tienen en cuenta las mismas consideraciones que para el caso del apartado anterior.

Según la norma UNE 60634-7-712, el cable de caja de agrupamiento hasta la caja general de conexión, en régimen permanente, debe soportar como mínimo 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en condiciones STC del módulo, multiplicado por la cantidad de cadenas en paralelo que llegan a la caja general de conexión. En el apartado B2 de dicha norma, considera que bajo ciertas condiciones debe aumentarse el coeficiente 1,25.



Por otra parte, no existe ninguna normativa que exija una caída de tensión máxima en DC, aunque el PCT de Instalaciones Conectadas al Red del IDAE, recomienda que esta no supere el 1,5% en la red de continua.

Se agruparán positivos por un lado y negativos por otro, de manera que si se produjera un defecto de aislamiento tendrán una tensión similar siendo las consecuencias del defecto menores. Como se trata de corriente continua no hay inducciones entre conductores homopolares, ya que estas se producen por variaciones de corriente, algo propio de los sistemas de alterna. Esto está recogido en PCT de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE en su apartado 5.5.1: *“Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán separados y protegidos de acuerdo a la normativa vigente”*.

3.2.1. CRITERIO POR INTENSIDAD ADMISIBLE.

La sección por intensidad admisible se calcula de acuerdo a la norma UNE EN 50618 y para los coeficientes correctores la norma UNE -HD-60364-5-52.

Tal como lo expresa la norma UNE 60634-7-712, el cable deberá soportar como mínimo 1,25 la intensidad de cortocircuito en condiciones STC del módulo. Se tomará el valor de 1,4.

Se tendrán en cuenta los siguientes coeficientes:

- Por temperatura de 50 °C en intemperie (UNE-HD 60364-5-52, tabla B.52.14): 0,9.
- Por instalación fotovoltaica generadora: 1,4.
- Por agrupamiento de 6 circuitos agrupados al aire sobre una superficie (UNE-HD 60364-5-52, tabla B.52.17): 0,57.

En la instalación se tienen dos tipos de caja de agrupamiento, las que agrupan 4 cadenas y las que agrupan 5 cadenas. Para homogeneizar el cableado, se ha decidido dimensionar todos los cables de manera que las cuatro cajas de agrupamiento tengan el mismo cableado hasta el inversor.

Por lo tanto:

$$I_n > \frac{9,67 * 5 * 1,4}{0,9 * 0,57} = 131,94 \text{ A}$$

Por lo tanto, el cable debe tener una corriente nominal igual o superior a 131,94 A.

En la Tabla 4 se puede apreciar que para una sección de 25 mm² la intensidad soportada es de 142 A superior a la corriente permitida



Para realizar la selección del cable se ha utilizado la norma UNE 50618: Cables eléctricos para sistemas fotovoltaicos. Por lo tanto, el cable seleccionado es H1Z2Z2-K, tensión asignada de 1,8 kV, 25 mm² Cu

3.2.2. CRITERIO POR CAÍDA DE TENSIÓN.

La caída de tensión para este tramo con una distancia L=80 metros tiene por valor:

$$\Delta U = \frac{2 * L * I_{MPPT} * 5}{\gamma * S} = \frac{2 * 80 * 9,1 * 5}{45,5 * 25} = 6,4$$

$$\Delta U\% = \frac{6,4}{712,8} * 100 = 0,89\%$$

3.3. CABLEADO DESDE CAJA GENERAL DE CONEXIÓN HASTA EL INVERSOR.

Para el tramo de conductor que conecta la caja general de conexión con el inversor, se tienen en cuenta las mismas consideraciones que para el caso del apartado anterior.

Según la norma UNE 60634-7-712, el cable de cada caja de agrupamiento hasta el inversor, en régimen permanente, debe soportar como mínimo 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en condiciones STC del módulo, multiplicado por la cantidad de cadenas en paralelo que llegan a la caja general de conexión. En el apartado B2 de dicha norma, considera que bajo ciertas condiciones debe aumentarse el coeficiente 1,25.

Por otra parte, no existe ninguna normativa que exija una caída de tensión máxima en DC, aunque el PCT de Instalaciones Conectadas al Red del IDAE, recomienda que esta no supere el 1,5% en la red de continua.

3.3.1. CRITERIO POR INTENSIDAD ADMISIBLE.

La sección por intensidad admisible se calcula de acuerdo a la norma UNE EN 50618 y para los coeficientes correctores la norma UNE -HD-60364-5-52.

Tal como lo expresa la norma UNE 60634-7-712, el cable deberá soportar como mínimo 1,25 la intensidad de cortocircuito en condiciones STC del módulo.

Se tendrán en cuenta los siguientes coeficientes:

- Por temperatura de 50 °C en intemperie (UNE-HD 60364-5-52, tabla B.52.14): 0,9.
- Por instalación fotovoltaica generadora: 1,4.

En las cajas generales de conexión se agrupan las 18 cadenas que forman un subgenerador.

Por lo tanto:



$$I_n > \frac{9,67 * 18 * 1,4}{0,9} = 270,76 \text{ A}$$

Por lo tanto, el cable debe tener una corriente nominal igual o superior a 270,76 A.

Para un conductor de 70 mm² la intensidad admisible según la tabla 4 es de 278 A superior a la requerida.

3.3.2. CRITERIO POR CAÍDA DE TENSIÓN.

La caída de tensión para este tramo con una distancia L=5 metros tiene por valor:

$$\Delta U = \frac{2 * L * I_{MPPT} * 18}{\gamma * S} = \frac{2 * 1 * 9,1 * 18}{45,5 * 70} = 0,10$$

$$\Delta U\% = \frac{0,10}{712,8} * 100 = 0,01\%$$

La caída de tensión global de los tres tramos es igual a:

$$\Delta U_T\% = 0,58\% + 0,89\% + 0,01\% = 1,48\%$$

4. SECCIÓN DE LOS CONDUCTORES EN LA RED DE AC.

Para realizar el cableado de corriente alterna entre la salida del inversor y el centro de transformación se han tomado como referencia tres criterios. En primer lugar, el criterio por corriente admisible, en segundo lugar, el criterio por caída de tensión y en tercer lugar el criterio por corriente cortocircuito.

4.1. CRITERIO POR INTENSIDAD ADMISIBLE.

La corriente máxima que circulará por el cable en régimen permanente será la máxima corriente que pueda entregar en AC el inversor. La misma se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} * U_L * \cos(\varphi)}$$

Donde

P_n : Potencia máxima del inversor en kW.

U_L : Tensión de línea de la red en kV.

$\cos(\varphi)$: Factor de potencia (su valor suele ser de 0,98).

Por lo tanto:



$$I_n = \frac{100 \text{ kW}}{\sqrt{3} * 0,4 * 0,98} = 147 \text{ A}$$

Para asegurar el correcto funcionamiento, (aplica el coeficiente de corrección de la ITC-BT 40 (1,25)), se definirá la corriente máxima de salida del inversor como:

$$I_{MÁX_{INV,AC}} = 1,25 * I_n$$

$$I_{MÁX_{INV,AC}} = 1,25 * 147 \text{ A} = 184 \text{ A}$$

La corriente nominal admisible, en régimen permanente, por un cable de determinada sección, material y asilamiento se especifica en el reglamento de baja tensión en la ITC-BT-07. Ésta debe ser corregida por algunos factores que tienen en cuenta la temperatura del terreno y el agrupamiento de circuitos.

En la Tabla 6 se muestran las corrientes admisibles para cables de baja tensión, con aislamiento XLPE o EPR.



Sección nominal del conductor mm ²	Método de instalación de la tabla B.52.1						
	A1	A2	B1	B2	C	D	D1
1	2	3	4	5	6	7	8
Cobre							
1,5	17	16,5	20	19,5	22	21	23
2,5	23	22	28	26	30	28	30
4	31	30	37	35	40	36	39
6	40	38	48	44	52	44	49
10	54	51	66	60	71	58	65
16	73	68	88	80	96	75	84
25	95	89	117	105	119	96	107
35	117	109	144	128	147	115	129
50	141	130	175	154	179	135	153
70	179	164	222	194	229	167	188
95	216	197	269	233	278	197	226
120	249	227	312	268	322	223	257
150	285	259	342	300	371	251	287
185	324	295	384	340	424	281	324
240	380	346	450	398	500	324	375
300	435	396	514	455	576	365	419
Aluminio							
2,5	19	18	22	21	24	22	
4	25	24	29	28	32	28	
6	32	31	38	35	41	35	
10	44	41	52	48	57	46	
16	58	55	71	64	76	59	64
25	76	71	93	84	90	75	82
35	94	87	116	103	112	90	98
50	113	104	140	124	136	106	117
70	142	131	179	156	174	130	144
95	171	157	217	188	211	154	172
120	197	180	251	216	245	174	197
150	226	206	267	240	283	197	220
185	256	233	300	272	323	220	250
240	300	273	351	318	382	253	290
300	344	313	402	364	440	286	326

NOTA En las columnas 3, 5, 6, 7 y 8, se supone que los conductores son circulares para un tamaño de hasta 16 mm² inclusive. Los valores indicados para mayores tamaños se refieren a conductores perfilados y pueden ser aplicados con seguridad a los conductores circulares.

Tabla 5. Capacidad en A para los diferentes métodos de instalación.

Se propone la utilización de un cable tetrapolar enterrado bajo tubo para conectar la salida del inversor con el centro de transformación.

En el presente caso, se tienen diez tubos en contacto y dos cables multipolares por tubo, por lo tanto, según la tabla 8 extraída de la la norma UNE 60364-5-52, el factor de agrupamiento será igual a 0,85.



A) Cables multipolares en conductos individuales				
Número de cables	Distancia entre conductos ^a			
	Nula (conductos en contacto)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90
7	0,57	0,76	0,80	0,88
8	0,54	0,74	0,78	0,88
9	0,52	0,73	0,77	0,87
10	0,49	0,72	0,76	0,86
11	0,47	0,70	0,75	0,86
12	0,45	0,69	0,74	0,85
13	0,44	0,68	0,73	0,85
14	0,42	0,68	0,72	0,84
15	0,41	0,67	0,72	0,84
16	0,39	0,66	0,71	0,83
17	0,38	0,65	0,70	0,83
18	0,37	0,65	0,70	0,83
19	0,35	0,64	0,69	0,82
20	0,34	0,63	0,68	0,82

Tabla 6. Factores de reducción para más de un circuito.

Como se desconoce la temperatura del terreno, se ha tomado como referencia una temperatura de 20°C, lo que provoca, tal como se ve en la tabla 9 extraída de la norma UNE 60364-5-52, que el factor de reducción por el terreno también sea 1.



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

Tabla 7. Factores de corrección para temperatura ambiente.

Por lo tanto, se puede concluir que la corriente que podrá soportar el cable en régimen nominal es la que se extrae de la tabla 7 multiplicada por los factores de corrección.

Teniendo en cuenta que la corriente máxima del inversor en AC es 184 A en régimen permanente, se escoge una sección de 240 mm² de Aluminio. Esta sección soporta una intensidad de 253 A x 0,85 = 215,05 A en régimen permanente.

4.2. CRITERIO POR CAÍDA DE TENSIÓN.

Para la parte de corriente alterna, se propone que la caída de tensión no supere el 1,5%, la misma se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$S = \frac{\sqrt{3} * L * I_{salida_{INV}} * \cos \varphi}{\gamma * \Delta U}$$

$$\Delta U (V) = U_{CA} * \frac{\Delta U\%}{100}$$

Donde:

S: Sección del conductor (mm²).

L: longitud del cable (m).

I_{salida_{INV}}: Intensidad a la salida del inversor (A).

γ: Conductividad del conductor.



Cos (φ): Factor de potencia, en este caso se tomará el valor de 1.

ΔU : Caída de tensión (V).

U_{CA} : Tensión de salida del inversor: 400 V.

La longitud del cableado de AC será de 160 metros (se considera la distancia del inversor más alejado al C.T). Considerando que el conductor es de aluminio, y un factor de potencia igual a 1, la sección mínima del conductor será:

$$\Delta U (V) = 400 * \frac{1,5\%}{100} = 6 V$$

$$S = \frac{\sqrt{3} * 160 * 144,33 * 1}{27,8 * 6} = 239,8 mm^2$$

La sección normalizada superior es de 240 mm².

4.3. CRITERIO POR CORTOCIRCUITO.

El cálculo de sección del cableado por cortocircuito se calcula según el valor de cortocircuito obtenido de la fórmula de la GUIA-BT-ANEXO 3:

$$I_{cc} = \frac{0,8 * U}{Z_{máz}}$$

Donde:

I_{cc} : Corriente de cortocircuito (A).

U : Tensión a la salida del inversor (Trifásica) (V).

$Z_{máz}$: Impedancia del bucle (Ω).

Para calcular la impedancia, en primer lugar, se calcula la resistividad del conductor a 150°C (valor estimado de la temperatura de cortocircuito). La resistividad dependerá del tipo de conductor empleado, es decir, si el conductor es de cobre o aluminio.

En este caso, se utilizará conductor de aluminio, por lo tanto, la resistividad vendrá dada por la siguiente ecuación:

$$\rho_{AlT} = \rho_{Al20} * (1 + \alpha_{Al} * (T - 20))$$

Donde:

ρ_{AlT} : Conductividad del aluminio a una temperatura determinada (mm²· Ω /m).



ρ_{Al20} : Conductividad del aluminio a una temperatura de 20°C, su valor es de 1/35,71 mm²·Ω/m.

α_{Al} : Coeficiente de variación con la temperatura de la resistencia a 20°C del aluminio, su valor es de 0,00407 °C⁻¹.

T: Temperatura estimada de cortocircuito (°C), su valor se fijará en 150°C.

En segundo lugar, ya se puede calcular el valor de la resistencia, a partir de la fórmula:

$$R = \frac{\rho * L}{S}$$

Donde:

R: Resistencia a la temperatura de cortocircuito (Ω).

ρ : Resistividad

Para la reactancia se toma el valor aproximado de 0,08 Ω/km según anexo G de la UNE-HD 60364-5-52.

Por último, se calcula la impedancia con la fórmula.

$$Z = \sqrt{R^2 + X^2} (\Omega)$$

La reactancia, apenas tendrá influencia.

Se comprobará si la sección mínima técnicamente admisible (240 mm²) admitirá el cortocircuito mínimo visto desde la protección a la entrada del C.T.

$$\rho_{AL150} = \frac{1}{35,71} * (1 + 0,00407 * (150 - 20)) = 0,0428 \frac{mm^2 \Omega}{m}$$

$$R = \frac{0,0428 * 160 * 2}{240} = 0,057 \Omega$$

El anexo G de la UNE-HD 60364-5-52 ofrece un valor para la reactancia aproximado de 0,08 Ω/km, por lo que la reactancia en este caso será:

$$X = 0,08 \frac{\Omega}{km} * 0,160 km = 0,0128 \Omega$$

Con la resistencia y la reactancia, se obtiene el valor de la impedancia:

$$Z = \sqrt{(0,057)^2 + (0,0128)^2} = 0,058 \Omega$$

$$I_{ccmin} = \frac{0,8 * 400}{0,058} = 5517,24 A$$



La sección de 240 mm² en cobre soporta 215,05 A de intensidad máxima admisible. Se conoce que la intensidad máxima que circulará por la línea es de 184 A. Se sabe también que se utilizará un interruptor magnetotérmico de $I_n = 200$ A con curva B+C calculado en el apartado 5.2.2.2 del presente documento.

La corriente mínima que asegura el disparo magnético será $10 \times 200 = 2000$ A, con lo que la sección de la línea del lado de corriente alterna está correctamente diseñada, cumpliendo también el criterio del cortocircuito con 240 mm².

$$I_{ccmín} > I_m = 10 I_n \rightarrow 5517,24 \text{ A} > 2000 \text{ A} = 10 \times 200 \text{ A}.$$

Se eligen conductores tetrapolares enterrados bajo tubo de 240 mm² Cu. Aislamiento: 0,6/1 kV, XLPE. Desig. UNE: RV-K Eca

Diámetro exterior del tubo: 180 mm.

5. CÁLCULO DE PROTECCIONES.

Se pueden distinguir tres partes diferenciadas para la protección: el campo de paneles; el inversor y la red de alterna de baja tensión.

Las masas metálicas, los descargadores de sobretensiones y en caso de que exista la protección externa se conectan a través del mismo electrodo de tierra, así se evita la aparición de tensiones peligrosas entre los elementos de la instalación si el potencial de tierra se eleva por descargas directas o próximas a rayos.

5.1. PROTECCIONES EN LA RED DE DC.

En la red de corriente continua se debe proteger por un lado los módulos y demás elementos del campo fotovoltaico y por otro el inversor.

5.1.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

Para proteger la instalación contra sobretensiones, se instalarán descargadores de sobretensiones.

Esta serie de protectores para sistemas fotovoltaicos han sido desarrollados para proteger contra descargas y sobretensiones producidas por impactos de rayos en la parte de continua en dichos sistemas. La protección consiste en dos etapas de varistores equipados con desconectores térmicos que indican a través de una ventanilla el fallo del elemento. Posee una salida remota (contacto de indicación).

Los descargadores de sobretensión serán de clase C (II). Como norma no es necesario a colocar un tercer descargador entre el positivo y el negativo. Los dos descargadores

conectados entre el positivo y negativo y un punto común que se conecta a la barra equipotencial, limitan las tensiones transversales inducidas en las espiras del generador al doble del nivel de protección de uno de ellos. Solo en el caso de existir protección externa contra el rayo sería recomendable su instalación.

La tensión nominal del descargador se escoge en función de la máxima tensión de vacío del generador fotovoltaico a la temperatura mínima de la célula.

Como corriente nominal de descarga se debe escoger no menos de 10 kA en instalaciones sin protección externa y no menos de 20 kA en instalaciones con protección externa. En la ilustración 4 se muestra el esquema de protección para esta parte de la instalación.

La tensión de vacío en todas las cajas de agrupamiento de los subgeneradores y cajas generales de conexión es de 919,602 V.

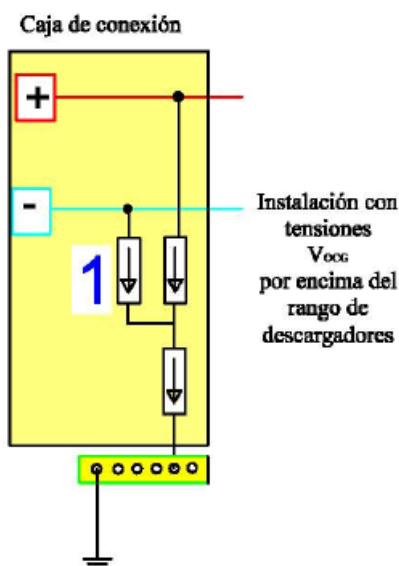


Ilustración 2. Esquemas de protección frente a sobretensiones del campo de paneles.

Se instalará un descargador de sobretensiones de dos polos, tensión nominal de empleo de 1000 V, intensidad nominal de descarga de 15 kA e intensidad máxima de descarga de 40 kA en el circuito de salida de cada caja de agrupamiento de los subgeneradores y en el circuito de salida de cada caja de general de conexión. Por lo tanto, el campo fotovoltaico estará provisto de 100 descargadores de sobretensiones DC.

5.1.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y SOBREINTENSIDADES.

5.1.2.1. GENERALIDADES.

La protección contra sobrecargas y sobreintensidades en la parte de corriente continua es muy diferente a la de la parte de baja tensión de corriente alterna.

La diferencia fundamental está en el orden de magnitud de las corrientes que se pueden generar en condiciones de defecto por cortocircuitos o sobrecargas. Para un generador fotovoltaico su corriente de cortocircuito es solo del 7 al 10 % superior a la corriente de máxima potencia. Con estos valores de intensidad, próximos a los nominales, no sería necesaria ningún tipo de protección si se dimensionan los conductores para el valor de la corriente de cortocircuito. Así, la Norma UNE 60364-7-712 prescribe que la protección frente a sobrecargas se puede omitir si los cables se dimensionan para un valor superior a 1,25 veces la intensidad de cortocircuito en el punto de localización del conductor. Sin embargo, en este caso, debido al gran tamaño de la instalación el prescindir de esta protección daría lugar a un sobredimensionamiento de los cables y a un aumento del riesgo de daño de los módulos del generador, por lo que económicamente no sería rentable.

Además, la corriente de cortocircuito que circula por la rama no debe sobrepasar la máxima corriente inversa que soporta el módulo y cuyo valor facilita el fabricante.

Otros defectos que también pueden ocasionar sobrecargas de ramas es el del sombreado parcial de módulos que puede hacer que las corrientes generadas por unas ramas se deriven por otras.

La probabilidad de que se originen cortocircuitos en el generador va a depender en gran medida del esquema de conexiones adoptado en su diseño. De los dos esquemas posibles, generador flotante y generador puesto a tierra, esquemas de la figura 2 a) y 2 c) respectivamente, el flotante es el que ofrece mayor seguridad.

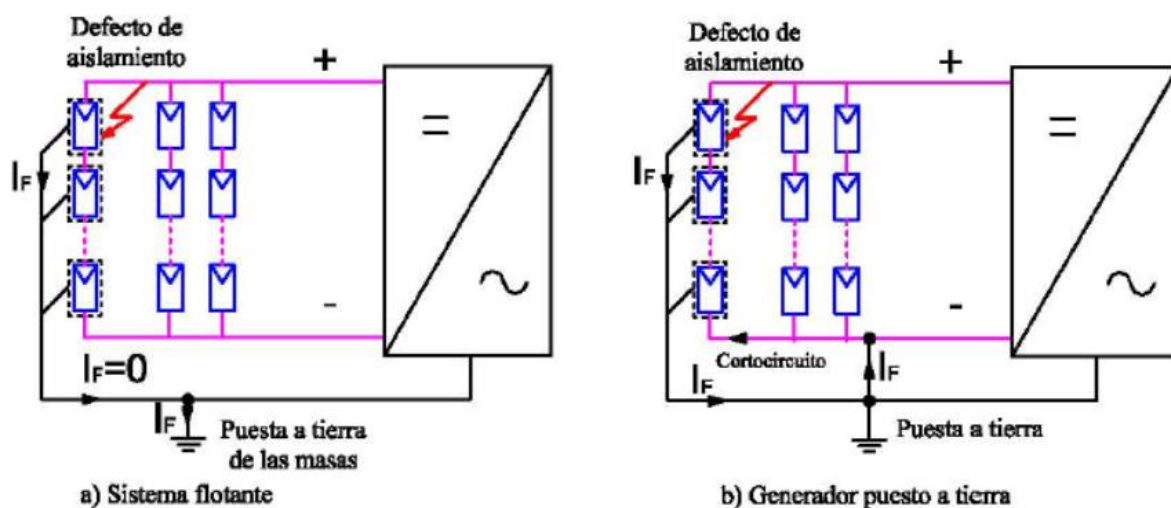


Ilustración 3. Defectos de aislamiento y posibles cortocircuitos en las ramas del generador.

Existen distintos dispositivos que protegen contra sobrecargas y sobreintensidades. La protección contra sobrecargas y sobreintensidades consiste en instalar algunos de estos elementos de protección:



- a) Instalación de fusibles.
- b) Instalación de interruptores magnetotérmicos.

En este caso, la protección en la parte de corriente continua se realizará con fusibles y magnetotérmicos.

5.1.2.2. PROTECCIÓN CON FUSIBLES.

El fusible se debe escoger de manera que garantice un límite máximo de intensidad que sea soportado por los elementos de la instalación. Para una correcta elección se deben seguir las siguientes recomendaciones:

- Según condiciones de trabajo y para garantizar la protección se utilizan fusibles de rango completo tipo (gG), que sean adecuados para uso en corriente continua.
- Se colocarán fusibles en el positivo y negativo del cable.
- La tensión asignada mínima del fusible $V_{DCfusible}$ debe ser superior a 1,1 veces la tensión máxima de circuito abierto del generador fotovoltaico en condiciones estándar) V_{OC} (STC).
- La corriente asignada del fusible debe ser la adecuada para que este no se funda en condiciones normales de funcionamiento, y que garantice un límite máximo de intensidad soportable por los elementos de la instalación.

Según norma UNE 60364-7-712, las protecciones contra cortocircuitos deben cumplir:

- Para los fusibles de rama:

$$1,1 * I_{SCMÁX} \text{ de la cadena} \leq I_n \leq I_{MOD_MÁX_OCPR}$$

- Para los fusibles de conexión de subgeneradores con N_p ramas en paralelo.

$$N_p * 1,1 * I_{SCMÁX} \leq I_n \leq I_{MOD_MÁX_OCPR} - (N_p - 1) * I_{SCMÁX}$$

- Por último, la intensidad de fusión del fusible debe ser menor o igual a $1,45 * I_{MOD_MÁX_OCPR}$.

Donde:

$I_{SCMÁX}$: Intensidad máxima de cortocircuito de un módulo fotovoltaico o una cadena fotovoltaica o un subgrupo fotovoltaico o un grupo fotovoltaico, se calcula según la siguiente fórmula:

$$I_{SCMÁX} = K_1 * I_{SCSTC}$$



El valor mínimo para K_1 es 1,25.

I_n : Intensidad nominal del fusible (A).

$I_{MOD_MÁX_OCPR}$: Valor máximo de corriente que soporta el módulo, es la corriente inversa.

I_f : intensidad de fusión del fusible. Se pueden estimar para I_f los siguientes valores:

$$I_f = 1,6 I_n \text{ para } I_n \geq 16 \text{ A}$$

$$I_f = 1,9 I_n \text{ para } 4 \text{ A} < I_n < 16 \text{ A}$$

$$I_f = 2,1 I_n \text{ para } I_n \leq 4 \text{ A}$$

Por lo tanto, la intensidad nominal del fusible debe estar en el siguiente rango:

$$1,1 * 1,25 * 9,67 \text{ A} \leq I_n \leq 30 \text{ A}$$

$$13,87 \text{ A} \leq I_n \leq 30 \text{ A}$$

Para fusibles de intensidad nominal 16 A, la intensidad de fusión del fusible es menor a 1,45x30 A, tal como se muestra en la siguiente expresión:

$$1,6 * 16 = 25,6 \text{ A} \leq 1,45 * 30 \text{ A} = 43,5 \text{ A}$$

En cuanto al límite de tensión, este debe estar entre:

$$V_{n \text{ fusible}} \geq 1,1 * N_s * V_{OC,STC,mód}$$

Donde:

$V_{n \text{ fusible}}$: Tensión nominal del fusible (V).

N_s : Número de módulos en serie.

$V_{OC, STC, mód}$: Tensión en vacío del módulo fotovoltaico en condiciones estándar de medida (V).

$$V_{n \text{ fusible}} \geq 1,1 * 18 * 47$$

$$V_{n \text{ fusible}} \geq 930,6 \text{ V}$$

En base a los resultados obtenidos, se colocarán fusibles 10x38 gG F16 A con sus correspondientes bases portafusibles, que aguantan una tensión de 1000 V en continua, en cada string.



5.1.2.3. PROTECCIÓN CON MAGNETOTÉRMICOS.

La protección de los circuitos que salen de las cajas de agrupamiento del subgenerador se protegerá con magnetotérmicos en la caja general de conexión.

Deben ser específicos para corriente continua.

Se opta por estos, ya que, tienen poder de seccionamiento. Permiten separar, incluso bajo carga, e incluso aislar de manera sencilla para poder efectuar trabajos de mantenimiento.

Es recomendable utilizar magnetotérmicos con dos polos que corten el positivo y el negativo.

Las características de funcionamiento del dispositivo para proteger contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad I_2 \leq 1,45 * I_Z$$

Donde:

I_B : corriente para la que se ha diseñado el circuito.

I_Z : corriente máxima admisible del circuito.

I_n : corriente asignada del interruptor.

I_2 : corriente que asegura la actuación del dispositivo.

De manera de homogenizar los interruptores se ha decidido dimensionarlos teniendo en cuenta que se agrupan 5 cadenas en las cajas de agrupamiento.

La corriente $I_B = 1,25 \times 5 \times 9,67 \text{ A} = 60 \text{ A}$.

La corriente I_Z es el valor de la corriente máxima admisible del conductor, para el conductor de 25 mm^2 es de $142 \times 0,9 \times 0,57 = 72,84 \text{ A}$.

La corriente I_2 es $1,3 I_n$ según norma UNE EN 60947-2.

$$60 \text{ A} \leq I_n \leq 72,84 \text{ A}$$

$$81,9 \text{ A} = 1,3 * 63 \text{ A} \leq 1,45 * 72,84 \text{ A} = 105,62 \text{ A}$$

Se instalarán magnetotérmicos de dos polos con corriente asignada 63 A, poder de corte de 10 kA y curva de disparo B.



5.2. PROTECCIONES EN LA RED DE AC.

5.2.1. PROTECCIÓN CONTRA SOBRETENSIONES.

Al estar la instalación situada en el campo, el riesgo de caída directa del rayo es mayor, por lo que se instalarán descargadores combinados clase B+C.

Para el esquema de distribución TT, esquema utilizado en España, los descargadores de protección se deben instalar entre las fases y el neutro y además entre el neutro y el conductor de protección.

Se instalará un descargador de sobretensiones de tres polos, tensión nominal de empleo de 400 V, intensidad nominal de descarga de 20 kA e intensidad máxima de descarga de 40 kA en el circuito de salida de cada caja general de conexión. Por lo tanto, el campo fotovoltaico estará provisto de 20 descargadores de sobretensiones AC.

5.2.2. PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS Y SOBREINTENSIDADES.

5.2.2.1. GENERALIDADES.

El análisis y diseño de las protecciones contra sobrecargas y sobreintensidades es el mismo que el de cualquier instalación y es un tema muy conocido, experimentado, y con normas muy definidas y recogidas en el Reglamento de Baja Tensión.

5.2.2.2. PROTECCIÓN CON MAGNETOTÉRMICOS.

Este dispositivo, además de proteger a la instalación frente a sobrecargas y sobreintensidades, separará con toda garantía la instalación fotovoltaica de la red para realizar trabajos de reparación y mantenimiento.

El poder de corte de este dispositivo debe ser superior a la intensidad de cortocircuito máxima que pueda presentarse en la instalación y facilitada por la Cía. Distribuidora. Las normas de Sevillana-Endesa fijan un valor mínimo de 6 kA.

Las características de funcionamiento del dispositivo para proteger contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z \quad I_2 \leq 1,45 * I_Z$$

Donde:

I_B : corriente para la que se ha diseñado el circuito.

I_Z : corriente máxima admisible del circuito.

I_n : corriente asignada del interruptor.

I_2 : corriente que asegura la actuación del dispositivo.



La corriente $I_B = 1,25 \times 144,33 \text{ A} = 180,41 \text{ A}$.

La corriente I_z es el valor de la corriente máxima admisible del conductor, para el conductor de 240 mm^2 es de $253 \text{ A} \times 0,85 = 215,05 \text{ A}$.

La corriente I_z es $1,3 I_n$ según norma UNE EN 60947-2.

$$180 \text{ A} \leq I_n \leq 215,05 \text{ A}$$

Para un dispositivo con intensidad nominal de 200 A .

$$260 \text{ A} = 1,3 \times 200 \text{ A} \leq 1,45 \times 215,05 \text{ A} = 311,82 \text{ A}$$

Por tanto, en los cuadros de baja tensión de conexión al centro de transformación que estarán ubicados en el edificio prefabricado del centro de transformación se instalarán 20 interruptores automáticos magnetotérmicos diferenciales de 4 polos de 200 A de intensidad nominal, poder de corte de 50 kA , curva B+C y de sensibilidad de 300 mA a fin de evitar disparos intempestivos. Dicho diferencial será de alta inmunidad.

6. CÁLCULOS DE C.T.

Se colocará un C.T. tipo prefabricado con dos transformadores de 1.000 kVA , dada la necesidad de evacuar 2 MW . El centro estará compuesto de:

- 2 celdas de línea, una para la entrada, y la otra para la salida (en bucle).
- 1 celda de seccionamiento.
- 1 celda de medida.
- 2 celdas de protección interruptores automáticos (una por cada transformador).
- 2 transformadores de 1000 kVA .
- 2 cuadros de baja tensión con 10 salidas.

No es objeto de este proyecto el cálculo de la línea que por potencia de la planta habría que construir para el transporte y evacuación de la energía. Esta línea tendrá una tensión de 20 kV . Se tendrían que pedir permisos de paso, colocando los apoyos en los límites de parcela con el fin de no ocupar un espacio necesario para el propietario.



Los transformadores a instalar serán de 1000 kVA.

serie 24 kV														
Potencia (kVA)		25	50	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Pérdidas nominales (W)	En vacío	88	145	260	375	530	750	1030	1150	1400	1750	2200	2700	3200
	Debidas a la carga (75°C)	700	1100	1750	2350	3250	4600	6500	8400	10500	13500	17000	21000	26500
Pérdidas máx para el cálculo de la supf. de ventilación, (W)		945	1492	2406	3259	4520	6397	9006	11440	14259	18277	23012	28407	35619
Rendimiento	Cos φ=1	A plena carga	96,94	97,57	98,03	98,33	98,51	98,68	98,82	98,82	98,79	98,81	98,83	98,83
		A 1/2 de plena carga	97,94	98,35	98,62	98,81	98,94	99,06	99,16	99,19	99,20	99,19	99,20	99,22
	Cos φ=0,8	A plena carga	96,21	96,98	97,55	97,92	98,15	98,36	98,53	98,53	98,50	98,52	98,54	98,54
		A 1/2 de plena carga	97,44	97,94	98,29	98,52	98,68	98,83	98,96	99,00	98,99	99,00	99,02	99,03
Caída de tensión, a plena carga	Cos φ=1	2,84	2,26	1,81	1,54	1,37	1,22	1,11	1,22	1,22	1,25	1,24	1,22	1,23
	Cos φ=0,8	3,96	3,77	3,57	3,43	3,33	3,25	3,17	4,47	4,47	4,48	4,48	4,47	4,47
Potencia acústica máx dB(A)		48	50	54	57	60	63	65	66	68	69	71	73	76
Grupo de conexión		Yzn11				Dyn11								
Tensión de cortocircuito (%)		4							6					

Ilustración 4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS ELÉCTRICAS. Transformadores según norma UNE 21428-1

6.1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

6.1.1. INTENSIDAD PRIMARIA.

Se calcula la intensidad que a plena carga circulará por el devanado primario, con ella se determina la densidad de corriente del conductor de alta tensión y el calibre de los fusibles que se encargarán de la protección contra sobreintensidades. Para ello se aplica la fórmula:

$$I_1 = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Donde:

I₁: Intensidad que circula por el devanado primario (A).

S: Potencia del transformador (kVA).

U: Tensión nominal (kV).

$$I_1 = \frac{1.000}{\sqrt{3} * 20} = 28,87 \text{ A}$$

6.1.2. INTENSIDAD SECUNDARIA.

De igual forma se calcula la intensidad que a plena carga circulará por el secundario, con ella se calcula la sección del conductor y el calibre de las protecciones de baja tensión. Para ello se aplica la fórmula:

$$I_2 = \frac{S}{\sqrt{3} * U}$$

Donde:



I_2 : Intensidad que circula por el devanado secundario (A).

S: Potencia del transformador (VA).

U: Tensión nominal (V).

$$I_2 = \frac{1.000 * 10^3}{\sqrt{3} * 400} = 1443,73 \text{ A}$$

6.1.3. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO.

6.1.3.1. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL PRIMARIO.

Se calcula la intensidad de cortocircuito en el lado de alta tensión mediante la fórmula:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} * U_n}$$

I_{ccp} : Intensidad de cortocircuito primaria (kA).

S_{cc} : Potencia de cortocircuito de la red (MVA). Dato suministrado por la compañía suministradora. Su valor es de 500 MVA (Endesa Distribución eléctrica).

U_n : Tensión nominal en el lado de alta tensión (kV).

$$I_{ccp} = \frac{500}{\sqrt{3} * 20} = 14,43 \text{ kA}$$

Dicho dato se tendrá en cuenta para el dimensionamiento posterior del embarrado o conductor de alta tensión, ya que el poder de ruptura deberá ser superior al valor calculado.

6.1.3.2. INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO EN EL SECUNDARIO

Se calcula la intensidad de cortocircuito en el devanado secundario de un transformador trifásico mediante la fórmula:

$$I_{ccs} = \frac{S}{\sqrt{3} * \frac{U_{cc}}{100} * U_s}$$

Donde:

I_{ccs} : Intensidad de cortocircuito secundaria (kA).

S: Potencia del transformador (kVA).

U_{cc} : Tensión de cortocircuito del transformador en %. Dato suministrado por el fabricante del transformador. Su valor es del 6%.

U_s : Tensión nominal en el lado de baja tensión (V).



$$I_{ccs} = \frac{1.000}{\sqrt{3} * \frac{6}{100} * 400} = 24,06 \text{ kA}$$

6.1.4. DIMENSIONADO DEL EMBARRADO.

Las características del embarrado son:

Intensidad asignada: 400 A.

Límite térmico, 1 s.: 16 kA eficaces.

Límite electrodinámico: 40 kA cresta.

Por lo tanto, dicho embarrado debe soportar la intensidad nominal sin superar la temperatura de régimen permanente (comprobación por densidad de corriente), así como los esfuerzos electrodinámicos y térmicos que se produzcan durante un cortocircuito.

6.1.4.1. COMPROBACIÓN POR DENSIDAD DE CORRIENTE.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor que constituye el embarrado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin sobrepasar la densidad de corriente máxima en régimen permanente. Dado que se utilizan celdas bajo envolvente metálica fabricadas por Schneider conforme a la normativa vigente, se garantiza lo indicado para la intensidad asignada de 400 A.

6.1.4.2. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN ELECTRODINÁMICA.

La resistencia mecánica de los conductores deberá verificar, en caso de cortocircuito que:

$$\sigma_{\text{máx}} \geq \frac{I_{ccp}^2 * L^2}{60 * d * W}$$

Donde:

$\sigma_{\text{máx}}$: Valor de la carga de rotura de tracción del material de los conductores. Para cobre semiduro 2800 Kg / cm².

I_{ccp} : Intensidad permanente de cortocircuito trifásico, en kA.

L : Separación longitudinal entre apoyos, en cm.

d : Separación entre fases, en cm.

W : Módulo resistente de los conductores, en cm³.

6.1.4.3. COMPROBACIÓN POR SOLICITACIÓN TÉRMICA A CORTOCIRCUITO.

La sobreintensidad máxima admisible en cortocircuito para el embarrado se determina:



$$I_{th} = \alpha * S * \sqrt{\frac{\Delta T}{t}}$$

Donde:

I_{th} = Intensidad eficaz, en A.

α = 13 para el Cu.

S = Sección del embarrado, en mm².

ΔT = Elevación o incremento máximo de temperatura, 150°C para Cu.

t = Tiempo de duración del cortocircuito, en s.

Dado que se utilizan celdas bajo envoltorio metálica fabricadas por Schneider conforme a la normativa vigente se garantiza que:

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

6.1.5. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

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

Protección general en AT.

La protección general en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuitos.

Protección trafo 1.

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuito.

Protección trafo 2.

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuito.



Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con posibilidad de extensionamiento. Se instalarán fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 6.1.3.2.

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

Para el trafo 1, cuya potencia es de 1000 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 6.1.2., se emplearán 4 conductores por fase y 2 para el neutro.

Para el trafo 2, cuya potencia es de 1000 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en el apartado 6.1.2., se emplearán 4 conductores por fase y 2 para el neutro

6.2. CÁLCULOS MECÁNICOS.

6.2.1. VENTILACIÓN DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.

Dependiendo del tipo de centro de transformación, este dispondrá de rejillas de entrada y salida para renovar el aire por ventilación natural. La superficie total de las rejillas de entrada de aire viene determinada por la siguiente fórmula:

$$s_e = 1,1 * \frac{6,3 * W_p}{\sqrt{h * \Delta T^3}}$$

Donde:

s_e : Superficie útil del orificio de entrada (m²).

W_p : Pérdidas totales de los transformadores (kW).

ΔT : Diferencia de temperatura de entrada y salida del aire (°C). Los valores normalmente oscilan entre 10 y 15 °C.

h : Distancia vertical entre el centro del orificio de salida del aire al centro del transformador (m). Suponiendo una altura de 1 m.

Por cada transformador, los módulos están dotados de dos rejillas de ventilación, situadas una en la parte inferior de la puerta de acceso del trafo y la otra en la parte superior de la pared opuesta a la de la puerta y situada detrás del transformador, con unas dimensiones aproximadas de 1200x700 mm



Cuando los transformadores que se instalan en el módulo son de potencia superior a las 630 KVA, como en este caso, dichos módulos vienen dotados de otras rejillas de ventilación colocadas en la pared lateral situada junto al transformador. Todas las rejillas están dotadas de tela mosquitera y formadas por lamas en forma de “V” invertida diseñadas para impedir la entrada del agua al interior del módulo.

$$s_e = 1,1 * \frac{6,3 * 14,259 \text{ kW}}{\sqrt{1 * 10^3}} = 3.124 \text{ m}^2$$

Las rejillas de salida serán un 10% mayores que las de entrada, es decir:

$$s_s = 1,1 * 3,124 = 3,44 \text{ m}^2$$

Donde:

S_s : Superficie útil del orificio de salida (m^2).

S_e : Superficie útil del orificio de entrada (m^2).

En caso de ventilación forzada, se hará hacia una zona de servicio a través de un extractor, el cual no debe sobrepasar 35 dB de nivel de ruido. En caso de incendio el extractor se parará de forma automática, para ello se instalará un detector autónomo de incendios, o se hará través de la central de incendios general del edificio. El caudal de aire por segundo que se necesita para absorber las pérdidas de los transformadores se calcula mediante la fórmula:

$$Q = \frac{860 * W_p}{0,3 * \Delta T} \text{ m}^3/\text{h} \approx \frac{W_p}{1,16 * \Delta T} \text{ m}^3/\text{s}$$

Donde:

Q : Caudal de aire que necesita ser renovado (m^3/s).

W_p : Pérdidas totales de los transformadores (kW).

ΔT : Aumento de temperatura admitido en el aire (máximo 20°C).

$$Q = \frac{860 * 14,259}{0,3 * \Delta T} = 4087,58 \text{ m}^3/\text{h} \approx \frac{14,259}{1,16 * 10} = 1,23 \text{ m}^3/\text{s}$$

En función del resultado obtenido se instalará un extractor comercial cuyo caudal sea mayor que el caudal calculado.

No obstante, puesto que se utilizan edificios prefabricados normalizados éstos han sufrido ensayos de homologación en cuanto al dimensionado de la ventilación del centro de transformación.



6.3. SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DE ALTA Y BAJA TENSIÓN.

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

Protección general en AT.

La protección general en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuitos.

Protección trafo 1.

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuito.

Protección trafo 2.

La protección del transformador en AT de este CT se realiza utilizando una celda de interruptor automático dotado de relé electrónico con captadores toroidales de intensidad por fase, cuya señal alimentará a un disparador electromecánico liberando el dispositivo de retención del interruptor y así efectuar la protección a sobrecargas, cortocircuito.

Protección en Baja Tensión.

En el circuito de baja tensión de cada transformador según RU6302 se instalará un Cuadro de Distribución de 4 salidas con extensión a 12 salidas más. Se instalarán interruptores automáticos en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad exigida a esa salida, y un poder de corte mayor o igual a la corriente de cortocircuito en el lado de baja tensión, calculada en el apartado 6.1.3.2.

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

Para el trafo 1, cuya potencia es de 1000 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado en apartados anteriores, se emplearán 4 conductores por fase y 2 para el neutro.

Para el trafo 2, cuya potencia es de 1000 kVA y cuya intensidad en Baja Tensión se ha calculado apartados anteriores, se emplearán 4 conductores por fase y 2 para el neutro.



6.4. CÁLCULO DE LA PUESTA A TIERRA GENERAL.

Se seguirán los siguientes pasos:

- 1.- Investigación de las características del suelo.
- 2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente de eliminación del defecto.
- 3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra. Centros de transformación.
4. - Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.
- 5.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.
- 6.- Cálculo de las tensiones de paso y contacto en el interior de la instalación.
- 7.- Comprobar que las tensiones de paso y contacto calculadas en los puntos 5 y 6 son inferiores a los valores máximos definidos.
- 8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindajes de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos, y estudio de las formas de eliminación o reducción.
- 9.- Corrección y ajuste del diseño inicial estableciendo el definitivo.

6.4.1 INVESTIGACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO. RESISTIVIDAD.

En Líneas de 3ª Categoría (aquellas cuya tensión nominal es igual o inferior a 30 KV y superior a 1 kV), cuya intensidad de cortocircuito a tierra es menor o igual a 1,5 kA, el apartado 4.1 de la ITC-RAT 13 admite la posibilidad de estimar la resistividad del terreno o medirla. Para estimarla, se hace uso de la siguiente tabla:



Naturaleza del terreno	Resistividad ($\Omega \cdot m$)
Terrenos pantanosos	De algunas unidades a 30
Limo	20 a 100
Humus	10 a 150
Turba húmeda	5 a 100
Arcilla plástica	50
Margas y arcillas compactas	100 a 200
Margas del jurásico	30 a 40
Arena arcillosa	50 a 500
Arena silíceas	200 a 3000
Suelo pedregoso cubierto de césped	300 a 500
Suelo pedregoso desnudo	1500 a 3000
Calizas blandas	100 a 300
Calizas compactas	1000 a 5000
Calizas agrietadas	500 a 1000
Pizarras	50 a 300
Rocas de mica y cuarzo	800
Granitos y gres procedentes de alteración	1500 a 10000
Granitos y gres muy alterados	100 a 600
Hormigón	2000 a 3000
Balasto o grava	3000 a 5000

Ilustración 5. Resistividad del terreno.

En este caso, se considera una resistividad del terreno de $300 \Omega \cdot m$.

6.4.2. DETERMINACIÓN DE LAS CORRIENTES MÁXIMAS DE PUESTA A TIERRA Y DEL TIEMPO MÁXIMO CORRESPONDIENTE DE ELIMINACIÓN DEL DEFECTO.

Tanto la intensidad máxima de puesta a tierra, que en este caso es la intensidad de defecto, como el tiempo máximo de eliminación del defecto son datos proporcionados por la compañía suministradora.

6.4.3. DISEÑO PRELIMINAR DE LA INSTALACIÓN DE TIERRA. CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Se comienza por una configuración previa elegida, se comprobarán si las tensiones de paso y contacto de cálculo son menores que las admisibles.

6.4.4. CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DEL SISTEMA DE TIERRA.

La forma de cálculo de esta resistencia puede hacerse mediante el empleo de fórmulas sencillas, métodos de cálculo simplificados o mediante métodos especiales para mallas de tierra de gran dimensión.



En este caso se emplearán electrodos sencillos. En cuanto al diseño geométrico de los electrodos de puesta a tierra, es un bucle enterrado, circundando el perímetro del terreno de la instalación de alta tensión, ya que esta manera proporciona la resistencia más baja a igualdad de longitud enterrada del electrodo.

Con el objetivo de disminuir la resistencia de puesta a tierra, se puede variar la longitud del anillo, así como la longitud y el número de picas a enterrar. Para los electrodos normalizados se calcula un valor unitario ($\rho=1 \Omega\cdot\text{m}$) de la resistencia de puesta a tierra K_r ($\Omega/\Omega\cdot\text{m}$), multiplicando K_r por la resistividad del terreno se obtiene el valor de la resistencia de puesta a tierra.

$$R_t = K_r * \rho$$

6.4.5. CÁLCULO DE LAS TENSIONES DE PASO Y CONTACTO QUE APARECEN EN LA INSTALACIÓN.

Una vez obtenido el diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra, se estudian las tensiones máximas de paso y contacto que podrían aparecer en caso de defecto.

Como se van a utilizar electrodos normalizados, las tensiones máximas de paso y contacto se pueden calcular mediante unos coeficientes que representan el valor máximo de la tensión de contacto y de paso que aparece en la instalación en cualquier dirección del terreno, por amperio de corriente que circula por el electrodo y por unidad de resistividad del terreno.

$$U'_c = K_c * I'_d * \rho$$

$$U'_p = K_p * I'_d * \rho$$

$$U'_{pacc} = K_{p(acc)} * I'_d * \rho \text{ (V)}$$

Donde:

K_c : coeficiente que representa la máxima tensión de contacto unitaria en la instalación ($\text{V}/\Omega\cdot\text{m}\cdot\text{A}$).

K_p : coeficiente que representa la máxima tensión de paso unitaria en la instalación en cualquier punto del terreno ($\text{V}/\Omega\cdot\text{m}\cdot\text{A}$).

$K_{p(acc)}$: coeficiente que representa la máxima tensión de paso unitaria en el acceso de la instalación ($\text{V}/\Omega\cdot\text{m}\cdot\text{A}$).

I'_d : Intensidad de defecto (A).

P : Resistividad del terreno ($\Omega\cdot\text{m}$).



La intensidad de defecto dependerá del tipo de instalación. La compañía suministradora, en este caso Endesa Distribución eléctrica, marca un valor máximo de 300 A.

$$I_{d\max} = 300 \text{ A}$$

6.4.6. COMPROBACIÓN CON LOS VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PASO UP, CONTACTO UC Y UPACC.

Se calculan los valores de tensión de contacto (U_c), tensión de paso (U_p) y en el caso de que una persona pudiera estar pisando zonas que tengan distinta resistividad con cada pie, como es el caso este centro de transformación con acera perimetral, un pie podría pisar la acera y el otro estar fuera de esta, la tensión de paso de acceso (U_{pacc}) admisibles, que vienen determinadas por las siguientes expresiones:

$$U_c = U_{ca} * \left(1 + \frac{R_{a1} + R_{a2}}{2 * Z_B}\right)$$

$$U_p = U_{pa} * \left(1 + \frac{2 * R_{a1} + 2 * R_{a2}}{Z_b}\right)$$

$$U_{pacc} = U_{pa} * \left(1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * \rho_s + 3 * \rho_s^*}{Z_b}\right)$$

Donde:

U_c : tensión de contacto máxima admisible en la instalación (V).

U_{ca} : tensión de contacto máxima admisible, tensión a la que puede estar sometido el cuerpo humano entre una mano y los pies (V).

R_{a1} : Resistencia equivalente del calzado de un pie cuya suela sea aislante. Se emplea normalmente el valor de 2000 Ω .

R_{a2} : Resistencia a tierra del punto de contacto con el terreno de un pie $R_{a2}=3*\rho_s$, siendo ρ_s la resistividad superficial en la instalación.

Z_B : impedancia del cuerpo humano. Se considera un valor de 1000 Ω .

Para calcular la resistividad superficial del terreno en aquellos casos donde el terreno sea recubierto por una capa adicional de elevada resistividad (grava, hormigón, etc.) se multiplica el valor de la resistividad de la capa de terreno adicional, normalmente hormigón, de resistividad $\rho_h=3000 \Omega*m$, por un coeficiente reductor C_s .

$$\rho_s^* = C_s * \rho_s$$

La ITC-RAT 13 del RAT indica el valor de ese coeficiente reductor:



$$C_s = 1 - 0,106 * \frac{1 - \frac{\rho}{\rho_h}}{2 * h_s + 0,106}$$

Donde:

C_s : Coeficiente reductor de la resistividad de la capa superficial.

h_s : espesor de la capa superficial en (m).

ρ : resistividad del terreno natural) normalmente $\rho = \rho_s$.

ρ_h : Resistividad de la capa superficial.

En el caso de que la instalación se encuentre en un recinto donde las personas puedan estar descalzas, el valor R_{a1} de se considerará nulo.

Se deben cumplir las siguientes expresiones para que la instalación de puesta a tierra esté correctamente diseñada:

$$U'_c < U_c$$

$$U'_p < U_{p adm}$$

$$U'_{p acc} < U_{p acc}$$

Cuando se haya comprobado el cumplimiento de la tensión de contacto en la instalación, no será necesario la comprobación de las tensiones de paso. Por el contrario, si se utilizan medidas adicionales de seguridad que eviten el riesgo de la tensión de contacto, sí que será necesario la comprobación de las tensiones de paso.

Si el relé de protección de defectos a tierra tiene un tiempo de actuación constante, independiente de la corriente de defecto, el caso más desfavorable de cálculo será para la máxima intensidad de defecto. Sin embargo, cuando la característica de actuación sea a tiempo inverso (tiempo más pequeño para mayor corriente de defecto) no es seguro que el caso más desfavorable sea la corriente de defecto, por lo que será necesario comprobaciones adicionales para intensidades de defecto menores) que corresponderán a tiempo de actuaciones mayores).

6.4.7. INVESTIGACIÓN DE LAS TENSIONES TRANSFERIBLES AL EXTERIOR.

Este apartado es de vital importancia desde el punto de vista de la seguridad, es el estudio de las posibles tensiones transferidas al exterior por medio de tuberías, raíles, conductores de neutro de baja tensión, pantallas o blindajes de cables, vallas y en general, por cualquier elemento metálico que salga de la instalación y que puede transferir tensiones peligrosas fuera de la instalación de alta tensión.



Estas situaciones no se producen en líneas de alta tensión, pero sí en subestaciones y en el caso que nos ocupa, los centros de transformación.

En los centros de transformación, en la mayoría de los casos, existirán sistemas de protección de puesta tierra separados para la puesta a tierra del neutro y la puesta a tierra general del centro. Solamente se podrá utilizar un sistema único de puesta a tierra cuando el potencial absoluto de puesta tierra $U_E = R_T * I_E$, adquiera un valor inferior o igual a 1000 V.

En caso de que la condición anterior no se cumpla, la separación D , entre el electrodo de la puesta a tierra general y del neutro, que garantice que no se induzcan tensiones en el electrodo de puesta a tierra del neutro, mayores de 1000V, cuando se produce un defecto a tierra en la instalación de alta tensión y circule por la puesta a tierra general, la intensidad, I_E , viene dada por la siguiente expresión:

$$D \geq \frac{\rho * I_d}{2 * U_D * \pi} = \frac{\rho * I_d}{2.000 * \pi}$$

Con esta separación se limita la tensión inducida en la puesta a tierra del neutro, U_D , a 1000 V con objeto de no transferir a través de la línea de baja tensión, que incluye el conductor neutro, una tensión superior al nivel de aislamiento que pueden soportar las instalaciones receptoras de baja tensión.

Por otro lado, el centro de transformación contiene cuadros de distribución en baja tensión cuyas envolventes metálicas han de conectarse a la tierra general, para ello es necesario que el potencial U_1 , en caso de defecto a tierra en AT, sea menor que el nivel de aislamiento del cuadro de baja tensión, $U_{aisl.BT}$.

$$|U_1| = R_T * I_E - U_D + U_o < U_{aisl.BT}$$

Si el valor de la intensidad de puesta a tierra es muy grande, tal y como ocurre para receptores con neutro rígido a tierra o impedante, la expresión anterior puede sustituirse por la siguiente aproximación:

$$R_T * I_d < U_{aisl.BT}$$

La ITC-RAT 14 del RAT, exige que para los cuadros de distribución de BT un nivel de aislamiento de 10 kV durante 1 minuto.



6.4.8. CORRECCIÓN Y AJUSTE DEL DISEÑO INICIAL UTILIZANDO EN SU CASO MEDIDAS ADICIONALES.

Si con el diseño planteado inicialmente no se cumplen las condiciones indicadas en el apartado 6.4.6. se replanteará de nuevo el diseño, actuando sobre alguno de los siguientes parámetros.

- Disminución de la resistencia de puesta a tierra. Mediante la modificación de la geometría de la instalación, como puede ser la longitud de las picas, el número de estas, la longitud de los cables enterrado o sustituyendo un electrodo en forma de anillo simple por un doble anillo.
- Mejorar la resistividad del terreno mediante tratamientos específicos, como la adición de sales, geles o abonado electrolítico. Si se decanta por esta opción se tendrá en cuenta que cualquier tratamiento del terreno requiere de un mantenimiento periódico, en torno a dos años para las sales, seis meses para los geles y cada diez meses para el abonado electrolítico.
- Reducción de la intensidad de defecto o del tiempo de eliminación de la falta. Reducir la intensidad de defecto es posible cambiando las impedancias del circuito, mientras que reducir el tiempo de eliminación de la falta es posible cambiando el tarado de las protecciones. Ambas opciones tienen como fin disminuir la tensión de contacto de la instalación.

Como último recurso, cuando las medidas anteriores resulten inviables técnica o económicamente, se emplearán medidas adicionales de seguridad. Cuando se utilicen dichas medidas será necesario comprobar que se cumplen los requisitos de la tensión de paso.

6.4.9. COMPROBACIONES Y VERIFICACIONES IN SITU UNA VEZ TERMINADA LA INSTALACIÓN

Una vez finalizada la instalación, se realizarán las medidas necesarias para tener una mayor seguridad de que el diseño del sistema de puesta a tierra es correcto con respecto de la seguridad de las personas.

Como mínimo se realizarán las siguientes correcciones:

- Medida de la resistencia de puesta a tierra de la instalación para comprobarla con el valor proyectado.
- Medida de la tensión de contacto aplicada a centros de transformación y subestaciones, así como apoyos frecuentados, de maniobra, o para aquellos que no dispongan de un sistema de desconexión automática inmediata de defecto a tierra.



- Para las instalaciones anteriores en las que se aplicaron por proyecto medidas adicionales de seguridad para evitar el riesgo por tensión de contacto, se medirá la tensión de paso aplicada.

En caso de no cumplirse los valores establecidos de resistencia o tensiones de paso y contacto se realizarán los cambios pertinentes en la instalación hasta conseguir los valores para los que se diseñó la instalación.

6.4.10. RESULTADOS DE CÁLCULO

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

Tipo de neutro.

El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, o a través de impedancia (resistencia o reactancia), lo cual producirá una limitación de las corrientes de falta a tierra.

Tipo de protecciones en el origen de la línea.

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

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

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

- Intensidad máxima de defecto a tierra (Inicial), $I_{dm\acute{a}x}$ (A): 300.
- Duración de la falta (s): 1.

Desconexión inicial:

Tiempo máximo de eliminación del defecto (s): 1.

Tensión nominal de la red: 20 kV.

Resistencia del neutro R_n : 40 Ω .

Reactancia del neutro X_n : 0 Ω .

Nivel de aislamiento de las instalaciones de B.T.: 10.000V

Las características del centro de transformación y su emplazamiento son:



- Ubicación en zona rural.
- Resistividad del terreno: $\rho = 300 \Omega \cdot m$.
- Dimensiones del centro 8,08x2,38 m.

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

TIERRA DE PROTECCIÓN.

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

TIERRA DE SERVICIO.

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

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

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

Según la tabla de Tabla 1 ITC-RAT 13, para $t_{cc}=1$ s, se tienen los siguientes valores de tensiones de contacto y paso aplicadas admisibles:



Duración de la falta t_f (s)	Tensión de contacto aplicada admisible U_{ca} (V)
0,05	735
0,1	633
0,2	528
0,3	420
0,4	310
0,5	204
1	107
2	90
5	81
10	80
>10	50

Tabla 8. Tensión de contacto aplicada admisible, Tabla 1 ITC-RAT 13

$$U_{ca} = 107 \text{ V}$$

$$U_{pa} = 10 * U_{ca} = 1.070 \text{ V}$$

Los valores admisibles son:

$$U_c = U_{ca} * \left(1 + \frac{\frac{R_{a1}}{2} + 1,5 * \rho_s}{1000} \right) = 107 * \left(1 + \frac{\frac{2000}{2} + 1,5 * 300}{1000} \right) = 262,15 \text{ V}$$

$$U_p = U_{pa} * \left(1 + \frac{2 * R_{a1} + 6 * \rho_s}{1000} \right) = 1070 * \left(1 + \frac{2 * 2000 + 6 * 300}{1000} \right) = 7.276 \text{ V}$$

$$C_s = 1 - 0,106 * \frac{1 - \frac{300}{3000}}{2 * 0,1 + 0,106} = 0,688$$

$$U_{pacc} = U_{pa} * \left(1 + \frac{2 * R_{a1} + 3 * \rho_s + 3 * \rho_s^*}{1000} \right)$$

$$U_{pacc} = 1070 * \left(1 + \frac{2 * 2000 + 3 * 300 + 3 * 0,688 * 3000}{1000} \right) = 12.938,44 \text{ V}$$

Una vez obtenidos los valores máximos que marca el Reglamento, se calcula para la configuración elegida del electrodo de puesta a tierra, los valores de las distintas magnitudes.

La Configuración elegida ha de tener un K_r inferior al valor calculado. La configuración inicial elegida es 80-30/5/82.

$$K_r = 0,069 \text{ } \Omega/\Omega \cdot \text{m};$$

$$K_p = 0,0145 \text{ V}/\Omega \cdot \text{m (A)};$$



$$K_c = K_{pacc} = 0,0303 \text{ V}/\Omega \cdot \text{m (A)}$$

Sabiendo que el sistema de tierra tendrá que cumplir las siguientes condiciones:

$$I_d * R_t \leq V_{bt} \quad I_d > I_a$$

Se calcula la intensidad de defecto:

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_n + R'_t)^2 + X_n^2}}$$

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

$$I_d * R_t = V_{bt} \quad I_d = \frac{V_{bt}}{R_t}$$

$$I_d = \frac{U}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

$$\frac{V_{bt}}{R_t} = \frac{U}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}}$$

$$\frac{10.000}{R_t} = \frac{20.000}{\sqrt{3} * \sqrt{(40 + R_t)^2 + 0^2}}$$

$$\frac{10.000}{R_t} = \frac{11.547}{\sqrt{(40 + R_t)^2 + 0^2}}$$

$$\frac{10.000}{R_t} = \frac{11.547}{\sqrt{3} * (40 + R_t)}$$

Despejando:

$$R_t = 258,56 \Omega$$

Y, por lo tanto:

$$I_d = 38,68 \text{ A}$$

Resistencia de puesta a tierra R'_t :

$$R'_t = K_r * \rho = 0,069 * 300 = 20,7 \Omega$$

Intensidad de defecto I'_d :

$$I'_d = \frac{U}{\sqrt{3} * \sqrt{(R_n + R'_t)^2}} = \frac{20.000}{\sqrt{3} * \sqrt{(40 + 20,7)^2}} = 190,23 \text{ A}$$



$$U'_p = K_p * I'_d * \rho = 0,0145 * 190,23 * 300 = 827,5 \text{ V}$$

$$U'_{pacc} = U'_c = K_{p(acc)} * I'_d * \rho \text{ (V)} = 0,0303 * 190,23 * 300 = 199,32 \text{ V}$$

$$U_E = R_T * I'_d = 20,7 * 190,23 = 3937,76 \text{ V}$$

Los resultados obtenidos se presentan en la siguiente tabla:

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

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Tensión de paso en el exterior	$U'_p = 827,5 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p = 7276 \text{ V.}$
Tensión de paso en el acceso	$U'_p \text{ (acc)} = 199,32 \text{ V.}$	$\leq$	$U_p \text{ (acc)} = 12940,71 \text{ V.}$

Tensión e intensidad de defecto.

Concepto	Valor calculado	Condición	Valor admisible
Aumento del potencial de tierra	$U_E = 3937,76 \text{ V.}$	$\leq$	$U_{bt} = 10000 \text{ V.}$
Intensidad de defecto	$I_d = 190,23 \text{ A.}$	$>$	

Tensión de contacto.

Las puertas y rejillas metálicas que den al exterior del centro no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar sometidas a tensión debido a defectos o averías.

En el piso del Centro, se instalará un mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm formando una retícula no superior de 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos preferentemente opuestos a la puesta a tierra de protección del centro, consiguiéndose de esta manera una superficie equipotencial, con lo que desaparece el riesgo inherente a la tensión de contacto y de paso interior. Este mallazo se cubrirá con una capa de hormigón de 10 cm. de espesor como mínimo.

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

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

$$D \geq \frac{\rho * I_d}{2 * U_D * \pi} = \frac{\rho * I_d}{2.000 * \pi} = \frac{300 * 300}{2.000 * \pi} = 14,32 \text{ m}$$



Jaén, Septiembre de 2020

Fdo. Macarena Ortega Pérez



ANEXO N. °2: ESTUDIO DEL POTENCIAL SOLAR



ÍNDICE

1. ESTUDIO POTENCIAL SOLAR	1
1.1 RADIACIÓN SOLAR	1
1.2 PRODUCCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO	3
1.3 RENDIMIENTO ENERGÉTICO DEL SISTEMA (PR)	3
1.3.1 PÉRDIDAS POR EL PUNTO DE TRABAJO	4
1.3.2 PÉRDIDAS POR TEMPERATURA	4
1.3.3 PÉRDIDAS POR SUCIEDAD	5
1.3.4 PÉRDIDAS POR REFLECTANCIA ANGULAR	5
1.3.5 PÉRDIDAS POR REFLECTANCIA ANGULAR	5
1.4 RENDIMIENTOS EN EL RESTO DEL SISTEMA	6
1.4.1 RENDIMIENTO DEL CONVERTIDOR	6
1.4.2 PÉRDIDAS POR CABLEADO	6
1.4.3 OTRAS PÉRDIDAS	6



1. ESTUDIO POTENCIAL SOLAR

1.1 RADIACIÓN SOLAR

El dimensionamiento del sistema se fundamenta en el conocimiento de la radiación media diaria mensual sobre la superficie inclinada y orientada hacia el Sur con ángulo acimutal cero. Este valor se denomina $G_{dm}(\alpha, \beta)$ y se puede calcular a partir de la media diaria mensual recibida sobre la horizontal $G_{dm}(0)$ aplicando un factor de conversión R que debe calcularse para cada lugar.

Los métodos que se han seguido para pasar de los valores $G_{dm}(0)$ a los $G_{dm}(\alpha, \beta)$ son los de "Liu y Jordan" y de "Klein, Duffie y Beckman".

Liu y Jordan han indicado que, a largo plazo, el clima de una localidad determinada se puede definir con suficiente fiabilidad por:

$$K_T = \frac{G_{dm}(0)}{G_{ext}(0)}$$

Donde:

$G_{dm}(0)$: Radiación total media diaria mensual sobre la horizontal

$G_{ext}(0)$: Radiación total media diaria mensual extraterrestre sobre una superficie horizontal calculada por métodos geométricos para el día 16 de cada mes.

De esta forma, K_T es, en algún modo, un "índice de nubosidad" mensual, de forma que cuando tiene un valor alto indica tiempo soleado y por el contrario, cuando es bajo, es señal de nubosidad. El valor de K_T oscila generalmente entre 0,3 y 0,75 y al igual que $G_{dm}(0)$ puede encontrarse tabulado en algunos países para distintas localidades y meses del año. El valor de $G_{dm}(0)$ varía para las distintas épocas del año debido no sólo a la nubosidad cambiante sino a la inclinación del eje de rotación de la Tierra respecto de la elíptica. Las fórmulas que se han utilizado en los cálculos han sido:

$$\delta = 23,45 * \sin\left(360 * \frac{284 + n}{365}\right)$$

$$R = \left(1 - \frac{D}{G_{dm}(0)}\right) * R_D + \frac{D}{G_{dm}(0)} * \left(\frac{1 + \cos \beta}{2}\right) + \rho * \left(\frac{1 - \cos \beta}{2}\right)$$

$$\frac{D}{G_{dm}(0)} = 1,3903 - 4,0273K_T + 5,541K_T^2 - 3,108K_T^3 \dots \dots$$

$$R_D = \frac{\cos(\phi - \beta) * \cos(\delta) * \sin(W_s') * W_s'' * \sin(\phi - \beta) * \sin(\delta)}{\cos(\phi) * \cos(\delta) * \sin(W_s) * W_s^* * \sin(\phi) * \sin(\delta)}$$



$$G_{ext}(0) = \frac{24}{\pi} * G_{sc} * \left[1 + 0,033 * \cos\left(\frac{360 * n}{365}\right) \right] * \cos(\phi) * \cos(\delta) * \sin(W_s) + W_s \\ * \frac{2\pi}{360} \sin(\phi) * \sin(\delta)$$

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = R * G_{dm}(0)$$

$$W_s = \arccos(-\tan(\delta) * \tan(\phi))$$

$$W = \arccos - (\tan(\delta) * \tan(\phi - \beta))$$

Donde:

K_T : Índice de nubosidad mensual.

$G_{dm}(0)$: Radiación media diaria mensual sobre superficie horizontal.

$G_{ext}(0)$: Radiación media diaria mensual extraterrestre sobre superficie horizontal.

$G_{dm}(\alpha, \beta)$: Radiación media diaria mensual sobre plano inclinado y orientado al sur.

δ : Declinación solar.

n : Número de orden del día tomando $n = 1$ para el 1 de enero.

β : Inclinación de los paneles.

ρ : Reflectancia del suelo.

ϕ : Latitud.

W : Ángulo Solar Horario.

W_s : Angulo de la Puesta de Sol en grados.

W'_s : Valor mínimo entre W_s y W .

W''_s : Valor de W'_s expresado en radianes.

D : Radiación Difusa diaria mensual sobre superficie horizontal.

W^*_s : Valor del Ángulo de la Puesta de Sol expresado en radianes

G_{sc} : Constante solar de valor 1.353 W/m^2 .

Por tanto, los resultados obtenidos aplicando las fórmulas correspondientes han sido los que siguen.

Radiación media diaria mensual sobre superficie horizontal, $G(0)_{dm}$



Los datos mensuales son los obtenidos para la base de datos de Meteonorm para las coordenadas facilitadas, son los siguientes.

	GlobHor	DiffHor	T_Amb
	kWh/m ²	kWh/m ²	°C
Enero	83,8	27,3	9,64
Febrero	96	33,9	11,95
Marzo	144,5	56,3	15,05
Abril	181,2	66,1	16,88
Mayo	214,9	77	21,49
Junio	239,9	63,7	26,65
Julio	254,1	48,2	29,46
Agosto	224,3	49,2	29,27
Septiembre	163,2	51,7	24,79
Octubre	122	45,7	20,13
Noviembre	92,7	26,4	13,6
Diciembre	75,6	24,3	10,7
Año	1892,2	569,8	19,18

Tabla 1. datos mensuales son los obtenidos para la base de datos de Meteonorm.

1.2 PRODUCCIÓN DEL GENERADOR FOTOVOLTAICO

Para calcular la producción media se parte de la media de irradiación solar recibida en un m² de superficie con una orientación α y una inclinación β iguales a las del campo fotovoltaico.

Para conocer la cantidad de energía captada por una superficie inclinada en un mes dado, se toma de las tablas de irradiación (Servicio Meteorológico Nacional) el dato referente a ese mes y se multiplica por el factor de conversión “R” correspondiente a ese mes para la orientación e inclinación escogida.

$$G_{dm}(\alpha, \beta) = R * G_{dm}(0)$$

Puesto que la producción de un módulo fotovoltaico es directamente proporcional a la radiación, bastaría multiplicar la $G_{dm}(\alpha, \beta)$ expresada en kWh/(m²*día) por los kilovatios pico (kWp) nominales del campo fotovoltaico para obtener la producción teórica del mismo en un día.

Como en cualquier sistema existen pérdidas, para obtener la producción real habría que multiplicar la producción teórica por el rendimiento energético del sistema o “performance ratio” PR, estas pérdidas las componen.

4.3 RENDIMIENTO ENERGÉTICO DEL SISTEMA (PR).

Rendimiento del Campo Solar Fotovoltaico



Ateniéndonos al propio campo solar, el rendimiento estará condicionado al menos por las siguientes posibles fuentes de pérdidas:

4.3.1 PÉRDIDAS POR EL PUNTO DE TRABAJO.

La potencia pico de un módulo expresada en Wp, viene dada para el punto donde el producto del voltaje por la intensidad es máximo. Esta condición sólo se cumple si existe un dispositivo que controle las condiciones de trabajo del módulo y lo sitúe siempre en el punto de máxima potencia (pmp).

En el caso que nos ocupa, los convertidores de conexión a red incorporan este dispositivo. Por tanto, en esta instalación las pérdidas por este concepto se limitan a la precisión que tenga el dispositivo de búsqueda del punto de máxima potencia.

$$\eta_{pt}=0,98$$

4.3.2 PÉRDIDAS POR TEMPERATURA.

Las características técnicas de un módulo solar se facilitan para unas condiciones estándares de medida:

Radiación 1.000 W/m²

Distribución espectral 1,5 AM

Temperatura de la célula 25°C

La producción es proporcional a la intensidad de radiación, la distribución espectral tiene una influencia significativa en la potencia suministrada y por último la temperatura influye en el voltaje de circuito abierto del módulo de forma negativa. Para una sola célula la proporción es de:

$$\frac{dV_{co}}{dT_c} = -160mV/^{\circ}C$$

Determinación de la temperatura de trabajo de un módulo. Conociendo la disminución de potencia por °C de aumento, nos queda determinar la temperatura de trabajo del módulo fotovoltaico. El dato facilitado por el fabricante es el TONC (Temperatura de Operación de la Célula) que se define como la temperatura que alcanza el módulo solar cuando se le somete a las siguientes condiciones:

Radiación 800 W/m²

Temperatura de célula 20°C



Velocidad del viento 1m/s

La temperatura en una célula depende exclusivamente de la temperatura ambiente y de la intensidad de radiación solar.

$$T_c - T_{amb} = C * G_{dm}(\alpha, \beta)$$

Donde “C” es una constante con el siguiente valor:

$$C = \frac{TONC(^{\circ}C) - 20}{800 \text{ W/m}^2}$$

El valor de TONC es de 47°C, por tanto:

$$C = 0,034^{\circ}C/(W/m^2)$$

1.3.3 PÉRDIDAS POR SUCIEDAD

Las pérdidas por acumulación de polvo en los módulos pueden oscilar entre el 0% después de llover y el 8% cuando los módulos están muy sucios. Como valor medio se toma un rendimiento de:

$$\eta_{pol} = 0,96$$

1.3.4 PÉRDIDAS POR REFLECTANCIA ANGULAR

Las pérdidas por reflectancia angular y espectral pueden despreciarse cuando se mide el campo fotovoltaico al mediodía solar (+/- 2 h) y también cuando se mide la radiación solar con una célula calibrada de tecnología equivalente (CTE) al módulo fotovoltaico. Las pérdidas anuales son mayores en células con capas antirreflexivas que en células texturizadas. Son mayores en invierno que en verano. También son mayores en localidades de mayor latitud. Pueden oscilar a lo largo de un día entre 0 y 6 %.

1.3.5 PÉRDIDAS POR REFLECTANCIA ANGULAR

Las pérdidas por reflectancia angular y espectral pueden despreciarse cuando se mide el campo fotovoltaico al mediodía solar (+/- 2 h) y también cuando se mide la radiación solar con una célula calibrada de tecnología equivalente (CTE) al módulo fotovoltaico. Las pérdidas anuales son mayores en células con capas antirreflexivas que en células texturizadas. Son mayores en invierno que en verano. También son mayores en localidades de mayor latitud. Pueden oscilar a lo largo de un día entre 0 y 6 %.



1.4 RENDIMIENTOS EN EL RESTO DEL SISTEMA

1.4.1 RENDIMIENTO DEL CONVERTIDOR

El rendimiento de un convertidor CC/CA puede variar mucho en función de su calidad, forma de onda, régimen de trabajo, etc. En nuestro caso particular el rendimiento dado por el fabricante es:

$$\eta_{inv} = 0,988$$

1.4.2 PÉRDIDAS POR CABLEADO

Las pérdidas máximas en el cableado suelen ser de un 1,5% en la parte AC y un 1,5% en las líneas DC (total 3). Las pérdidas medias serán proporcionales al régimen medio de trabajo del sistema que se puede calcular partiendo de la irradiancia media G_{med} para la zona.

1.4.3 OTRAS PÉRDIDAS

En este apartado se tiene en cuenta la disponibilidad del sistema, que va a depender de la calidad de la tensión y la frecuencia de la red, posibles cortes de suministro, etc. Como valor medio se puede considerar:

$$\eta_{otros} = 0,98$$

En el anexo III, se adjunta el informe de simulación de PVSYST.

Jaén, Septiembre de 2020

Fdo. Macarena Ortega Pérez

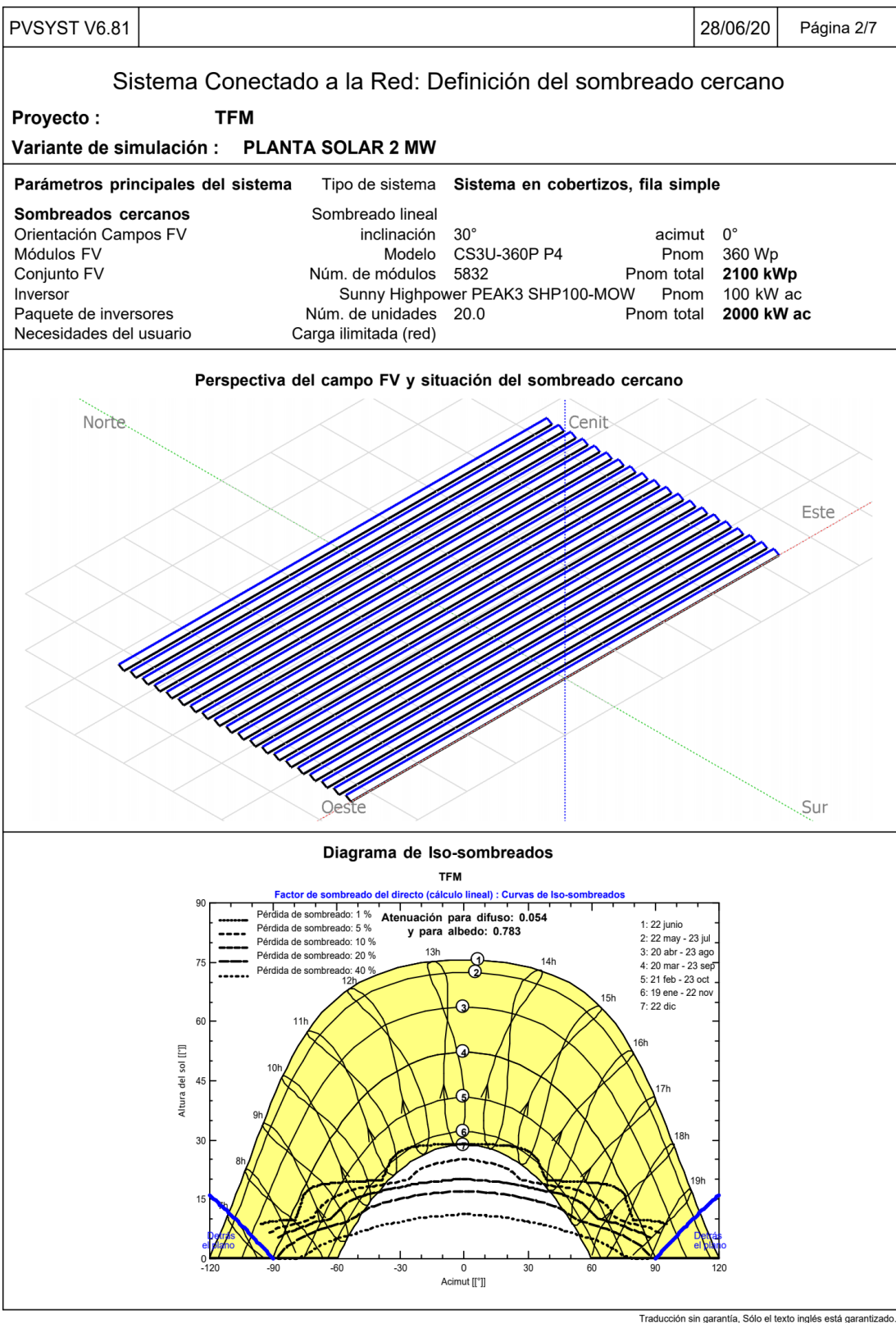


ANEXO N. °3: SIMULACIÓN PVSYST



PVSYS V6.81			28/06/20	Página 1/7				
Sistema Conectado a la Red: Parámetros de la simulación								
Proyecto : TFM								
Sitio geográfico		Jaén	País	Espana				
Ubicación		Latitud 37.80° N	Longitud	-3.79° W				
Tiempo definido como		Hora Legal	Huso horario UT+1	Altitud 0 m				
Albedo		0.20						
Datos meteorológicos:		Jaén	Jaén_MN72.SIT - Sintético					
Variante de simulación : PLANTA SOLAR 2 MW								
Fecha de simulación		17/06/20 19h00						
Parámetros de la simulación								
Tipo de sistema		Sistema en cobertizos, fila simple						
Orientación plano captador		Inclinación 30°	Acimut	0°				
Configuración de los cobertizos		Núm. de cobertizos 20	Conjunto en cobertizos simple					
Separación entre cobertizos		6.09 m	Ancho receptor	3.04 m				
Banda inactiva		Arriba 0.02 m	Abajo	0.02 m				
Ángulo límite de sombreado		Ángulo de perfil límite 23.9°	Factor de ocupación del suelo (GCR) 49.9 %					
Modelos empleados		Transposición Perez	Difuso	Perez, Meteonorm				
Horizonte		Sin horizonte						
Sombreados cercanos		Sombreado lineal						
Necesidades del usuario :		Carga ilimitada (red)						
Características del conjunto FV								
Módulo FV		Si-poly	Modelo	CS3U-360P P4				
Base de datos PVsyst original		Fabricante	Canadian Solar Inc.					
Número de módulos FV		En serie	18 módulos	En paralelo 324 cadenas				
Núm. total de módulos FV		Núm. módulos	5832	Pnom unitaria 360 Wp				
Potencia global del conjunto		Nominal (STC)	2100 kWp	En cond. de funciona. 1907 kWp (50°C)				
Caract. funcionamiento del conjunto (50°C)		U mpp	641 V	I mpp 2974 A				
Superficie total		Superficie módulos	11571 m²	Superficie célula 10313 m²				
Inversor		Modelo	Sunny Highpower PEAK3 SHP100-MOW					
Parámetros definidos por el usuario		Fabricante	SMA					
Características		Voltaje de funcionam.	590-800 V	Pnom unitaria 100 kWac				
Paquete de inversores		Núm. de inversores	20 unidades	Potencia total 2000 kWac				
				Relación Pnom 1.05				
Factores de pérdida del conjunto FV								
Suciedad del conjunto			Fracción de pérdidas	3.0 %				
Factor de pérdidas térmicas		Uc (const) 20.0 W/m²K	Uv (viento)	0.0 W/m²K / m/s				
Pérdida óhmica en el Cableado		Res. global conjunto 3.6 mOhm	Fracción de pérdidas	1.5 % en STC				
Pérdida Calidad Módulo			Fracción de pérdidas	-0.3 %				
Pérdidas de "desajuste" Módulos			Fracción de pérdidas	1.0 % en MPP				
Pérdidas de "desajuste" cadenas			Fracción de pérdidas	0.10 %				
Efecto de incidencia, perfil definido por el usuario (IAM): Perfil personalizado								
10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
0.998	0.998	0.995	0.992	0.986	0.970	0.917	0.763	0.000

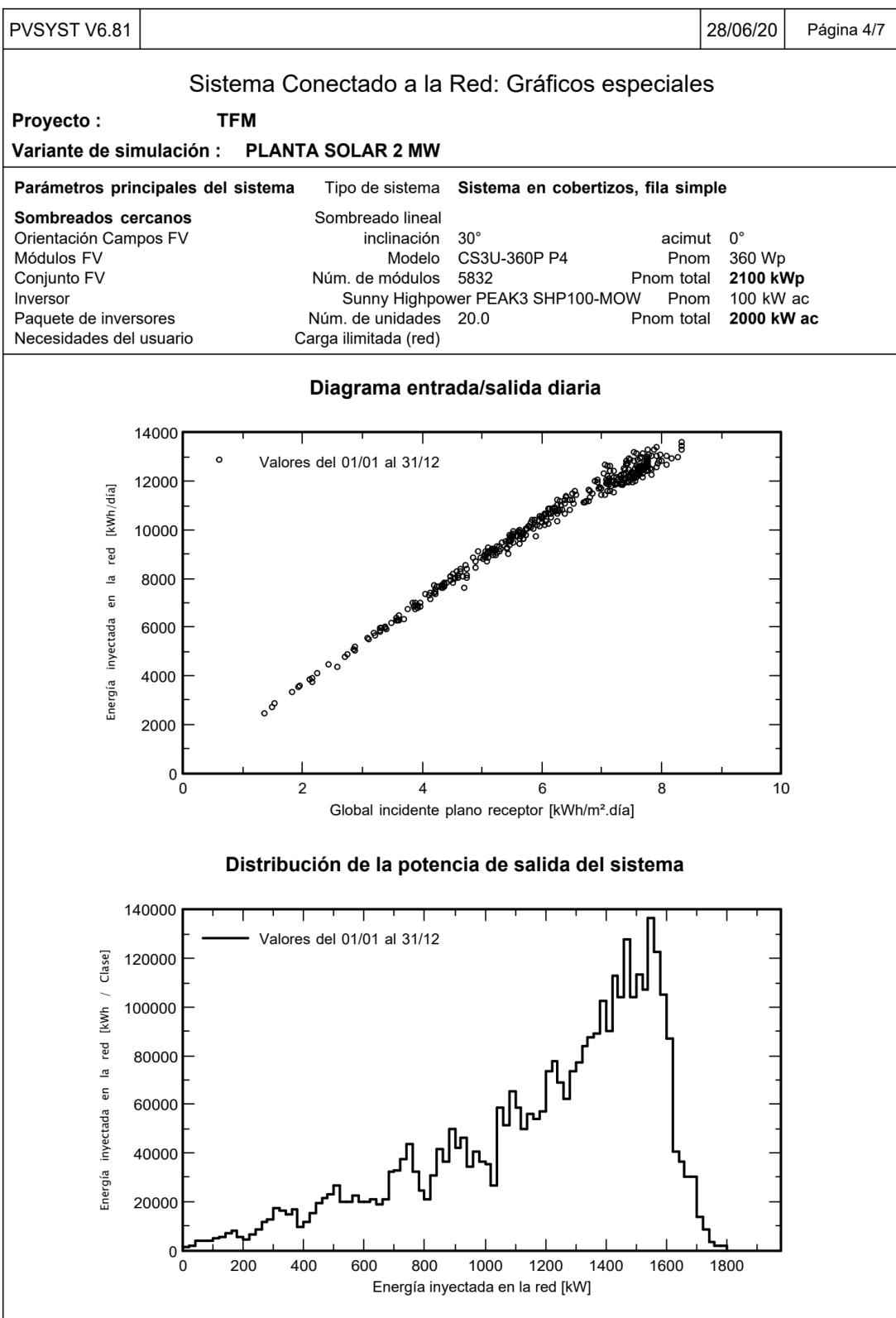
Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.



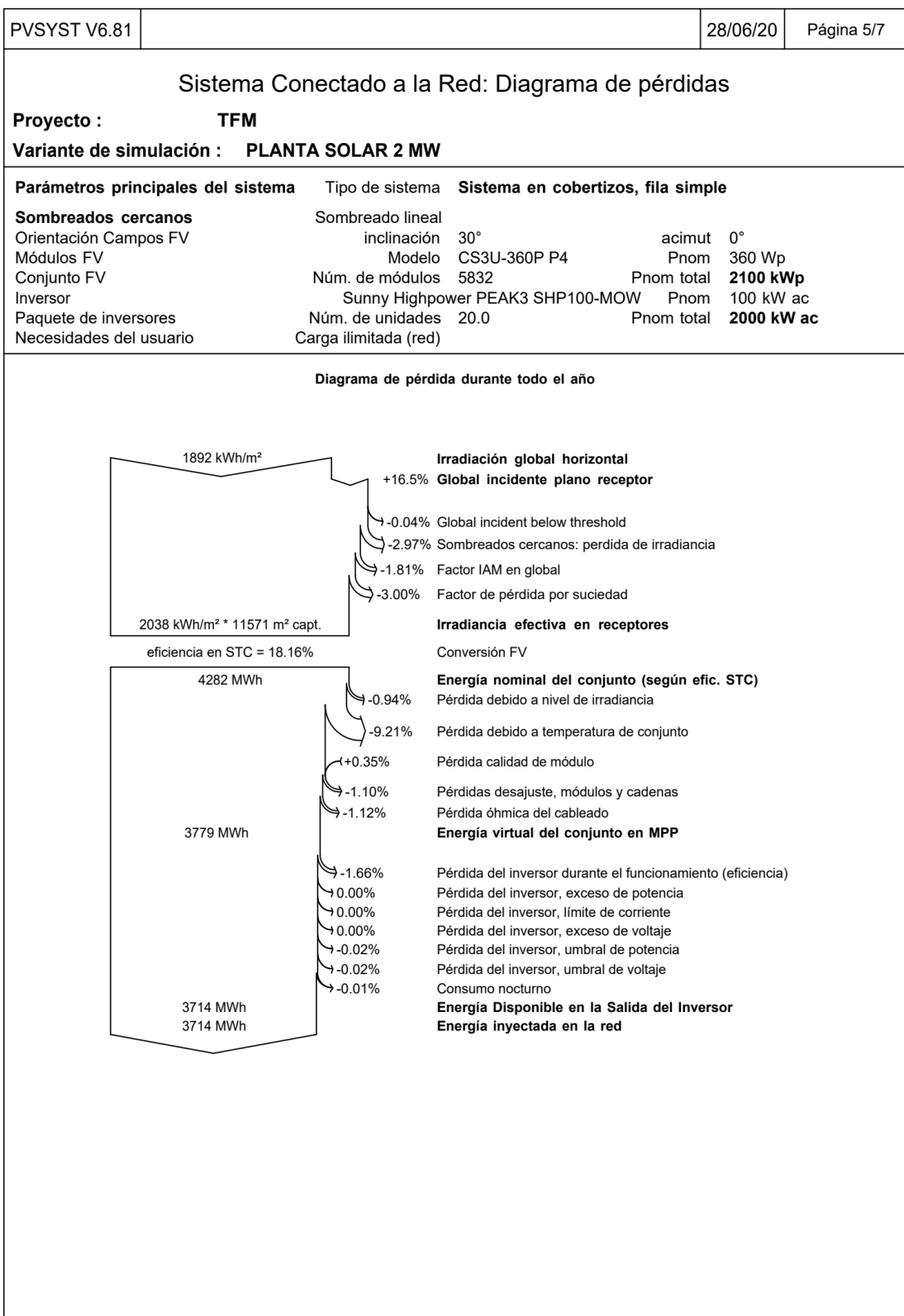


PVSYST V6.81		28/06/20		Página 3/7				
Sistema Conectado a la Red: Resultados principales								
Proyecto :		TFM						
Variante de simulación :		PLANTA SOLAR 2 MW						
Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema		Sistema en cobertizos, fila simple				
Sombreados cercanos		Sombreado lineal						
Orientación Campos FV		inclinación		30°				
Módulos FV		Modelo		CS3U-360P P4				
Conjunto FV		Núm. de módulos		5832				
Inversor		Sunny Highpower		PEAK3 SHP100-MOW				
Paquete de inversores		Núm. de unidades		20.0				
Necesidades del usuario		Carga ilimitada (red)						
				acimut 0°				
				Pnom 360 Wp				
				Pnom total 2100 kWp				
				Pnom 100 kW ac				
				Pnom total 2000 kW ac				
Resultados principales de la simulación								
Producción del sistema		Energía producida		3714 MWh/año				
		Índice de rendimiento (PR)		80.24 %				
		Produc. específica		1769 kWh/kWp/año				
Producciones normalizadas (por kWp instalado): Potencia nominal 2100 kWp								
PLANTA SOLAR 2 MW								
Balances y resultados principales								
	GlobHor	DiffHor	T_Amb	GlobInc	GlobEff	EArray	E_Grid	PR
	kWh/m²	kWh/m²	°C	kWh/m²	kWh/m²	MWh	MWh	
Enero	83.8	27.30	9.64	138.2	126.0	247.7	243.6	0.840
Febrero	96.0	33.90	11.95	137.0	127.2	246.1	241.6	0.840
Marzo	144.5	56.30	15.05	178.5	165.3	315.3	310.1	0.827
Abril	181.2	66.10	16.88	197.8	182.7	344.7	338.8	0.816
Mayo	214.9	77.00	21.49	210.9	194.0	358.6	352.4	0.796
Junio	239.9	63.70	26.65	225.2	208.2	373.7	367.5	0.777
Julio	254.1	48.20	29.46	242.8	225.9	396.1	389.4	0.764
Agosto	224.3	49.20	29.27	235.8	219.7	386.0	379.7	0.767
Septiembre	163.2	51.70	24.79	193.1	179.2	325.1	319.7	0.789
Octubre	122.0	45.70	20.13	165.4	153.4	287.5	282.8	0.814
Noviembre	92.7	26.40	13.60	149.6	137.8	265.2	260.6	0.830
Diciembre	75.6	24.30	10.70	130.4	118.3	232.3	228.2	0.834
Año	1892.2	569.80	19.18	2204.8	2037.6	3778.4	3714.5	0.802
Leyendas:		Irradiación global horizontal		GlobEff		Global efectivo, corr. para IAM y sombreados		
DiffHor		Irradiación difusa horizontal		EArray		Energía efectiva en la salida del conjunto		
T_Amb		Temperatura Ambiente		E_Grid		Energía inyectada en la red		
GlobInc		Global incidente plano receptor		PR		Índice de rendimiento		

Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.



Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.



Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.



PVSYST V6.81		28/06/20		Página 6/7	
Sistema Conectado a la Red: Evaluación P50 - P90					
Proyecto :		TFM			
Variante de simulación :		PLANTA SOLAR 2 MW			
Parámetros principales del sistema		Tipo de sistema		Sistema en cobertizos, fila simple	
Sombreados cercanos		Sombreado lineal			
Orientación Campos FV		inclinación		30°	
Módulos FV		Modelo		CS3U-360P P4	
Conjunto FV		Núm. de módulos		5832	
Inversor		Sunny Highpower		PEAK3 SHP100-MOW	
Paquete de inversores		Núm. de unidades		20.0	
Necesidades del usuario		Carga ilimitada (red)			
				acimut 0°	
				Pnom 360 Wp	
				Pnom total 2100 kWp	
				Pnom 100 kW ac	
				Pnom total 2000 kW ac	

Evaluación de la previsión de la probabilidad de producción

La distribución de la probabilidad de producción del sistema para diferentes años depende principalmente de los datos meteorológicos utilizados para la simulación, y depende de las siguientes opciones:

Origen de los datos meteorológicos	Jaén_MN72.SIT			
Datos meteorológicos	Tipo	Promedios mensuales	Sintético	Promedio plurianual
Desviación especificada	Cambio climático	0.0 %		
Variabilidad de un año al otro	Varianza	2.5 %		

La varianza de la distribución de probabilidad depende también de las incertidumbres de ciertos parámetros del sistema

Desviación especificada	Parám./modelo de módulo FV	1.0 %	
	Incertidumbre eficiencia inversor	0.5 %	
	Incertitudes ensuciado y desajuste	1.0 %	
	Incertidumbre de la degradación	1.0 %	
Variabilidad global (meteorología y sistema)	Varianza	3.1 %	(suma cuadrática)

Probabilidad de producción anual

Variabilidad	114 MWh
P50	3714 MWh
P90	3568 MWh
P95	3526 MWh

Probability distribution

P50	= 3714470 kWh
E_Grid simul	= 3714470 kWh
P90	= 3567663 kWh
P95	= 3526358 kWh

Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.



PVSYS V6.81		28/06/20	Página 7/7
-------------	--	----------	------------

Sistema Conectado a la Red: CO2 Balance

Proyecto : TFM

Variante de simulación : PLANTA SOLAR 2 MW

Parámetros principales del sistema	Tipo de sistema	Sistema en cobertizos, fila simple
Sombreados cercanos	Sombreado lineal	
Orientación Campos FV	inclinación 30°	acimut 0°
Módulos FV	Modelo CS3U-360P P4	Pnom 360 Wp
Conjunto FV	Núm. de módulos 5832	Pnom total 2100 kWp
Inversor	Sunny Highpower PEAK3 SHP100-MOW	Pnom 100 kW ac
Paquete de inversores	Núm. de unidades 20.0	Pnom total 2000 kW ac
Necesidades del usuario	Carga ilimitada (red)	

Produced Emissions **Total: 3707.53 tCO2**

Source: Detailed calculation from table below

Replaced Emissions **Total: 31981.6 tCO2**

System production: 3714.47 MWh/año Lifetime: 30 years

Annual Degradation: 1.0 %

Grid Lifecycle Emissions: 287 gCO2/kWh

Source: IEA List Country: Spain

CO2 Emission Balance **Total: 24041.8 tCO2**

System Lifecycle Emissions Details:

Item	Modules	Supports
LCE	1713 kgCO2/kWp	1.91 kgCO2/kg
Quantity	2100 kWp	58320 kg
Subtotal [kgCO2]	3595890	111641

Traducción sin garantía. Sólo el texto inglés está garantizado.



Jaén, Septiembre de 2020

Fdo. Macarena Ortega Pérez



ANEXO N. °4: FICHAS TÉCNICAS



KuMax

HIGH EFFICIENCY POLY MODULE

CS3U-350 | 355 | 360P

(1000 V / 1500 V)

MORE POWER



Low power loss in cell connection



Low NMOT: 42 ± 3 °C
Low temperature coefficient (Pmax): -0.37 % / °C



Better shading tolerance



High PTC rating of up to: 92.64 %

MORE RELIABLE



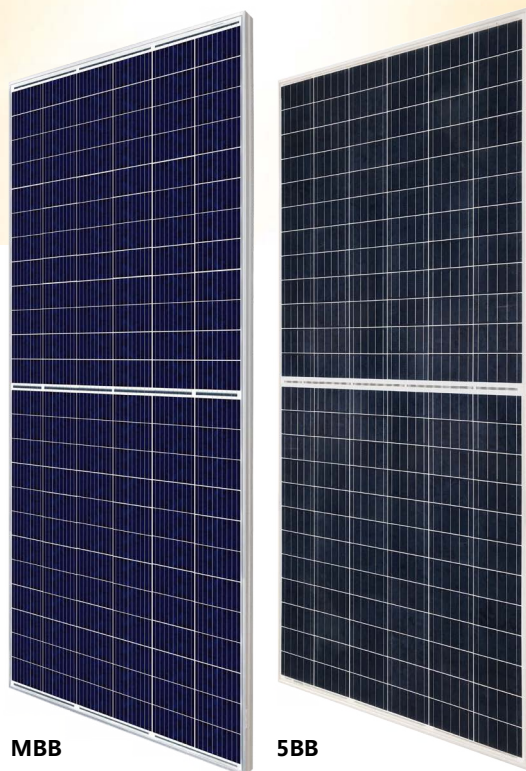
Lower hot spot temperature



Minimizes micro-cracks



Heavy snow load up to 5400 Pa,
wind load up to 3600 Pa*



MBB

5BB



linear power output warranty



product warranty on materials
and workmanship

MANAGEMENT SYSTEM CERTIFICATES

ISO 9001:2015 / Quality management system
ISO 14001:2015 / Standards for environmental management system
OHSAS 18001:2007 / International standards for occupational health & safety

PRODUCT CERTIFICATES*

IEC 61215 / IEC 61730: VDE / CE / MCS / CEC AU
UL 1703 / IEC 61215 performance: CEC listed (US) / FSEC (US Florida)
UL 1703: CSA / IEC61701 ED2: VDE / IEC62716: VDE / IEC60068-2-68: SGS
Take-e-way



*We can provide this product with special BOM specifically certified with salt mist, ammonia and sand blowing tests. Please talk to our local technical sales representatives to get your customized solutions.

CANADIAN SOLAR INC. is committed to providing high quality solar products, solar system solutions and services to customers around the world. No. 1 module supplier for quality and performance/price ratio in IHS Module Customer Insight Survey. As a leading PV project developer and manufacturer of solar modules with over 30 GW deployed around the world since 2001.

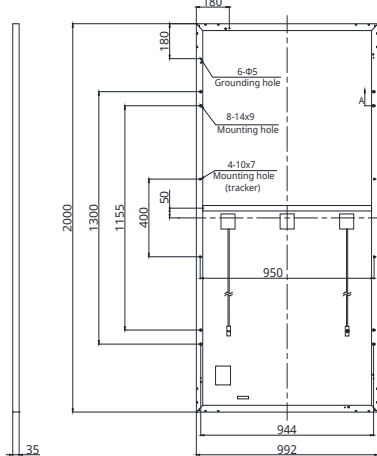
* For detailed information, please refer to the Installation Manual.

CANADIAN SOLAR INC.

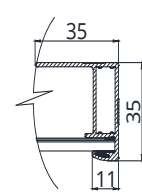
545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

ENGINEERING DRAWING (mm)

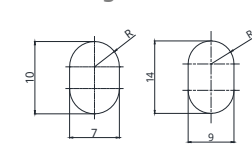
Rear View



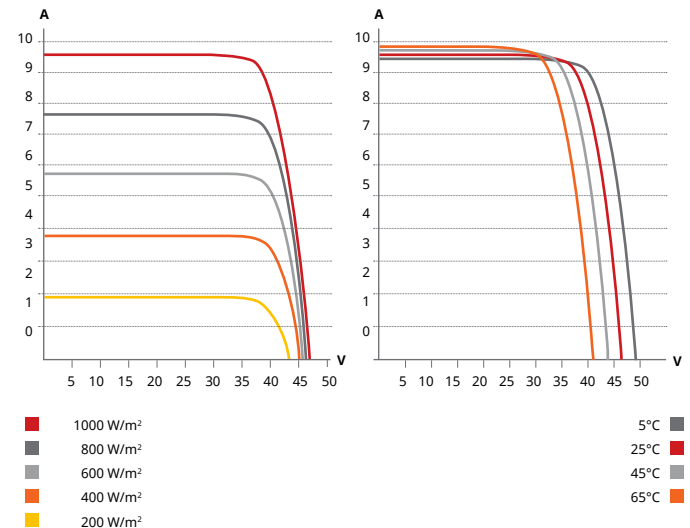
Frame Cross Section A-A



Mounting Hole



CS3U-355P / I-V CURVES



ELECTRICAL DATA | STC*

CS3U	350P	355P	360P
Nominal Max. Power (Pmax)	350 W	355 W	360 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	39.2 V	39.4 V	39.6 V
Opt. Operating Current (Imp)	8.94 A	9.02 A	9.10 A
Open Circuit Voltage (Voc)	46.6 V	46.8 V	47.0 V
Short Circuit Current (Isc)	9.51 A	9.59 A	9.67 A
Module Efficiency	17.64%	17.89%	18.15%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C		
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)		
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 1703) or CLASS C (IEC 61730)		
Max. Series Fuse Rating	30 A		
Application Classification	Class A		
Power Tolerance	0 ~ + 5 W		

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS3U	350P	355P	360P
Nominal Max. Power (Pmax)	260 W	264 W	268 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	36.2 V	36.4 V	36.6 V
Opt. Operating Current (Imp)	7.18 A	7.25 A	7.31 A
Open Circuit Voltage (Voc)	43.7 V	43.9 V	44.1 V
Short Circuit Current (Isc)	7.67 A	7.74 A	7.80 A

* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 X (12 X 6)]
Dimensions	2000 X 992 X 35 mm (78.7 X 39.1 X 1.38 in)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 400 mm (15.7 in) (+) / 280 mm (11.0 in) (-); landscape: 1250 mm (49.2 in); leap-frog connection: 1670 mm (65.7 in)*
Connector	T4 series
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	660 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.37 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.29 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

PARTNER SECTION



* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. Canadian Solar Inc. reserves the right to make necessary adjustments to the information described herein at any time without further notice. Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CANADIAN SOLAR INC.

545 Speedvale Avenue West, Guelph, Ontario N1K 1E6, Canada, www.canadiansolar.com, support@canadiansolar.com

SHP 100-20 / SHP 150-20



Rentable

- Alta densidad de potencia con 150 kW gracias al diseño compacto
- Máx. rendimiento gracias a la posible proporción CC/CA de hasta el 150 %

Seguro

- Máxima disponibilidad de la planta con unidades de 150 kW
- Funciones digitales con vocación de futuro adaptadas a la plataforma de gestión de la energía ennexOS

Flexible

- Para tensiones de entrada de CC de hasta 1500 V
- Soluciones de CC flexibles mediante cajas de conexión del generador específicas para el cliente

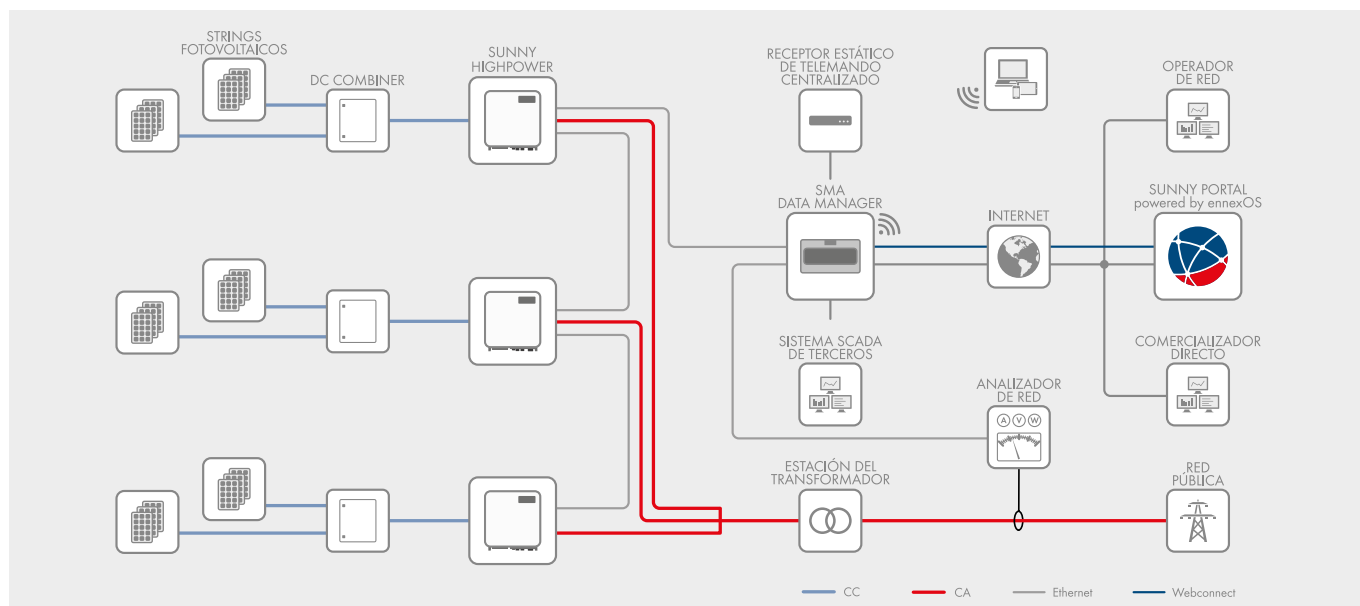
Fácil instalación

- Manejo ergonómico y conexión sencilla para una rápida instalación
- Puesta en marcha y regulación centralizadas de la planta fotovoltaica mediante el SMA Data Manager

SUNNY HIGHPOWER PEAK3

Ya preparado para el futuro

El Sunny Highpower PEAK3 es el componente central de la solución de SMA para centrales fotovoltaicas con arquitectura descentralizada y tensiones de sistema de 1500 voltios de CC. Este compacto inversor de string, con su alta densidad de potencia, materializa soluciones optimizadas desde el punto de vista de los costes para aplicaciones fotovoltaicas industriales. Facilita el transporte y permite una instalación y puesta en marcha rápidas. El inversor de string con 150 kW de potencia dispone del servicio automático SMA Smart Connected para que las visitas de mantenimiento sean proactivas, facilitando así la gestión operativa y el mantenimiento y reduciendo de forma significativa los gastos de servicio técnico a lo largo de toda la vida del proyecto.



Datos técnicos	Sunny Highpower 100-20	Sunny Highpower 150-20
Entrada (CC)		
Potencia máx. del generador fotovoltaico	150000 Wp	225000 Wp
Tensión de entrada máx.	1000 V	1500 V
Rango de tensión MPP/tensión asignada de entrada	590 V a 1000 V/590 V	880 V a 1450 V/880 V
Corriente de entrada máx./Corriente de cortocircuito máx.	180 A/325 A	180 A/325 A
Número de seguidores del MPP independientes	1	1
Número de entradas	1 o 2 (opcional) para cajas de conexión del generador externas	
Salida (CA)		
Potencia asignada a tensión nominal	100000 W	150000 W
Potencia máx. aparente de CA	100000 VA	150000 VA
Tensión nominal de CA/intervalo de tensión de CA	400 V/304 V a 477 V	600 V/480 V a 690 V
Frecuencia de red de CA/rango	50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 66 Hz	50 Hz/44 Hz a 55 Hz 60 Hz/54 Hz a 66 Hz
Frecuencia de red asignada	50 Hz	50 Hz
Corriente máx. de salida	151 A	151 A
Factor de potencia a potencia asignada/factor de desfase ajustable	1/0 inductivo a 0 capacitivo	1/0 inductivo a 0 capacitivo
Armónicos (THD)	< 3 %	< 3 %
Fases de inyección/conexión de CA	3/3-PE	3/3-PE
Rendimiento		
Rendimiento máx./rendimiento europeo	98,8 %/98,6 %	99,1 %/98,8 %
Dispositivos de protección		
Monitorización de toma a tierra/monitorización de red/protección contra polarización inversa de CC	• / • / •	• / • / •
Resistencia al cortocircuito de CA/Con separación galvánica	• / -	• / -
Unidad de seguimiento de la corriente residual sensible a la corriente universal	•	•
Descargadores de sobretensión (tipo II) CA/CC monitorizados	• / •	• / •
Clase de protección (según IEC 62109-1)/Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)	I/CA: III; CC: II	I/CA: III; CC: II
Datos generales		
Dimensiones (ancho/alto/fondo)	770 mm/830 mm/444 mm (30,3 in/32,7 in/17,5 in)	
Peso	98 kg (216 lb)	
Rango de temperatura de funcionamiento	-25 °C a +60 °C (-13 °F a +140 °F)	
Emisión sonora, típica	< 65 dB(A)	
Autoconsumo (nocturno)	< 5 W	
Topología	Sin transformador	
Sistema de refrigeración	OptiCool, sistema de refrigeración activa, ventiladores con regulación de número de revoluciones	
Tipo de protección (según IEC 60529)	IP65	
Valor máximo permitido para la humedad relativa (sin condensación)	100 %	
Equipamiento/Función/Accesorios		
Conexión de CC/CA	Terminal de cable (hasta 300 mm²)/borne roscado (hasta 150 mm²)	
Indicador led (estado/error/comunicación)	•	
Interfaz ethernet	• (2 puertos)	
Interfaz de datos: SMA Modbus/SunSpec Modbus/Speedwire, Webconnect	• / • / •	
Tipo de montaje	Montaje en bastidor	
OptiTrac Global Peak/Integrated Plant Control/Q on Demand 24/7	• / • / •	
Compatible con redes aisladas/con SMA Fuel Save Controller	• / •	
Garantía: 5/10/15/20 años	• / • / • / •	
Certificados y autorizaciones (previstos)	IEC 62109-1/2, AR N-4110, AR N-4120, CEI 0-16, C10/11:2012, EN 50549, PEA 2017, DEWA	
• De serie ○ Opcional - No disponible Datos en condiciones nominales Actualizado: enero 2019		
Modelo comercial	SHP 100-20	SHP 150-20



TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K

Cable para instalaciones solares fotovoltaicas TÜV y EN.

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502

DISEÑO

Conductor

Cobre electrolítico estañado, clase 5 (flexible)

según UNE-EN 60228
e IEC 60228.

Aislamiento

Goma libre de halógenos

Cubierta

Goma libre de halógenos de color negro o rojo.



D_{ca} - s2, d2, a2

APLICACIONES

El cable Topsolar H1Z2Z2-K, certificado TÜV y EN, es apto para instalaciones fotovoltaicas, tanto en servicio móvil como en instalación fija. Cable muy flexible especialmente indicado para la conexión entre paneles fotovoltaicos, y desde los paneles al inversor de corriente continua o alterna. Compatible con la mayoría de conectores. Gracias al diseño de sus materiales, puede ser instalado a la intemperie en plenas garantías.

TOP CABLE TOPSOLAR PV H1Z2Z2-K





CARACTERÍSTICAS



Características eléctricas

BAJA TENSIÓN 1,5/1,5 · 1kV · (1,8) kV DC



Norma de referencia

EN 50618/ TÜV 2Pfg 1169-08 / UTE C 32-502



Certificaciones

Certificados

CE
TÜV
EN
RoHS



D_{ca} - s2, d2, a2



Características térmicas

Temp. máxima del conductor: 120°C.
Temp. máxima en cortocircuito: 250°C (máximo 5 s).
Temp. mínima de servicio: -40°C



Características frente al fuego

No propagación de la llama según UNE-EN 60332-1 e IEC 60332-1.
Libre de halógenos según UNE-EN 60754 e IEC 60754
Baja emisión de humos según UNE-EN 61034 e IEC 61034. Transmitancia luminosa > 60%.
Baja emisión de gases corrosivos UNE-EN 60754-2 e IEC 60754-2.
Reacción al fuego CPR: D_{ca} - s2, d2, a2 según la norma EN 50575.



Características mecánicas

Radio de curvatura: 3 x diámetro exterior.
Resistencia a los impactos: AG2 Medio.



Características químicas

Resistencia a grasas y aceites: excelente.
Resistencia a los ataques químicos: excelente.



Resistencia a los rayos Ultravioleta

Resistencia a los rayos ultravioleta: EN 50618 y TÜV 2Pfg 1169-08.



Presencia de agua

Presencia de agua: AD8 sumergida.



Vida útil

Vida útil 30 años: Según UNE-EN 60216-2



Otros

Marcaje: metro a metro.



Condiciones de instalación

Al aire.
Enterrado.



Aplicaciones

Instalaciones solares fotovoltaicas.



ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD



ÍNDICE

1. MEMORIA	1
1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	1
1.1.1. OBJETO	2
1.1.2. CONTENIDO DEL ESS	2
1.2. DATOS GENERALES	3
1.2.1. AGENTES	3
1.2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN.....	3
1.2.3. EMPLAZAMIENTO Y CONDICIONES DEL ENTORNO	3
1.3. MEDIOS DE AUXILIO	4
1.3.1. MEDIOS DE AUXILIO EN OBRA	4
1.3.2. MEDIOS DE AUXILIO EN CASO DE ACCIDENTE: CENTROS ASISTENCIALES MÁS PRÓXIMOS	5
1.3.3. ITINERARIO MÁS ADECUADO A SEGUIR DURANTE LA POSIBLE EVACUACIÓN DE HERIDOS	6
1.4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES	6
1.4.1. VESTUARIOS	6
1.4.2. ASEOS.....	6
1.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR.....	7
1.5.1. DURANTE LOS TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA.....	9
1.5.1.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL	9
1.5.1.2. VALLADO DE OBRA	10
1.5.2. DURANTE LAS FASES DE EJECUCIÓN DE OBRA.....	11
1.5.2.1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO	11
1.5.2.2. CIMENTACIÓN	12
1.5.2.3. ESTRUCTURA	12
1.5.2.4. INSTALACIONES EN GENERAL.....	13
1.5.3. DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MEDIOS AUXILIARES	14
1.5.3.1. ESCALERA DE MANO	14



1.5.3.2. ANDAMIO DE BORRIQUETAS.....	15
1.5.4. DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS	15
1.5.4.1. PALA CARGADORA.....	15
1.5.4.2. RETROEXCAVADORA.....	16
1.5.4.3. CAMIÓN DE CAJA BASCULANTE	16
1.5.4.4. CAMIÓN PARA TRANSPORTE.....	16
1.5.4.5. HORMIGONERA.....	16
1.5.4.6. VIBRADOR	17
1.5.4.7. MARTILLO PICADOR.....	17
1.5.4.8. SIERRA CIRCULAR	18
1.5.4.9. SIERRA CIRCULAR DE MESA.....	18
1.5.4.10. EQUIPO DE SOLDADURA	19
1.5.4.11. HERRAMIENTAS MANUALES DIVERSAS	19
1.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES EVITABLES	20
1.6.1. CAÍDAS AL MISMO NIVEL	20
1.6.2. CAÍDAS A DISTINTO NIVEL	20
1.6.3. POLVO Y PARTÍCULAS	20
1.6.4. RUIDO.....	20
1.6.5. ESFUERZOS	20
1.6.6. INCENDIOS	21
1.6.7. INTOXICACIÓN POR EMACIONES.....	21
1.7. RELACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN ELIMINARSE.	21
1.7.1. CAÍDA DE OBJETOS.....	21
1.7.2. DERMATOSIS.....	21
1.7.3. ELECTROCUCIONES.....	22
1.7.4. QUEMADURAS.....	22
1.7.5. GOLPES Y CORTES EN EXTREMIDADES.....	22
1.8. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, EN TRABAJOS POSTERIORES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	22



1.8.1. TRABAJOS EN INSTALACIONES	23
1.8.2. TRABAJOS CON PINTURAS Y BARNICES	23
1.9. TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES.....	23
1.10. MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA	23
1.11. PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA.....	23
2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE	24
3. PLIEGO DE CONDICIONES	35
3.1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS.....	35
3.1.1. DISPOSICIONES GENERALES: OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES	35
3.1.2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS	36
3.1.2.1. DEFINICIÓN, ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN	36
3.1.2.2. EL PROMOTOR.....	36
3.1.2.3. EL PROYECTISTA	36
3.1.2.4. EL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA	36
3.1.2.5. LA DIRECCIÓN FACULTATIVA.....	38
3.1.2.6. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN PROYECTO	38
3.1.2.7. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN EJECUCIÓN.....	38
3.1.2.8. TRABAJADORES AUTÓNOMOS	39
3.1.2.9. TRABAJADORES POR CUENTA AJENA.....	39
3.1.2.10. FABRICANTES Y SUMINISTRADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MATERIALES DE PROTECCIÓN	40
3.1.2.11. RECURSOS PREVENTIVOS.....	40
3.1.3. FORMACIÓN EN SEGURIDAD.....	40
3.1.4. RECONOCIMIENTOS MÉDICOS.....	40
3.1.5. SALUD E HIGIENE EN EL TRABAJO	41
3.1.5.1. PRIMEROS AUXILIOS.....	41
3.1.5.2. ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE.....	41
3.1.6. DOCUMENTACIÓN EN OBRA.....	41



3.1.6.1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD	41
3.1.6.2. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	42
3.1.6.3. ACTA DE APROBACIÓN DEL PLAN.....	42
3.1.6.4. COMUNICACIÓN DE APERTURA DE CENTRO DE TRABAJO.....	42
3.1.6.5. LIBRO DE INCIDENCIAS	43
3.1.6.6. LIBRO DE ÓRDENES.....	43
3.1.6.7. LIBRO DE VISITAS.....	43
3.1.6.8. LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN.....	44
3.1.7. DISPOSICIONES ECONÓMICAS	44
3.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES.....	45
3.2.1. MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA.....	45
3.2.2. MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	45
3.2.3. INSTALACIONES PROVISIONALES DE SALUD Y CONFORT	46
3.2.3.1. VESTUARIOS.....	46
3.2.3.2. ASEOS Y DUCHAS	46
3.2.3.3. RETRETES.....	46
4. PRESUPUESTO	47
5. DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD..	47



1. MEMORIA

1.1. ANTECEDENTES Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

La ley 31/1995, de 8 de noviembre de 1995, de Prevención de Riesgos Laborales es la norma legal por la que se determina el cuerpo básico de garantías y responsabilidades preciso para establecer un adecuado nivel de protección de la salud de los trabajadores frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo.

De acuerdo con el art. 6 de dicha ley, serán las normas reglamentarias las que fijarán las medidas mínimas que deben adoptarse para la adecuada protección de los trabajadores. Entre éstas se encuentran necesariamente las destinadas a garantizar la seguridad y la salud en las obras de construcción.

Por todo lo expuesto, el Real Decreto 1627/1997 de 24 de octubre de 1.997 establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, entendiéndose como tal cualquier obra, pública o privada, en la que se efectúen trabajos de construcción o ingeniería civil.

PETICIONARIO

Este proyecto se redacta como trabajo fin de máster para el máster de energías renovables de la Universidad de Jaén.

AUTOR DEL PROYECTO

El siguiente proyecto es redactado por Dña. Macarena Ortega Pérez, alumna del máster de energías renovables.

PRESUPUESTO DE LA OBRA:

El presupuesto de ejecución por contrata asciende a 2.335.457,55€

DURACIÓN OBRAS:

La puesta en marcha de las instalaciones recogidas, en este proyecto, se estima en 7 meses, una vez se tengan todas las autorizaciones necesarias.

Como se observa se trata de una obra en la cual el presupuesto de ejecución por contrata incluido en el proyecto es superior a 450.759,08 €, **supuesto previsto en el apartado 1 del art. 4 del RD 1627/1997, por lo que se redacta el presente ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD.**



1.1.1. OBJETO

En el presente Estudio de Seguridad y Salud se definen las medidas a adoptar encaminadas a la prevención de los riesgos de accidente y enfermedades profesionales que pueden ocasionarse durante la ejecución de la obra, así como las instalaciones preceptivas de higiene y bienestar de los trabajadores.

Se exponen unas directrices básicas de acuerdo con el Real Decreto 1627/97, en cuanto a las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud, con el fin de que el contratista cumpla con sus obligaciones en cuanto a la prevención de riesgos profesionales.

Los objetivos que pretende alcanzar el presente Estudio de Seguridad y Salud son:

- Garantizar la salud e integridad física de los trabajadores
- Evitar acciones o situaciones peligrosas por improvisación, o por insuficiencia o falta de medios
- Delimitar y esclarecer atribuciones y responsabilidades en materia de seguridad de las personas que intervienen en el proceso constructivo
- Determinar los costes de las medidas de protección y prevención
- Referir la clase de medidas de protección a emplear en función del riesgo
- Detectar a tiempo los riesgos que se derivan de la ejecución de la obra
- Aplicar técnicas de ejecución que reduzcan al máximo estos riesgos

1.1.2. CONTENIDO DEL ESS

De acuerdo con el Real Decreto 1627/97, el Estudio de Seguridad y Salud precisa las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello, así como la relación de los riesgos laborales que no puedan eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos y valorando su eficacia, en especial cuando se propongan medidas alternativas, además de cualquier otro tipo de actividad que se lleve a cabo en la misma.

En el estudio se contemplan también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores de reparación o mantenimiento, siempre dentro del marco de la Ley 31/95 de Prevención de Riesgos Laborales.



1.2. DATOS GENERALES

1.2.1. AGENTES

Entre los agentes que intervienen en materia de seguridad y salud en la obra objeto del presente estudio, se reseñan:

PROMOTOR: Universidad de Jaén

AUTOR DEL PROYECTO: Dña. Macarena Ortega Pérez

CONSTRUCTOR - JEFE DE OBRA: Universidad de Jaén

COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD: Universidad de Jaén

1.2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL PROYECTO DE EJECUCIÓN

De la información disponible en la fase de proyecto, se aporta aquella que se considera relevante y que puede servir de ayuda para la redacción del Plan de Seguridad y Salud.

Denominación del proyecto: Instalación fotovoltaica de 2 MW conectada a red para producción y venta de energía eléctrica.

Presupuesto: 2.335.457,55€

Plazo de ejecución: 7 meses

Núm. máx. Operarios: 10

1.2.3. EMPLAZAMIENTO Y CONDICIONES DEL ENTORNO

En el presente apartado se especifican, de forma resumida, las condiciones del entorno a considerar para la adecuada evaluación y delimitación de los riesgos que pudieran causar.

Ubicación: La instalación se ubicará en el polígono 46 parcela 16, del municipio de Jaén, provincia de Jaén.

Accesos a la obra: Se tienen accesos adecuados y en buen estado, no dificultándose el tránsito de personas y/o vehículos.

Topografía del terreno: Plana, sin pendientes de importancia.

Edificaciones colindantes: Actualmente no se encuentra ninguna edificación cercana al proyecto objeto de estudio.

Servidumbres y condicionantes: actualmente la parcela está rodeada de caminos y una carretera comarcal, condicionantes que se han tenido en cuenta, dejando las distancias oportunas a nuestra instalación.



Condiciones climáticas y ambientales: Condiciones exteriores propias de la zona en la cual se encuentra la construcción según temporada.

Durante los periodos en los que se produzca entrada y salida de vehículos se señalizará convenientemente el acceso de los mismos, tomándose todas las medidas oportunas, para evitar posibles accidentes.

1.3. MEDIOS DE AUXILIO

La evacuación de heridos a los centros sanitarios se llevará a cabo exclusivamente por personal especializado, en ambulancia. Tan solo los heridos leves podrán trasladarse por otros medios, siempre con el consentimiento y bajo la supervisión del responsable de emergencias de la obra.

Se dispondrá en lugar visible de la obra un cartel con los teléfonos de urgencias y de los centros sanitarios más próximos.

1.3.1. MEDIOS DE AUXILIO EN OBRA

En la obra se dispondrá de un armario botiquín portátil modelo B con destino a empresas de 5 a 25 trabajadores, en un lugar accesible a los operarios y debidamente equipado.

Su contenido se limitará, como mínimo, a:

- Desinfectantes y antisépticos autorizados
- Gasas estériles
- Algodón hidrófilo
- Vendas
- Esparadrapo
- Apósitos adhesivos
- Tijeras
- Pinzas y guantes desechables

El responsable de emergencias revisará periódicamente el material de primeros auxilios, reponiendo los elementos utilizados y sustituyendo los productos caducados.



1.3.2. MEDIOS DE AUXILIO EN CASO DE ACCIDENTE: CENTROS ASISTENCIALES MÁS PRÓXIMOS

Se aporta la información de los centros sanitarios más próximos a la obra, que puede ser de gran utilidad si se llegara a producir un accidente laboral.

NIVEL ASISTENCIAL	NOMBRE, EMPLAZAMIENTO Y TELÉFONO	DISTANCIA APROX. (KM)
Primeros auxilios	Botiquín portátil	En la obra
Asistencia primaria	Hospital "Materno-Infantil", Av. del Ejército Español, 10, 23007 Jaén Telf. 953 00 80 00	1,2 km
Urgencias	Hospital "Materno-Infantil", Av. del Ejército Español, 10, 23007 Jaén Telf. 953 00 80 00	1,2 km

La distancia al centro asistencial más próximo se estima en 16 minutos, en condiciones normales de tráfico.

1.3.3. ITINERARIO MÁS ADECUADO A SEGUIR DURANTE LA POSIBLE EVACUACIÓN DE

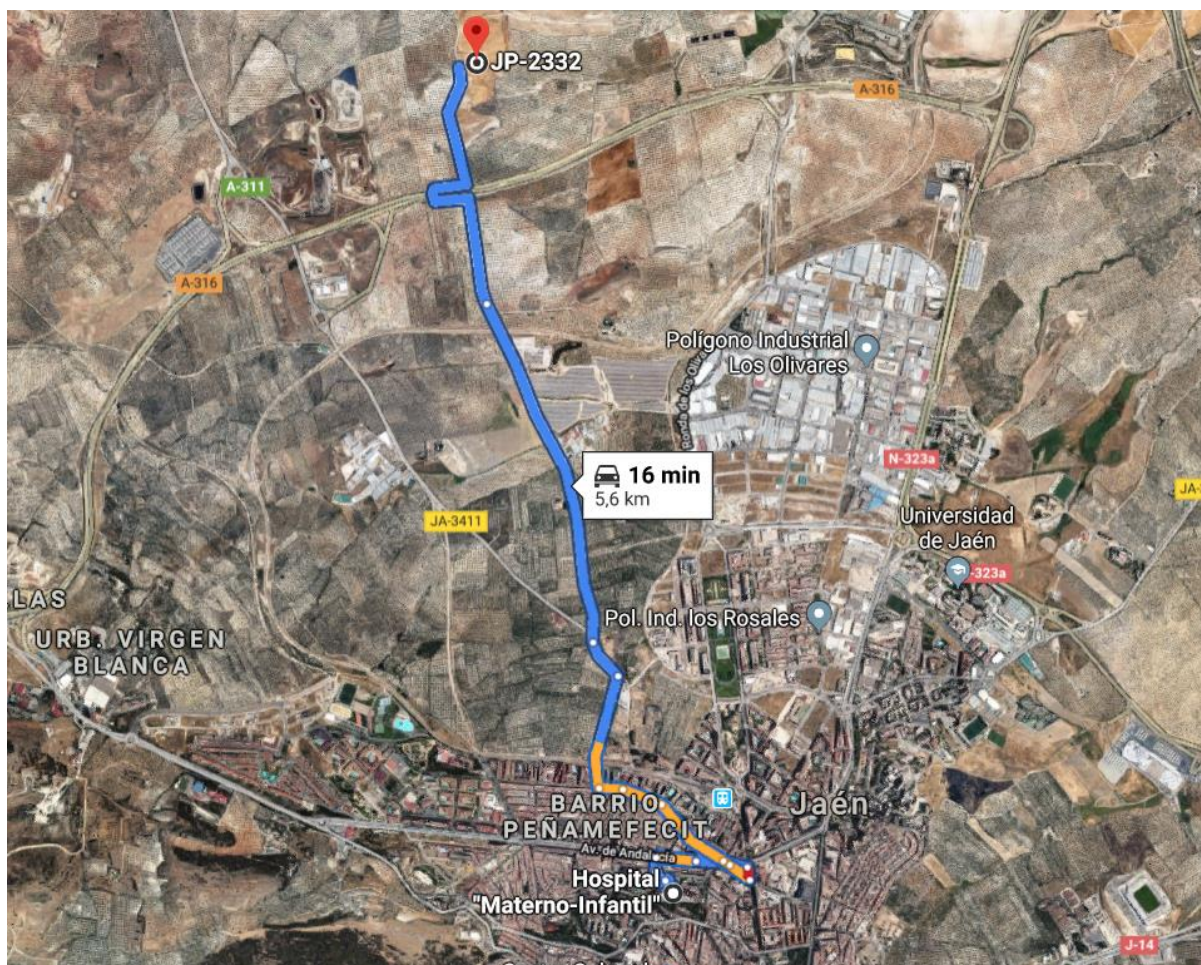


Ilustración 1. Itinerario más adecuado durante la posible evacuación de heridos al hospital materno infantil de Jaén.

HERIDOS

1.4. INSTALACIONES DE HIGIENE Y BIENESTAR DE LOS TRABAJADORES

Los servicios higiénicos de la obra cumplirán las "Disposiciones mínimas generales relativas a los lugares de trabajo en las obras" contenidas en el apartado 15 del Anexo IV (Parte A) del R.D. 1627/97.

Dadas las características y el volumen de la obra, se ha previsto la colocación de instalaciones provisionales tipo caseta prefabricada para el vestuario y los aseos.

1.4.1. VESTUARIOS

Los vestuarios dispondrán bancos y asientos, además de taquillas dotadas de llave y con la capacidad necesaria para guardar la ropa y el calzado.

1.4.2. ASEOS

La dotación mínima prevista para los aseos es de:



- 1 ducha por cada 10 trabajadores o fracción que trabajen simultáneamente en la obra
- 1 retrete por cada 25 hombres o fracción y 1 por cada 15 mujeres o fracción
- 1 lavabo por cada retrete
- 1 urinario por cada 25 hombres o fracción
- 1 seca manos de celulosa o eléctrico por cada lavabo
- 1 jabonera dosificadora por cada lavabo
- 1 recipiente para recogida de celulosa sanitaria
- 1 portarrollos con papel higiénico por cada inodoro

1.5. IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS Y MEDIDAS PREVENTIVAS A ADOPTAR

A continuación, se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir durante las distintas fases de la obra, con las medidas preventivas y de protección colectiva a adoptar con el fin de eliminar o reducir al máximo dichos riesgos, así como los equipos de protección individual (EPI) imprescindibles para mejorar las condiciones de seguridad y salud en la obra.

Riesgos generales más frecuentes

- Caída de objetos y/o materiales al mismo o a distinto nivel
- Desprendimiento de cargas suspendidas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas
- Exposición a vibraciones y ruido
- Cortes y golpes en la cabeza y extremidades
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas
- Electrocuciones por contacto directo o indirecto
- Intoxicación por inhalación de humos y gases

Medidas preventivas y protecciones colectivas de carácter general

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada



- Se colocarán carteles indicativos de las medidas de seguridad en lugares visibles de la obra
- Se prohibirá la entrada a toda persona ajena a la obra
- Los recursos preventivos de la obra tendrán presencia permanente en aquellos trabajos que entrañen mayores riesgos, en cumplimiento de los supuestos regulados por el Real Decreto 604/06 que exigen su presencia.
- Las operaciones que entrañen riesgos especiales se realizarán bajo la supervisión de una persona cualificada, debidamente instruida
- Se suspenderán los trabajos en caso de tormenta y cuando llueva con intensidad o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h.
- Cuando las temperaturas sean extremas, se evitará, en la medida de lo posible, trabajar durante las horas de mayor insolación
- La carga y descarga de materiales se realizará con precaución y cautela, preferentemente por medios mecánicos, evitando movimientos bruscos que provoquen su caída
- La manipulación de los elementos pesados se realizará por personal cualificado, utilizando medios mecánicos o palancas, para evitar sobreesfuerzos innecesarios
- Ante la existencia de líneas eléctricas aéreas, se guardarán las distancias mínimas preventivas, en función de su intensidad y voltaje
- No se realizará ningún trabajo dentro del radio de acción de las máquinas o vehículos
- Los operarios no desarrollarán trabajos, ni permanecerán, debajo de cargas suspendidas
- Se evitarán o reducirán al máximo los trabajos en altura
- Se utilizarán escaleras normalizadas, sujetas firmemente, para el descenso y ascenso a las zonas excavadas
- Dentro del recinto de la obra, los vehículos y máquinas circularán a una velocidad reducida, inferior a 20 km/h

Equipos de protección individual (EPI) a utilizar en las distintas fases de ejecución de la obra

- Casco de seguridad homologado



- Cinturón de seguridad con dispositivo anticaída
- Cinturón portaherramientas
- Guantes de goma
- Guantes de cuero
- Guantes aislantes
- Calzado con puntera reforzada
- Calzado de seguridad con suela aislante y anticlavos
- Ropa de trabajo impermeable
- Faja antilumbago
- Gafas de seguridad antiimpactos
- Protectores auditivos

1.5.1. DURANTE LOS TRABAJOS PREVIOS A LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

Se expone la relación de los riesgos más frecuentes que pueden surgir en los trabajos previos a la ejecución de la obra, con las medidas preventivas, protecciones colectivas y equipos de protección individual (EPI), específicos para dichos trabajos.

1.5.1.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA PROVISIONAL

Riesgos más frecuentes

- Electrocuci3nes por contacto directo o indirecto
- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de partículas en los ojos
- Incendios

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Prevención de posibles contactos eléctricos indirectos, mediante el sistema de protección de puesta a tierra y dispositivos de corte (interruptores diferenciales)
- Se respetará una distancia mínima a las líneas de alta tensión de 6 m para las líneas aéreas y de 2 m para las líneas enterradas



- Se comprobará que el trazado de la línea eléctrica no coincide con el del suministro de agua
- Se ubicarán los cuadros eléctricos en lugares accesibles, dentro de cajas prefabricadas homologadas, con su toma de tierra independiente, protegidas de la intemperie y provistas de puerta, llave y visera
- Se utilizarán solamente conducciones eléctricas antihumedad y conexiones estancas
- En caso de tender líneas eléctricas sobre zonas de paso, se situarán a una altura mínima de 2,2 m si se ha dispuesto algún elemento para impedir el paso de vehículos y de 5,0 m en caso contrario
- Los cables enterrados estarán perfectamente señalizados y protegidos con tubos rígidos, a una profundidad superior a 0,4 m
- Las tomas de corriente se realizarán a través de clavijas blindadas normalizadas
- Quedan terminantemente prohibidas las conexiones triples (ladrones) y el empleo de fusibles caseros, empleándose una toma de corriente independiente para cada aparato o herramienta

Equipos de protección individual (EPI)

- Calzado aislante para electricistas
- Guantes dieléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes
- Ropa de trabajo impermeable
- Ropa de trabajo reflectante

1.5.1.2. VALLADO DE OBRA

Riesgos más frecuentes

- Cortes y heridas con objetos punzantes
- Proyección de fragmentos o de partículas
- Exposición a temperaturas ambientales extremas



- Exposición a vibraciones y ruido

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se prohibirá el aparcamiento en la zona destinada a la entrada de vehículos a la obra
- Se retirarán los clavos y todo el material punzante resultante del vallado
- Se localizarán las conducciones que puedan existir en la zona de trabajo, previamente a la excavación
- Equipos de protección individual (EPI)
- Calzado con puntera reforzada
- Guantes de cuero
- Ropa de trabajo reflectante

1.5.2. DURANTE LAS FASES DE EJECUCIÓN DE OBRA

1.5.2.1. ACONDICIONAMIENTO DEL TERRENO

Riesgos más frecuentes

- Atropellos y colisiones en giros o movimientos inesperados de las máquinas, especialmente durante la operación de marcha atrás
- Circulación de camiones con el volquete levantado
- Fallo mecánico en vehículos y maquinaria, en especial de frenos y de sistema de dirección
- Caída de material desde la cuchara de la máquina
- Caída de tierra durante las maniobras de desplazamiento del camión
- Vuelco de máquinas por exceso de carga

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Antes de iniciar la excavación se verificará que no existen líneas o conducciones enterradas
- Los vehículos no circularán a distancia inferiores a 2,0 metros de los bordes de la excavación ni de los desniveles existentes
- Las vías de acceso y de circulación en el interior de la obra se mantendrán libres de montículos de tierra y de hoyos



- Todas las máquinas estarán provistas de dispositivos sonoros y luz blanca en marcha atrás
- La zona de tránsito quedará perfectamente señalizada y sin materiales acopiados
- Se realizarán entibaciones cuando exista peligro de desprendimiento de tierras

Equipos de protección individual (EPI)

- Auriculares antirruído
- Cinturón antivibratorio para el operador de la máquina

1.5.2.2. CIMENTACIÓN

Riesgos más frecuentes

- Inundaciones o filtraciones de agua
- Vuelcos, choques y golpes provocados por la maquinaria o por vehículos

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se colocarán protectores homologados en las puntas de las armaduras de espera
- El transporte de las armaduras se efectuará mediante eslingas, enlazadas y provistas de ganchos con pestillos de seguridad
- Se retirarán los clavos sobrantes y los materiales punzantes

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes homologados para el trabajo con hormigón
- Guantes de cuero para la manipulación de las armaduras
- Botas de goma de caña alta para hormigonado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

1.5.2.3. ESTRUCTURA

Riesgos más frecuentes

- Cortes en las manos.
- Caídas de objetos a distinto nivel.
- Golpes en manos, pies y cabeza.
- Electrocuci3nes por contacto indirecto.



- Caída al mismo nivel.

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Las herramientas de mano irán enganchadas con mosquetón para evitar su caída.
- Se habilitarán espacios para situar los materiales.
- Las maniobras de ubicación de la armadura serán realizadas por tres operarios: dos controlando el elemento mediante cuerdas sujetas a sus extremos y otro guiando la operación.
- Ningún operario permanecerá debajo de elementos suspendidos o de zonas en las que se estén realizando soldaduras.

Equipos de protección individual (EPI)

- Casco de seguridad homologado
- Botas de seguridad con plantillas de acero y antideslizantes

1.5.2.4. INSTALACIONES EN GENERAL

Riesgos más frecuentes

- Electrocutaciones por contacto directo o indirecto
- Quemaduras producidas por descargas eléctricas
- Intoxicación por vapores procedentes de la soldadura
- Incendios y explosiones

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- El personal encargado de realizar trabajos en instalaciones estará formado y adiestrado en el empleo del material de seguridad y de los equipos y herramientas específicas para cada labor
- Se utilizarán solamente lámparas portátiles homologadas, con manguera antihumedad y clavija de conexión normalizada, alimentadas a 24 voltios
- Se utilizarán herramientas portátiles con doble aislamiento

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes aislantes en pruebas de tensión



- Calzado con suela aislante ante contactos eléctricos
- Banquetas aislantes de la electricidad
- Comprobadores de tensión
- Herramientas aislantes

1.5.3. DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MEDIOS AUXILIARES

La prevención de los riesgos derivados de la utilización de los medios auxiliares de la obra se realizará atendiendo a las prescripciones de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

En ningún caso se admitirá la utilización de andamios o escaleras de mano que no estén normalizados y cumplan con la normativa vigente.

En el caso de las plataformas de descarga de materiales, sólo se utilizarán modelos normalizados, disponiendo de barandillas homologadas y enganches para cinturón de seguridad, entre otros elementos.

Relación de medios auxiliares previstos en la obra con sus respectivas medidas preventivas y protecciones colectivas:

1.5.3.1. ESCALERA DE MANO

Se revisará periódicamente el estado de conservación de las escaleras

Dispondrán de zapatas antideslizantes o elementos de fijación en la parte superior o inferior de los largueros

Se transportarán con el extremo delantero elevado, para evitar golpes a otros objetos o a personas.

Se apoyarán sobre superficies horizontales, con la planeidad adecuada para que sean estables e inmóviles, quedando prohibido el uso como cuña de cascotes, ladrillos, bovedillas o elementos similares.

Los travesaños quedarán en posición horizontal y la inclinación de la escalera será inferior al 75% respecto al plano horizontal.

El extremo superior de la escalera sobresaldrá 1,0 m de la altura de desembarque, medido en la dirección vertical.

El operario realizará el ascenso y descenso por la escalera en posición frontal (mirando los peldaños), sujetándose firmemente con las dos manos en los peldaños, no en los largueros.



Se evitará el ascenso o descenso simultáneo de dos o más personas.

Cuando se requiera trabajar sobre la escalera en alturas superiores a 3,5 m, se utilizará siempre el cinturón de seguridad con dispositivo anti-caída.

1.5.3.2. ANDAMIO DE BORRIQUETAS

Los andamios de borriquetas se apoyarán sobre superficies firmes, estables y niveladas

Se empleará un mínimo de dos borriquetas para la formación de andamios, quedando totalmente prohibido como apoyo el uso de bidones, ladrillos, bovedillas u otros objetos.

Las plataformas de trabajo estarán perfectamente ancladas a las borriquetas.

Queda totalmente prohibido instalar un andamio de borriquetas encima de otro.

1.5.4. DURANTE LA UTILIZACIÓN DE MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS

Las medidas preventivas a adoptar y las protecciones a emplear para el control y la reducción de riesgos debidos a la utilización de maquinaria y herramientas durante la ejecución de la obra se desarrollarán en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud, conforme a los siguientes criterios:

a) Todas las máquinas y herramientas que se utilicen en la obra dispondrán de su correspondiente manual de instrucciones, en el que estarán especificados claramente tanto los riesgos que entrañan para los trabajadores como los procedimientos para su utilización con la debida seguridad.

b) La maquinaria cumplirá las prescripciones contenidas en el vigente Reglamento de Seguridad en las Máquinas, las Instrucciones Técnicas Complementarias (ITC) y las especificaciones de los fabricantes.

c) No se aceptará la utilización de ninguna máquina, mecanismo o artificio mecánico sin reglamentación específica.

Relación de máquinas y herramientas que está previsto utilizar en la obra, con sus correspondientes medidas preventivas y protecciones colectivas:

1.5.4.1. PALA CARGADORA

Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina.

Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte.

La extracción de tierras se efectuará en posición frontal a la pendiente.



El transporte de tierras se realizará con la cuchara en la posición más baja posible, para garantizar la estabilidad de la pala.

1.5.4.2. RETROEXCAVADORA

Para realizar las tareas de mantenimiento, se apoyará la cuchara en el suelo, se parará el motor, se conectará el freno de estacionamiento y se bloqueará la máquina.

Queda prohibido el uso de la cuchara como grúa o medio de transporte

Los desplazamientos de la retroexcavadora se realizarán con la cuchara apoyada sobre la máquina en el sentido de la marcha.

Los cambios de posición de la cuchara en superficies inclinadas se realizarán por la zona de mayor altura.

Se prohibirá la realización de trabajos dentro del radio de acción de la máquina.

1.5.4.3. CAMIÓN DE CAJA BASCULANTE

Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico.

Se comprobará que el freno de mano está activado antes de la puesta en marcha del motor, al abandonar el vehículo y durante las operaciones de carga y descarga.

No se circulará con la caja izada después de la descarga.

1.5.4.4. CAMIÓN PARA TRANSPORTE

Las maniobras del camión serán dirigidas por un señalista de tráfico

Las cargas se repartirán uniformemente en la caja, evitando acopios con pendientes superiores al 5% y protegiendo los materiales sueltos con una lona.

Antes de proceder a las operaciones de carga y descarga, se colocará el freno en posición de frenado y, en caso de estar situado en pendiente, calzos de inmovilización debajo de las ruedas.

En las operaciones de carga y descarga se evitarán movimientos bruscos que provoquen la pérdida de estabilidad, permaneciendo siempre el conductor fuera de la cabina.

1.5.4.5. HORMIGONERA

Las operaciones de mantenimiento serán realizadas por personal especializado, previa desconexión de la energía eléctrica.

La hormigonera tendrá un grado de protección IP-55.

Su uso estará restringido sólo a personas autorizadas.



Dispondrá de freno de basculamiento del bombo.

Los conductos de alimentación eléctrica de la hormigonera estarán conectados a tierra, asociados a un disyuntor diferencial.

Las partes móviles del aparato deberán permanecer siempre protegidas mediante carcasas conectadas a tierra.

No se ubicarán a distancias inferiores a tres metros de los bordes de excavación y/o de los bordes de los forjados.

1.5.4.6. VIBRADOR

La operación de vibrado se realizará siempre desde una posición estable.

La manguera de alimentación desde el cuadro eléctrico estará protegida cuando discurra por zonas de paso.

Tanto el cable de alimentación como su conexión al transformador estarán en perfectas condiciones de estanqueidad y aislamiento.

Los operarios no efectuarán el arrastre del cable de alimentación colocándolo alrededor del cuerpo. Si es necesario, esta operación se realizará entre dos operarios.

El vibrado del hormigón se realizará desde plataformas de trabajo seguras, no permaneciendo en ningún momento el operario sobre el encofrado ni sobre elementos inestables.

Nunca se abandonará el vibrador en funcionamiento, ni se desplazará tirando de los cables.

Para las vibraciones transmitidas al sistema mano-brazo, el valor de exposición diaria normalizado para un período de referencia de ocho horas, no superará 2,5 m/s², siendo el valor límite de 5 m/s².

1.5.4.7. MARTILLO PICADOR

Las mangueras de aire comprimido deben estar situadas de forma que no dificulten ni el trabajo de los operarios ni el paso del personal.

No se realizarán ni esfuerzos de palanca ni operaciones similares con el martillo en marcha.

Se verificará el perfecto estado de los acoplamientos de las mangueras.

Se cerrará el paso del aire antes de desarmar un martillo.



1.5.4.8. SIERRA CIRCULAR

Su uso está destinado exclusivamente al corte de elementos o piezas de la obra

Para el corte de materiales cerámicos o pétreos se emplearán discos abrasivos y para elementos de madera discos de sierra.

Deberá existir un interruptor de parada cerca de la zona de mando.

La zona de trabajo deberá estar limpia de serrín y de virutas, para evitar posibles incendios.

Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.

El trabajo con el disco agresivo se realizará en húmedo.

No se utilizará la sierra circular sin la protección de prendas adecuadas, tales como mascarillas antipolvo y gafas.

1.5.4.9. SIERRA CIRCULAR DE MESA

Será utilizado exclusivamente por la persona debidamente autorizada.

El trabajador que utilice la sierra circular estará debidamente formado en su uso y manejo, conocerá el contenido del manual de instrucciones, las correctas medidas preventivas a adoptar y el uso de los EPI necesarios.

Las sierras circulares se ubicarán en un lugar apropiado, sobre superficies firmes y secas, a distancias superiores a tres metros del borde de los forjados, salvo que éstos estén debidamente protegidos por redes, barandillas o petos de remate.

En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos.

La sierra estará totalmente protegida por la parte inferior de la mesa, de manera que no se pueda acceder al disco.

La parte superior de la sierra dispondrá de una carcasa metálica que impida el acceso al disco de sierra, excepto por el punto de introducción del elemento a cortar, y la proyección de partículas.

Se utilizará siempre un empujador para guiar el elemento a cortar, de modo que en ningún caso la mano quede expuesta al disco de la sierra.

La instalación eléctrica de la máquina estará siempre en perfecto estado y condiciones, comprobándose periódicamente el cableado, las clavijas y la toma de tierra.



Las piezas a serrar no contendrán clavos ni otros elementos metálicos.

El operario se colocará a sotavento del disco, evitando la inhalación de polvo.

1.5.4.10. EQUIPO DE SOLDADURA

No habrá materiales inflamables ni explosivos a menos de 10 metros de la zona de trabajo de soldadura.

Antes de soldar se eliminarán las pinturas y recubrimientos del soporte.

Durante los trabajos de soldadura se dispondrá siempre de un extintor de polvo químico en perfecto estado y condiciones de uso, en un lugar próximo y accesible.

En los locales cerrados en los que no se pueda garantizar una correcta renovación de aire se instalarán extractores, preferentemente sistemas de aspiración localizada.

Se paralizarán los trabajos de soldadura en altura ante la presencia de personas bajo el área de trabajo.

Tanto los soldadores como los trabajadores que se encuentren en las inmediaciones dispondrán de protección visual adecuada, no permaneciendo en ningún caso con los ojos al descubierto.

1.5.4.11. HERRAMIENTAS MANUALES DIVERSAS

La alimentación de las herramientas se realizará a 24 V cuando se trabaje en ambientes húmedos o las herramientas no dispongan de doble aislamiento.

El acceso a las herramientas y su uso estará permitido únicamente a las personas autorizadas.

No se retirarán de las herramientas las protecciones diseñadas por el fabricante

Se prohibirá, durante el trabajo con herramientas, el uso de pulseras, relojes, cadenas y elementos similares

Las herramientas eléctricas dispondrán de doble aislamiento o estarán conectadas a tierra.

En las herramientas de corte se protegerá el disco con una carcasa antiproyección.

Las conexiones eléctricas a través de clemas se protegerán con carcasas anticontactos eléctricos.

Las herramientas se mantendrán en perfecto estado de uso, con los mangos sin grietas y limpios de residuos, manteniendo su carácter aislante para los trabajos eléctricos.



Las herramientas eléctricas estarán apagadas mientras no se estén utilizando y no se podrán usar con las manos o los pies mojados.

En los casos en que se superen los valores de exposición al ruido indicados en el artículo 51 del Real Decreto 286/06 de protección de los trabajadores frente al ruido, se establecerán las acciones correctivas oportunas, tales como el empleo de protectores auditivos.

1.6. IDENTIFICACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES EVITABLES

En este apartado se reseña la relación de las medidas preventivas a adoptar para evitar o reducir el efecto de los riesgos más frecuentes durante la ejecución de la obra.

1.6.1. CAÍDAS AL MISMO NIVEL

La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.

Se habilitarán y balizarán las zonas de acopio de materiales.

1.6.2. CAÍDAS A DISTINTO NIVEL

Se dispondrán escaleras de acceso para salvar los desniveles.

Los huecos horizontales y los bordes de los forjados se protegerán mediante barandillas y redes homologadas.

Se mantendrán en buen estado las protecciones de los huecos y de los desniveles.

Las escaleras de acceso quedarán firmemente sujetas y bien amarradas.

1.6.3. POLVO Y PARTÍCULAS

Se regará periódicamente la zona de trabajo para evitar el polvo

Se usarán gafas de protección y mascarillas antipolvo en aquellos trabajos en los que se genere polvo o partículas.

1.6.4. RUIDO

Se evaluarán los niveles de ruido en las zonas de trabajo.

Las máquinas estarán provistas de aislamiento acústico.

Se dispondrán los medios necesarios para eliminar o amortiguar los ruidos.

1.6.5. ESFUERZOS

Se evitará el desplazamiento manual de las cargas pesadas.

Se limitará el peso de las cargas en caso de desplazamiento manual.

Se evitarán los sobreesfuerzos o los esfuerzos repetitivos.



Se evitarán las posturas inadecuadas o forzadas en el levantamiento o desplazamiento de cargas.

1.6.6. INCENDIOS

No se fumará en presencia de materiales fungibles ni en caso de existir riesgo de incendio.

1.6.7. INTOXICACIÓN POR EMACIONES

Los locales y las zonas de trabajo dispondrán de ventilación suficiente.

Se utilizarán mascarillas y filtros apropiados.

1.7. RELACIÓN DE LOS RIESGOS LABORALES QUE NO PUEDEN ELIMINARSE

Los riesgos que difícilmente pueden eliminarse son los que se producen por causas inesperadas (como caídas de objetos y desprendimientos, entre otras). No obstante, pueden reducirse con el adecuado uso de las protecciones individuales y colectivas, así como con el estricto cumplimiento de la normativa en materia de seguridad y salud, y de las normas de la buena construcción.

1.7.1. CAÍDA DE OBJETOS

Medidas preventivas y protecciones colectivas:

- Se montarán marquesinas en los accesos.
- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada.
- Se evitará el amontonamiento de materiales u objetos sobre los andamios.
- No se lanzarán cascotes ni restos de materiales desde los andamios.
- Equipos de protección individual (EPI).
- Casco de seguridad homologado.
- Guantes y botas de seguridad.
- Uso de bolsa portaherramientas.

1.7.2. DERMATOSIS

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- Se evitará la generación de polvo de cemento.

Equipos de protección individual (EPI)



- Guantes y ropa de trabajo adecuada.

1.7.3. ELECTROCUCIONES

Medidas preventivas y protecciones colectivas.

- Se revisará periódicamente la instalación eléctrica.
- El tendido eléctrico quedará fijado a los paramentos verticales.
- Los alargadores portátiles tendrán mango aislante.
- La maquinaria portátil dispondrá de protección con doble aislamiento.
- Toda la maquinaria eléctrica estará provista de toma de tierra.

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes dieléctricos.
- Calzado aislante para electricistas.
- Banquetas aislantes de la electricidad.

1.7.4. QUEMADURAS

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada

Equipos de protección individual (EPI)

- Guantes, polainas y mandiles de cuero

1.7.5. GOLPES Y CORTES EN EXTREMIDADES

Medidas preventivas y protecciones colectivas

- La zona de trabajo permanecerá ordenada, libre de obstáculos, limpia y bien iluminada

Equipos de protección individual (EPI).

- Guantes y botas de seguridad.

1.8. CONDICIONES DE SEGURIDAD Y SALUD, EN TRABAJOS POSTERIORES DE REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO

En este apartado se aporta la información útil para realizar, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento de la instalación que entrañan mayores riesgos.



1.8.1. TRABAJOS EN INSTALACIONES

Los trabajos correspondientes a la instalación eléctrica deberán realizarse por personal cualificado, cumpliendo las especificaciones establecidas en su correspondiente Plan de Seguridad y Salud, así como en la normativa vigente en cada materia.

1.8.2. TRABAJOS CON PINTURAS Y BARNICES

Los trabajos con pinturas u otros materiales cuya inhalación pueda resultar tóxica deberán realizarse con ventilación suficiente, adoptando los elementos de protección adecuados.

1.9. TRABAJOS QUE IMPLICAN RIESGOS ESPECIALES

En la obra objeto del presente Estudio de Seguridad y Salud concurren los riesgos especiales referidos en los puntos 4 y 10 incluidos en el Anexo II. "Relación no exhaustiva de los trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y la salud de los trabajadores" del R.D. 1627/97 de 24 de octubre.

1.10. MEDIDAS EN CASO DE EMERGENCIA

El Contratista deberá reflejar en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud las posibles situaciones de emergencia, estableciendo las medidas oportunas en caso de primeros auxilios y designando para ello a personal con formación, que se hará cargo de dichas medidas.

Los trabajadores responsables de las medidas de emergencia tienen derecho a la paralización de su actividad, debiendo estar garantizada la adecuada administración de los primeros auxilios y, cuando la situación lo requiera, el rápido traslado del operario a un centro de asistencia médica.

1.11. PRESENCIA DE LOS RECURSOS PREVENTIVOS DEL CONTRATISTA

Dadas las características de la obra y los riesgos previstos en el presente Estudio de Seguridad y Salud, cada contratista deberá asignar la presencia de sus recursos preventivos en la obra, según se establece en la Ley 54/2003, de 12 de diciembre, de Reforma del Marco Normativo de Prevención de Riesgos Laborales, a través de su artículo 4.3.

A tales efectos, el contratista deberá concretar los recursos preventivos asignados a la obra con capacitación suficiente, que deberán disponer de los medios necesarios para vigilar el cumplimiento de las medidas incluidas en el correspondiente Plan de Seguridad y Salud.

Dicha vigilancia incluirá la comprobación de la eficacia de las actividades preventivas previstas en dicho Plan, así como la adecuación de tales actividades a los riesgos que pretenden prevenirse o a la aparición de riesgos no previstos y derivados de la situación que determina la necesidad de la presencia de los recursos preventivos.



Si, como resultado de la vigilancia, se observa un deficiente cumplimiento de las actividades preventivas, las personas que tengan asignada la presencia harán las indicaciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas, debiendo poner tales circunstancias en conocimiento del empresario para que éste adopte las medidas oportunas para corregir las deficiencias observadas.

2. NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO

DISPOSICION	TITULO	ORGANO EMISOR	PUBLICACION
Ley 31 de 8-11-1995	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	Jefatura del Estado	BOE. núm. 269 de 10-11-1995
R.D. 171/2004, de 30 de enero	DESARROLLA EL ART. 24 DE LA LEY 31/1995 Corrección de errores.	Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales	BOE. núm.27 de 31-01-2004 BOE. núm.60 de 10-03-2004
LEY 54/2003	REFORMA DEL MARCO NORMATIVO DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES	Jefatura del Estado	BOE. núm.298 de 13-12-2003
R. Decreto 39/1997	REGLAMENTO DE LOS SERVICIOS DE PREVENCIÓN.	Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales	BOE. núm. 27 de 31-01-1997
R. Decreto 780/1998	Modificación del R.D. 39/1977.		BOE. núm.104 de 1-05-1998
R. Decreto 298/2009	Modifica el R.D. 39/1997.	Ministerio de la Presidencia	BOE núm. 57 de 07-03-2009
Orden TIN/2504/2010	Desarrolla el R.D. 39/1997.	Ministerio de Trabajo e Inmigración	BOE. núm. 235 de 28-09-2010
	Corrección de errores de la Orden TIN/2504/2010		BOE. núm. 279 de 18-11-2010
	Corrección de errores de la Orden TIN/2504/2010		BOE. núm. 256 de 22-11-2010
R. Decreto 899/2015	Modifica el R.D. 39/1997.	Ministerio de Empleo y Seguridad Sociales	BOE núm. 243 de 10-10-2015
Orden ESS/2259/2015	Modifica la Orden TIN/2504/2010.		BOE núm. 260 de 30-10-2015
R. Decreto 598/2015, de 3 de julio	Se modifican el RD 39/1997, reglamento de los servicios de prevención; el RD 485/1997, disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo; el RD 665/1997, protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo y el RD 374/2001, protección de la salud y seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con los agentes químicos durante el trabajo.	Ministerio de la Presidencia	BOE núm. 159 de 04-07-2015
R. Decreto 1627/1997 de 24 de octubre	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS OBRAS. OBLIGACIÓN DEL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD Ó DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD Deroga R. Decreto 555/1986 y parcialmente art. 1º R. Decreto 84/1990.	Ministerio de la Presidencia	BOE núm. 265 de 25-10-1997
R. Decreto 84/1990 de 19 de enero	MODIFICACIONES del R.D 555/1986 Rectificaciones	Mº Relaciones con las Cortes y de Secretaria del Gobierno	BOE. núm. 22 de 25-01-1990 BOE. núm. 38 de 13-02-1990
R. D. 604/2006	Se modifican el R.D. 39/1997 y el R.D. 1627/1997.	Ministerio Trabajos y Asuntos Sociaes	BOE. núm.127 29-05-2006
R. Decreto 337/2010	Modifica el RD 39/1997 y el R D 1627/1997.	Ministerio de Trabajo e Inmigración	BOE. núm. 71 de 23-03-2010
Orden de 07-07-2008	ESTABLECEN CONTENIDOS Y DATOS MÍNIMOS A CONSIGNAR EN LAS MEMORIAS ANUALES DE SERVICIOS DE PREVENCIÓN AJENOS	Consejería de Empleo	BOJA. núm. 148 de 25-07-2008
R.D. 67/2010, de 29 de enero	DE ADAPTACIÓN DE LA LEGISLACIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES A LA ADMINISTRACIÓN GENERAL DEL ESTADO	Ministerio de la Presidencia	BOE. núm.36 de 10-02-2010
Ley 32/2006, de 18 de octubre	LEY DE SUBCONTRATACIÓN EN EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN	Jefatura del Estado	BOE. núm. 250 de 19-10-2006
R.D. 1109/2007, de 24 de agosto	Desarrolla la Ley 32/2006	Ministerio Trabajo y Asuntos Sociales	BOE. núm. 204 de 25-08-2007 BOE. núm. 219 de 12-09-2007
Orden de 22-11-2007	DESARROLLA EL PROCEDIMIENTO DE HABILITACIÓN DEL LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN, REGULADO EN EL REAL DECRETO 1109/2007.	Consejería de Empleo	BOJA. núm. 249 de 20-12-2007
R. Decreto 337/2010	Modifica el RD 1109/2007	Ministerio de Trabajo e Inmigrac	BOE. núm. 71 de 23-03-2010
R. Decreto 299/2016, de 22 de julio	PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN A CAMPOS ELECTROMAGNÉTICOS.	Ministerio de la Presidencia	BOE núm. 182 de 29-07-2016



ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD
INSTALACIÓN SOLAR FV DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

R.D. 144/2016, de 8 de abril	POR EL QUE SE ESTABLECEN LOS REQUISITOS ESENCIALES DE SALUD Y SEGURIDAD EXIGIBLES A LOS APARATOS Y SISTEMAS DE PROTECCIÓN PARA SU USO EN ATMÓSFERAS POTENCIALMENTE EXPLOSIVAS Y POR EL QUE SE MODIFICA EL R.D. 455/2012, POR EL QUE SE ESTABLECEN LAS MEDIDAS DESTINADAS A REDUCIR LA CANTIDAD DE VAPORES DE GASOLINA EMITIDOS A LA ATMÓSFERA DURANTE EL REPOSTAJE DE LOS VEHÍCULOS DE MOTOR EN LAS ESTACIONES DE SERVICIO.	Ministerio de Industria, Energía y Turismo	BOE. núm.90 de 14-04-2016
R.D. 840/2015, de 21 de septiembre	POR EL QUE SE APRUEBAN MEDIDAS DE CONTROL DE LOS RIESGOS INHERENTES A LOS ACCIDENTES GRAVES EN LOS QUE INTERVENGAN SUSTANCIAS PELIGROSAS	Ministerio de la Presidencia	BOE. núm.251 de 20-10-2015
R. Decreto 486/2010, de 23 de abril	SOBRE LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN A RADIACIONES ÓPTICAS ARTIFICIALES.	Ministerio de Trabajo e Inmigración	BOE. núm. 99 de 24-04-2010
R. D. 396/2006, de 31 de marzo	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD APLICABLES A LOS TRABAJOS CON RIESGO DE EXPOSICIÓN AL AMIANTO.	Ministerio de la Presidencia	BOE. núm.86 de 11-04-2006
Orden de 12-11-2007	DE APLICACIÓN EN ANDALUCÍA DEL REAL DECRETO 396/2006.	Consejería de Empleo	BOJA. núm. 234 de 28-11-2007
Orden de 14-09-2011	POR LA QUE SE MODIFICA LA ORDEN DE 12-11-2007	Consejería de Empleo	BOJA. núm. 199 de 10-10-2011
R.D. 1311/2005 de 4 de noviembre	PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES FRENTE A LOS RIESGOS DERIVADOS O QUE PUEDAN DERIVARSE DE LA EXPOSICIÓN A VIBRACIONES MECÁNICAS	Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales	BOE. núm.265 de 5-11-2005
R. Decreto 330/2009	POR EL QUE SE MODIFICA EL REAL DECRETO 1311/2005.	Ministerio de la Presidencia	BOE núm. 73 de 26-03-2009
R.D. 681/2003, de 12 de junio	SOBRE LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES EXPUESTOS A LOS RIESGOS DERIVADOS DE ATMÓSFERAS EXPLOSIVAS EN EL LUGAR DE TRABAJO	Ministerio de la Presidencia	BOE. núm. 145 de 18-06-2003
R. Decreto 374/2001 de 6 de abril	PROTECCIÓN DE LA SALUD DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LOS AGENTES QUÍMICOS DURANTE EL TRABAJO	M ^a . de la Presidencia	BOE. núm. 104 de 01-05-2001
	Corrección de erratas		BOE. núm. 129 de 30-05-2001
			BOE. núm. 149 de 22-6-2001
R. Decreto 614/2001, de 8 de junio	DISPOSICIONES MÍNIMAS PARA LA PROTECCIÓN DE LA SALUD Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES FRENTE AL RIESGO ELÉCTRICO	M ^a . de la Presidencia	BOE. núm. 148 de 21-6-2001
R. D. 1254/1999, de 16 de julio	MEDIDAS DE CONTROL DE LOS RIESGOS INHERENTES A LOS ACCIDENTES GRAVES EN LOS QUE INTERVENGAN SUSTANCIAS PELIGROSAS	Ministerio de la Presidencia	BOE. núm.172 de 20-07-1999
R. D. 948/2005.	MODIFICACIÓN DEL R.D. 1254/1999.		BOE. núm.264 de 04-11-1999
			BOE. núm.181 de 30-07-2005
R. Decreto 485/1997, de 14 de abril	DISPOSICIONES MÍNIMAS EN MATERIA DE SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales	BOE núm. 97 de 23-04-1997
R. Decreto 486/1997, de 14 de abril	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO	Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales	BOE núm. 97 de 23-04-1997
R. Decreto 487/1997, de 14 de abril	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA MANIPULACIÓN MANUAL DE CARGAS QUE ENTRANE RIESGOS PARA LOS TRABAJADORES	Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales	BOE núm. 97 de 23-04-1997
R. Decreto 488/1997, de 14 de abril	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS AL TRABAJO CON EQUIPOS QUE INCLUYAN PANTALLAS DE VISUALIZACIÓN	Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales	BOE núm. 97 de 23-04-1997
R. Decreto 664/1997, de 12 de mayo	PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN DE AGENTES BIOLÓGICOS DURANTE EL TRABAJO	M ^a . de la Presidencia	BOE. núm. 124 de 24-05-1997
Orden de 25-03-1998	Adapta al progreso técnico el R.D. 664/1997	Ministerio de Trabajo y Asuntos S	BOE. núm. 76 de 30-03-1998
R.D. 665/1997, de 12 de mayo	PROTECCIÓN DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICIÓN A AGENTES CANCERÍGENOS DURANTE EL TRABAJO.	Ministerio de la Presidencia	BOE. núm.124 de 24-05-1997
R.D. 349/2003, de 21 de marzo	POR EL QUE SE MODIFICA EL R. D 665/1997, Y SE AMPLÍA SU ÁMBITO DE APLICACIÓN A LOS AGENTES MUTÁGENOS.		BOE. núm.82 de 5-04-2003
R. Decreto 773/1997, de 30 de mayo	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD RELATIVAS A LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.	Ministerio de la Presidencia	BOE núm. 140 de 12-06-1997
	Corrección de errores		BOE núm. 171 de 18-07-1997
R. Decreto 1215/1997 de 18 de julio	DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD PARA LA UTILIZACIÓN POR LOS TRABAJADORES DE LOS EQUIPOS DE TRABAJO	Ministerio de la Presidencia	BOE núm. 188 de 07-08-1997



R.D. 2177/2004	POR EL QUE SE MODIFICA EL R.D. 1215/1997.		BOE. núm.274 de 13-11-2004
R.D. 1407/1992 de 20 de noviembre	POR EL QUE SE REGULAN LAS CONDICIONES PARA LA COMERCIALIZACIÓN Y LIBRE CIRCULACIÓN INTRACOMUNITARIA DE LOS EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL.	Ministerio de la Presidencia	BOE. núm. 311 de 28-12-1992
	Rectificaciones		BOE. núm. 47 de 24-02-1993
R. Decreto 159/1995, de 3 de febrero	Modificación del R.D. 1407/1992.		BOE. núm. 57 de 08-03-1995
	Rectificaciones		BOE. núm. 69 de 22-03-1995
R.D. 1316/1989 de 27 de octubre	PROTECCION DE LOS TRABAJADORES FRENTE A LOS RIESGOS DERIBADOS DE EXPOSICION AL RUIDO	Mº Relaciones con las Cortes y de Secretaria del Gobierno	BOE. núm. 263 de 02-11-1989
	Rectificaciones		BOE. núm. 295 de 09-12-1989
			BOE. núm. 126 de 26-05-1990
R. D. 286/2006, de 10 de marzo	SOBRE LA PROTECCION DE LA SALUD Y LA SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES CONTRA LOS RIESGOS RELACIONADOS CON LA EXPOSICION AL RUIDO.	Ministerio de la Presidencia	BOE. núm.60 de 11-03-2006
	Corrección de errores del R.D. 286/2006, de 10 de marzo		BOE. núm.62 de 14-03-2006
	Corrección de errores del R.D. 286/2006, de 10 de marzo		BOE. núm.71 de 24-03-2006
Orden de 20-05-52	REGLAMENTO DE SEGURIDAD E HIGIENE EN EL TRABAJO EN LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN	Mº. de Trabajo	BOE. núm. 167 de 15-06-1952
Orden de 10-11-53	Modificación		BOE. núm. 356 de 22-12-1953
Orden de 20-01-56	Cumplimenta con trabajos en cajones de aire comprimido		BOE. núm. 33 de 02-02-1956
Orden de 23-09-66	Complemento		BOE. núm. 66 de 06-03-1956
Orden de 9-03-71	ORDENANZA GENERAL DE SEGURIDAD E HIGIENE EN TRABAJO	Mº. de Trabajo	BOE. núm. 235 de 01-10-1966
	Disposiciones derogatorias y transitorias en: Ley 31/95, RD 614/2001, R D 485/97, R. D 486/97, R. D 664/97, R. D 665/97, R. D 773/97 y R D 1215/97		BOE. núm. 64 de 16-03-1971
	Corrección de errores		BOE. núm. 65 de 17-03-1971
			BOE. núm. 82 de 06-04-1971
	CONVENIO COLECTIVO DE LA CONSTRUCCION.		
R. D. 179/2005	PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN LA GUARDIA CIVIL.	Ministerio de la Presidencia	BOE. núm.49 de 26-02-2005
R. D. 1932/1998, de 11 de septiembre	DE ADAPTACIÓN DE LOS CAPÍTULOS III Y V DE LA LEY 31/1995, DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES, AL ÁMBITO DE LOS CENTROS Y ESTABLECIMIENTOS MILITARES.	Ministerio de la Presidencia	BOE. núm.224 de 18-09-1998
R. D. 60/2018	Por el que se modifica el Real Decreto 1932/1998.	Ministerio de la Presidencia	BOE. núm.37 de 10-02-2018
Orden de 24-06-2005	PLAN DE EMERGENCIA ANTE EL RIESGO DE ACCIDENTES EN EL TRANSPORTE DE MERCANCÍAS PELIGROSAS POR CARRETERA Y FERROCARRIL EN ANDALUCÍA	Consejería de Gobernación	BOJA. núm. 146 de 28-07-2005
R. D. 393/2007, de 23 de marzo	NORMA BÁSICA DE AUTOPROTECCIÓN DE LOS CENTROS, ESTABLECIMIENTOS Y DEPENDENCIAS DEDICADOS A ACTIVIDADES QUE PUEDAN DAR ORIGEN A SITUACIONES DE EMERGENCIA. Deroga la orden de 29 de noviembre del 1984.	Ministerio del Interior	BOE. núm.72 de 24-03-2007
R. D. 1468/2008	Modifica el Real Decreto 393/2007.		BOE. núm. 239 de 03-10-2008
Orden de 16-04-2008	PLAN DE AUTOPROTECCIÓN DE CENTROS DOCENTES PÚBLICOS DE ANDALUCÍA, A EXCEPCIÓN DE UNIVERSITARIOS, CENTROS DE ENSEÑANZA DE RÉGIMEN ESPECIAL Y SERVICIOS EDUCATIVOS, SOSTENIDOS CON FONDOS PÚBLICOS, ASÍ COMO LAS DELEGACIONES PROVINCIALES DE LA CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN	Consejería de Educación	BOJA. núm. 91 de 08-05-2008
Decreto 94/2014, de 27 de mayo	NORMA TÉCNICA PARA LA PROTECCIÓN DE EDIFICIOS PÚBLICOS DE USO ADMINISTRATIVO ANTE EL RIESGO DE INTRUSIÓN. Deroga la Orden de 15 de diciembre de 2003.	Consejería de de Justicia e Interior	BOJA. núm. 82 de 30-04-2014

NORMATIVAS ESPECÍFICAS

• Estatales

- CTE (R.D. 314/2006) y su desarrollo y modificaciones surgidas, entre otras, en el R.D. 1371/2007, R.D. 1675/2008, Orden VIV/984/2009, R.D. 173/2010, Orden FOM/1635/2013 y Orden FOM/588/2017, con sus documentos básicos:

DB SE (Seguridad Estructural):



- DB-SE AE: Acciones en la Edificación
- DB-SE C: Cimientos
- DB-SE A: Acero
- DB-SE F: Fábrica
- DB-SE M: Madera

DB SI (Seguridad en caso de incendio)

DB SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad)

DB HS (Salubridad)

DB HR (Protección frente al ruido).

DB HE (Ahorro de energía)

- R.D. 751/2011, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- R.D. 1247/2008. Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- R.D. 163/2019, por la que se aprueba la Instrucción Técnica para la realización del control de producción de los hormigones fabricados en central.
- R.D. 256/2016, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- R.D. 997/2002. NCSR-02, Norma de construcción sismorresistente.
- Ley 32/2014, de Metrología.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y disposiciones adicionales no derogadas de la antigua Ley 54/1997, del sector eléctrico.
- R.D. 244/2019. Regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- R.D. 222/2008. Establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- R.D. 1955/2000, regulación de las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica y Decreto 9/2011 que modifica algunas de sus normas.
- R.D. 842/2002. REBT y sus ITCs BT 01 a BT 51.
- R.D. 1053/2014, aprueba una nueva ITC BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del R.D. 842/2002, y se modifican otras ITCs, del mismo.
- R.D. 1890/2008. Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus ITCs EA-01 a EA-07.
- Orden de 26-03-2007. Especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas e ITC FV 07 a FV 11 y Anexos I y II.
- Resolución de 26 de marzo de 2018. Se modifica la ITC-FV-04 de la Orden de 26 de marzo de 2007.
- R.D. 1699/2011. Regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- R.D. 413/2014. Regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- R.D. 223/2008. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus ITCs LAT 01 a 09.
- R.D. 337/2014. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus ITCs, ITC-RAT 01 A 23.



- R.D. 187/2016. Regula las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- R.D. 186/2016. Regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Normas UNE, UNESA, ONSE Y ENDESA para materiales e instalaciones eléctricas.
- R.D. 1027/2007, RITE y sus ITEs., y R. Decretos: 1826/2009, 249/2010 y 238/2013 que lo modifican entre otras.
- R.D. 235/2013. Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios y modificaciones en R.D. 564/2017.
- R.D. 919/2006. Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus ITCs ICG 01 a 11.
- R.D. 2060/2008. Reglamento de equipos a presión y sus I.T.Cs.
- R.D. 709/2015. Se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.
- R.D.138/2011. Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus ITCs.
- R. D. 115/2017. Regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan y por el que se establecen los requisitos técnicos para las instalaciones que desarrollen actividades que emitan gases fluorados.
- R.D. 2267/2004. Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D. 513/2017. Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- R.D. 842/2013. Aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- R.D. 1644/2008, Normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas y modificaciones en R.D. 494/2012.
- R.D. 2816/1982. Reglamento general de policía de espectáculos públicos y actividades recreativas.
- R.D. 1457/1986, que regula la actividad industrial y la prestación de servicios en los talleres de reparación de vehículos y R.D. 455/2010, que lo modifica.
- Ley 9/2014, de Telecomunicaciones.
- R.D. 805/2014. Plan técnico nacional de la televisión digital terrestre y se regulan determinados aspectos para la liberación del dividendo digital.
- R.D. 346/2011. Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones y Orden ITC/1644/2011 que lo desarrolla.
- Orden ITC/1077/2006. Procedimiento a seguir en las instalaciones colectivas de recepción de televisión en el proceso de su adecuación para la recepción de la televisión digital terrestre y se modifican determinados aspectos administrativos y técnicos de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones en el interior de los edificios.
- Ley 10/2005. Medidas urgentes para el impulso de la televisión digital terrestre, de liberalización de la televisión por cable y de fomento del pluralismo.
- R. Decreto Ley 1/1998. Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.



- R. D. 188/2016. Reglamento por el que se establecen los requisitos para la comercialización, puesta en servicio y uso de equipos radioeléctricos, y se regula el procedimiento para la evaluación de la conformidad, la vigilancia del mercado y el régimen sancionador de los equipos de telecomunicación.
- R.D. 656/2017, Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus ITCs MIE APQs 0 a 10.
- R.D. 888/2006. Reglamento sobre almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico con un contenido en nitrógeno igual o inferior al 28 por ciento en masa.
- Real Decreto 130/2017. Reglamento de Explosivos.
- R.D 563/2010. Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería.
- Ley 34/1998, del sector de hidrocarburos y Ley 12/2007 que la modifica.
- R.D. 2085/1994. Reglamento de instalaciones petrolíferas e instrucciones técnicas complementarias MI-IP01 “refinerías” y MI-IP02 “parques de almacenamiento de líquidos petrolíferos”.
- R.D. 1562/1998. Modificación de la ITC-MI-IP2.
- R.D. 1427/1997. ITC MI-IP03 “Instalaciones petrolíferas para uso propio”.
- R.D. 1523/1999. Modificaciones del Reglamento de instalaciones petrolíferas y de la ITC MI-IP03 que queda redactada como “Instalaciones de almacenamiento para su consumo en la propia instalación”.
- R.D. 706/2017. Instrucción técnica complementaria MI-IP 04 "Instalaciones para suministro a vehículos" y se regulan determinados aspectos de la reglamentación de instalaciones petrolíferas.
- R.D. 144/2016. Establece los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas y por el que se modifica el R.D. 455/2012, por el que se establecen las medidas destinadas a reducir la cantidad de vapores de gasolina emitidos a la atmósfera durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio.
- R.D. 365/2005. ITC MI-IP05 “Instaladores o reparadores y empresas instaladoras o reparadoras de PPL”.
- R.D. 1416/2006. ITC MI-IP06 “Procedimiento para dejar fuera de servicio los tanques de almacenamiento de PPL”.
- R.D. 560/2010. Modifica diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial.
- Ley 37/2015. Ley de carreteras.
- R. Decreto 1812/1994. Reglamento general de carreteras.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.
- Ley 8/2013, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.
- Decreto Ley 5/2012, de medidas urgentes en materia urbanística y para la protección del litoral de Andalucía y Decreto Ley 15/2014 que lo modifica.
- R.D. 1492/2011. Reglamento de valoraciones de la Ley del suelo.
- Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se establece el Reglamento del Planeamiento Urbanístico.



- Real Decreto 3288/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Gestión Urbanística para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
- R.D. 773/2017. Modifica diversos reales decretos en materia de productos y emisiones industriales.
- R.D. Legislativo 1/2016. Se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención y control integrados de la contaminación.
- Ley 21/2013, de evaluación ambiental.
- R.D. 815/2013. Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002.
- Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 34/2007, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- R.D. 9/2005, relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminado.
- Orden PRA/1080/2017. Modifica el Anexo I del Real Decreto 9/2005.
- Ley 37/2003, del ruido y desarrollo en R.D. 1513/2005, R.D. 1367/2007, R.D. 1038/2012 y Orden PCI/1319/2018.
- RD 1400/2018, por el que se aprueba el Reglamento sobre seguridad nuclear en instalaciones nucleares.
- Ley 31/1995, de Prevención de riesgos laborales, y Reglamentos que desarrollan dicha Ley, y modificaciones, entre otros: R.D. 39/1997 Reglamento de los servicios de prevención, R.D. 1627/1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras, R.D. 598/2015, R.D. 337/2010, R.D. 604/2006, R.D. 486/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, R.D. 485/1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, R.D. 1215/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, R.D. 773/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, R.D. 614/2001, sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, R.D. 299/2016, sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.
- Ley 32/2006, de subcontratación en el sector de la construcción, R.D. 1109/2007 que desarrolla la ley 32/2006, Orden de 22-11-2007 que desarrolla el procedimiento de habilitación del libro de subcontratación y R.D. 337/2010 que modifica el R.D.1109/2007, y modificaciones.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- R. D. Legislativo 1/2007, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios.
- Artículos aplicables del Código Civil y Penal.
- R.D. 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.



- Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Publicas aprobado por Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre.
- Ley 21/92 de Industria del 16-07-92, con fecha de publicación BOE 23-07-92.
- Real Decreto 2135/80 sobre la Liberalización Industrial del 26-09-80 con fecha de publicación BOE 14-10-80.
- Real Decreto 886/88 sobre Prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales del 15-07-88, con fecha de publicación BOE 05-08-88 y 28-01-89.
- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.
- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, Regulación de las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre y Real Decreto 524/2006 por el que se modifica el R.D. 212/2002.
- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1630/92 sobre Productos de la construcción del 29-12-92, con fecha de publicación BOE 09-02-93 y 19-11-93.
- Real Decreto 1328/1995 de 28 de julio. Modifica las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción aprobadas por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre de 1992.
- Real Decreto 159/95, del 03-02-95, que modifica el RD 1407/92, del 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, con fecha de publicación BOE 08-03-95 y 22-03-95.
- Real Decreto 697/95 sobre Reglamento del registro de establecimientos industriales del 28-04-95, con fecha de publicación BOE 30-05-95.
- Real Decreto 487/97 del 14-04-97, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores, con fecha de publicación BOE 23-04-97.
- Real Decreto 780/98 del 30-04-98, que modifica el RD 39/97 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Servicios de Prevención, con fecha de publicación BOE 01-05-98.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo del 09-03-71, con fecha de publicación BOE 11-03-71, 17-03-71 y 06-04-71.
- Orden Ministerial del 27-06-97 que desarrolla el Real Decreto 39/97, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, con fecha de publicación BOE 04-07-97.
- Resolución del 25-04-96, en la que se aporta Información complementaria del RD 1407-92, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, con fecha de publicación BOE 28-05-96.
- Resolución de 27 de mayo de 2002, de la Dirección General de Política Tecnológica, por la que se actualiza el anexo IV de la Resolución de 25 de abril de 1996, por la que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Artículos aplicables de la Ley 42/94 sobre Medidas Fiscales, Administrativas y de Orden Social del 30-12-94, con fecha de publicación BOE 31-12-94 y 16-02-95.
- Artículos aplicables de la Ley LO 10/95 del 23-11-95, referente al Código Penal, con fecha de publicación en el BOE 24-11-95 y 02-03-96.
- Artículos aplicables de la Ley 13/96 del 30-12-96 a cerca de Medidas Fiscales, administrativas y del orden social, con publicación BOE del 31-12-96.



- Ley 23/2015, de 21 de julio, Ordenadora del Sistema de Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- Artículos aplicables de la Ley 66/97 sobre Medidas fiscales, administrativas y del orden social del 30-12-97, con fecha de publicación BOE 31-12-97 y 02-07-98.
- Artículos aplicables de la Ley 29/98 del 13-07-98, Reguladora de la Jurisdicción Contencioso-Administrativa, con fecha de publicación BOE 14-07-98.
- Artículos aplicables de la Ley 50/98 del 30-12-98, sobre Medidas fiscales, Administrativas y del Orden Social, con fecha BOE 31-12-98 y 07-05-99.
- Artículos aplicables de la Ley 55/99 del 29-12-99, sobre Medidas fiscales, Administrativas y del Orden Social, con fecha BOE 30-12-99.
- Artículos aplicables del Real Decreto Legislativo 1/95 del 24-03-95, que recoge el Texto Refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores, con fecha BOE 29-03-95.
- Ley 36/2011, de 10 de octubre, reguladora de la Jurisdicción Social.
- Artículos aplicables del Real Decreto 577/82 del 17-03-82, por el que se regulan la estructura y competencias del INST, con fecha BOE 22-03-82.
- Artículos aplicables del Real Decreto 1778/94 del 05-08-94, que se adecuan a la Ley 30/92, de 26 de noviembre, de régimen jurídico de las administraciones públicas y del procedimiento administrativo común, las normas reguladoras de los procedimientos de otorgamiento, modificación y extinción de autorizaciones, con fecha BOE 20-08-94 y 19-10-94.
- Artículos aplicables del Real Decreto 1993/95 del 07-12-95, que establece el Reglamento General sobre colaboración en la gestión de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social, con fecha BOE 12-12-95.
- Artículos aplicables del Real Decreto 250/97 del 21-02-97, que modifica el Reglamento de Colaboración de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social, aprobado por RD 1993/95, y el Reglamento General sobre inscripción de empresas y afiliación, altas, bajas y variaciones de datos de trabajadores en la Seguridad Social, aprobado por RD 84/96, con fecha de publicación BOE 11-03-97.
- Artículos aplicables del Real Decreto 216/99 del 05-02-99, que recoge las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal, con fecha BOE 24-02-99.
- Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.
- Orden TIN/442/2009, de 24 de febrero, por la que se modifica la Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.

- **Comunidad Autónoma de Andalucía**

- Ley 7/2007. Gestión Integrada de la Calidad Ambiental.
- Ley 3/2015. Medidas en Materia de Gestión Integrada de Calidad Ambiental, de Aguas, Tributaria y de Sanidad Animal.
- Decreto 5/2012. Regulación de la Autorización Ambiental Integrada.
- Decreto 356/2010, que regula la Autorización Ambiental Unificada y sus modificaciones surgidas en el Decreto 5/2012.
- Decreto 297/1995. Reglamento de Calificación Ambiental.



- Decreto 169/2014, de 9 de diciembre. Establece el procedimiento de la Evaluación del Impacto en la Salud de la Comunidad Autónoma de Andalucía.
- Decreto-ley 2/2018, de simplificación de normas en materia de energía y fomento de las energías renovables en Andalucía.
- Decreto 155/2018, por el que se aprueba el Catálogo de Espectáculos Públicos, Actividades Recreativas y Establecimientos Públicos de Andalucía y se regulan sus modalidades, régimen de apertura o instalación y horarios de apertura y cierre.
- Decreto 1/2016. Establece un conjunto de medidas para la aplicación de la declaración responsable para determinadas actividades económicas reguladas en la Ley 3/2014.
- Ley 3/2014, de 1 de octubre, de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas.
- Decreto-ley 5/2014, de medidas normativas para reducir las trabas administrativas para las empresas.
- Decreto 18/2015. Reglamento que regula el régimen aplicable a los suelos contaminados.
- Decreto 6/2012. Reglamento de protección contra la contaminación acústica en Andalucía.
- Decreto 73/2012. Reglamento de Residuos de Andalucía.
- Decreto 293/2011. Regula la calidad del medio ambiente atmosférico y se crea el registro de sistemas de evaluación de la calidad del aire en Andalucía.
- Decreto 67/2011, de 5 de abril, por el que se regula el control de calidad de la construcción y obra pública.
- Decreto 9/2011, de 18 de enero, por el que se modifican diversas Normas Reguladoras de Procedimientos Administrativos de Industria y Energía.
- Decreto 169/2011, por el que se aprueba el Reglamento de Fomento de las Energías Renovables, el Ahorro y la Eficiencia Energética en Andalucía y Decreto 2/2013 que lo modifica.
- Decreto 22/2010. Regula el distintivo de calidad ambiental de la Administración de la Junta de Andalucía.
- Decreto 293/2009, Reglamento que regula las normas para la accesibilidad en las infraestructuras, el urbanismo, la edificación y el transporte en Andalucía y Orden 9-01-2012, que aprueba los modelos de fichas y tablas justificativas de dicho Reglamento.
- Ley 2/2007. Fomento de las energías renovables y del ahorro y eficiencia energética de Andalucía.
- Decreto 195/2007. Condiciones generales para la celebración de espectáculos públicos y actividades recreativas de carácter ocasional y extraordinario.
- Ley 13/1999. Normas reguladoras de espectáculos públicos y actividades recreativas en Andalucía.
- Decreto 178/2006, de 10-10-2006. Normas de protección de la avifauna para las instalaciones eléctricas de alta tensión.
- Resolución de 5 de mayo de 2005. Normas particulares y condiciones técnicas y de seguridad de Endesa, en Andalucía y modificaciones.



- Instrucción de 14 de octubre de 2004, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, sobre previsión de cargas eléctricas y coeficientes de simultaneidad en áreas de uso residencial y áreas de uso industrial.
- Instrucción de 1 de marzo de 2017, sobre tramitación de modificaciones y ampliaciones de líneas e instalaciones eléctricas de alta tensión competencia de la comunidad autónoma de Andalucía.
- Resolución de 29 de noviembre de 2016, por la que se modifican los Anexos II y III de la Orden de 20 de febrero de 2013, para adaptarla al RD 337/2014, por el que se aprueban el reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus ITCs-RAT 01 a 23
- Orden de 20 de febrero de 2013, aprueba la tramitación electrónica de los procedimientos para la expedición de las habilitaciones profesionales y para la presentación de declaraciones y comunicaciones, en materia de Industria, Energía y Minas
- Decreto 59/2005 de 1 de marzo por el que se regula el procedimiento para la instalación, ampliación, traslado y puesta en funcionamiento de los establecimientos industriales, así como el control, responsabilidad y régimen sancionador de los mismos con desarrollo y modificaciones en: Orden de 27-05-2005, Orden de 05-10-2007, Orden de 05-03-2013, Resolución de 09-05-2013 y Resolución de 16-06-2015 donde se modifican la comunicación de puesta en funcionamiento de establecimientos e instalaciones industriales y las fichas técnicas descriptivas de instalaciones industriales a las que se contrae la presente resolución, contenidas en los Anexos I y II de la Orden de 5 de marzo de 2013 y Resolución 09-11-2017, que modifica el Anexo II de la Orden de 5 de marzo de 2013.
- Orden de 24-01-2003. Normas de diseño y constructivas para edificios de uso docente (Capítulos dedicados a instalaciones).
- Decreto 120/91, Reglamento de suministro domiciliario de agua y Decreto 9/2011 que modifica algunas normas de dicho Decreto.
- Decreto 9/2003, que regula la actividad industrial y la prestación de servicios en los talleres de reparación y mantenimiento de vehículos automóviles y Orden 25-01-2007 que lo desarrolla.
- Decreto 60/2010, Reglamento de disciplina urbanística de la comunidad autónoma de Andalucía.
- Decreto 2/2012, que regula el régimen de las edificaciones y asentamientos existentes en suelo no urbanizable en la Comunidad Autónoma de Andalucía y se modifican algunos artículos del Decreto 60/2010.
- Orden 01-03-2013. Aprueba normativas directoras para la ordenación urbanística en desarrollo de los art. 4 y 5 del Decreto 2/2012.
- Decreto 36/2014, de 11 de febrero, por el que se regula el ejercicio de las competencias de la Administración de la Junta de Andalucía en materia de Ordenación del Territorio y Urbanismo.
- ley 7/2002 de Ordenación urbanística de Andalucía y ley 2/2012 que la modifica.
- Ley 6/2016, de 1 de agosto. Se modifica la Ley 7/2002, para incorporar medidas urgentes en relación con las edificaciones construidas sobre parcelaciones urbanísticas en suelo no urbanizable.
- Ley 2/2018, de 26 de abril. Modificación de la Ley 6/2016.



- Ordenanza de 26-10-2012 (BOP núm. 208) Municipal de Jaén, reguladora de la ocupación de vía pública con veladores y estructuras auxiliares.
- Plan general Municipal de ordenación urbana.

- **Atribuciones profesionales**

- Ley 38 de 05-11-1999. Ordenación de la edificación.
- Ley 12 de 01-04-1986. Regulación de las atribuciones profesionales de los Arquitectos e Ingenieros Técnicos y Ley 33/1992, que la modifica.
- R.D. 37/1977. Atribuciones de los Peritos Industriales.
- Resolución de 21 de julio de 2015, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Ministros de 10-07-2015, por el que se determina el nivel de correspondencia al nivel del Marco Español de Cualificaciones para la Educación Superior del Título Universitario Oficial de Ingeniero Técnico Industrial, especialidad: Electricidad, Electrónica Industrial, Mecánica, Química Industrial, Textil.
- R.D. 967/2014. Requisitos y procedimiento para la homologación y declaración de equivalencia a titulación y a nivel académico universitario oficial y para la convalidación de estudios extranjeros de educación superior, y el procedimiento para determinar la correspondencia a los niveles del marco español de cualificaciones para la educación superior de los títulos oficiales de Arquitecto, Ingeniero, Licenciado, Arquitecto Técnico, Ingeniero Técnico y Diplomado.
- Orden CIN/351/2009. Requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico Industrial.

Normas

Norma Básica de la Edificación:

Normas NTE que les sean de aplicación, según fase de obra.

Normas UNE que les sean de aplicación.

3. PLIEGO DE CONDICIONES

3.1. PLIEGO DE CLÁUSULAS ADMINISTRATIVAS

3.1.1. DISPOSICIONES GENERALES: OBJETO DEL PLIEGO DE CONDICIONES

El presente Pliego de condiciones junto con las disposiciones contenidas en el correspondiente Pliego del Proyecto de ejecución, tienen por objeto definir las atribuciones y obligaciones de los agentes que intervienen en materia de Seguridad y Salud, así como las condiciones que deben cumplir las medidas preventivas, las protecciones individuales y colectivas de la instalación, situada en Ampudia (Palencia), según el proyecto redactado por Ginés Martínez Pérez. Todo ello con fin de evitar cualquier accidente o enfermedad profesional, que pueden ocasionarse durante el transcurso de la ejecución de la obra o en los futuros trabajos de conservación, reparación y mantenimiento de la instalación.



3.1.2. DISPOSICIONES FACULTATIVAS

3.1.2.1. DEFINICIÓN, ATRIBUCIONES Y OBLIGACIONES DE LOS AGENTES DE LA EDIFICACIÓN

Las garantías y responsabilidades de los agentes y trabajadores de la obra frente a los riesgos derivados de las condiciones de trabajo en materia de seguridad y salud son las establecidas por la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales y el Real Decreto 1627/1997 "Disposiciones mínimas de seguridad y de salud en las obras de construcción".

3.1.2.2. EL PROMOTOR

Es la persona física o jurídica, pública o privada, que individual o colectivamente decide, impulsa, programa y financia con recursos propios o ajenos, las obras de edificación para sí o para su posterior enajenación, entrega o cesión a terceros bajo cualquier título.

Tiene la responsabilidad de contratar a los técnicos redactores del preceptivo Estudio de Seguridad y Salud, al igual que a los técnicos coordinadores en la materia en la fase que corresponda, todo ello según lo establecido en el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en las obras de construcción, facilitando copias a las empresas contratistas, subcontratistas o trabajadores autónomos contratados directamente por el Promotor, exigiendo la presentación de cada Plan de Seguridad y Salud previamente al comienzo de las obras.

El Promotor tendrá la consideración de Contratista cuando realice la totalidad o determinadas partes de la obra con medios humanos y recursos propios, o en el caso de contratar directamente a trabajadores autónomos para su realización o para trabajos parciales de la misma, excepto en los casos estipulados en el Real Decreto 1627/1997.

3.1.2.3. EL PROYECTISTA

Es el agente que, por encargo del Promotor y con sujeción a la normativa técnica y urbanística correspondiente, redacta el proyecto.

Tomará en consideración en las fases de concepción, estudio y elaboración del proyecto básico y de ejecución, los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y de salud, de acuerdo con la legislación vigente.

3.1.2.4. EL CONTRATISTA Y SUBCONTRATISTA

Según define el artículo 2 del Real Decreto 1627/1997:

Contratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el Promotor, con medios humanos y materiales propios o ajenos, el compromiso de ejecutar la totalidad o parte de las obras, con sujeción al proyecto y al contrato.



Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista, empresario principal, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra, con sujeción al proyecto por el que se rige su ejecución.

El Contratista comunicará a la autoridad laboral competente la apertura del centro de trabajo en la que incluirá el Plan de Seguridad y Salud al que se refiere el artículo 7 del R.D.1627/1997, de 24 de octubre.

Adoptará todas las medidas preventivas que cumplan los preceptos en materia de Prevención de Riesgos Laborales y Seguridad y Salud que establece la legislación vigente, redactando el correspondiente Plan de Seguridad y ajustándose al cumplimiento estricto y permanente de lo establecido en el Estudio de Seguridad y Salud, disponiendo de todos los medios necesarios y dotando al personal del equipamiento de seguridad exigibles, cumpliendo las órdenes efectuadas por el Coordinador de Seguridad y Salud en la fase de ejecución de la obra.

Supervisará de manera continuada el cumplimiento de las normas de seguridad, tutelando las actividades de los trabajadores a su cargo y, en su caso, relevando de su puesto a todos aquellos que pudieran menoscabar las condiciones básicas de seguridad personales o generales, por no estar en las condiciones adecuadas.

Entregará la información suficiente al Coordinador de Seguridad y Salud en la obra, donde se acredite la estructura organizativa de la empresa, sus responsabilidades, funciones, procesos, procedimientos y recursos materiales y humanos disponibles, con el fin de garantizar una adecuada acción preventiva de riesgos de la obra.

Entre las responsabilidades y obligaciones del contratista y de los subcontratistas en materia de seguridad y salud, cabe destacar las contenidas en el artículo 11 "Obligaciones de los contratistas y subcontratistas" del R.D. 1627/1997.

Aplicar los principios de la acción preventiva que se recogen en el artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el plan de seguridad y salud.

Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta, en su caso, las obligaciones sobre coordinación de actividades empresariales previstas en el artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y las disposiciones mínimas establecidas en el anexo IV del R.D. 1627/1997, durante la ejecución de la obra.



Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas y precisas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo referente a su seguridad y salud en la obra.

Atender las indicaciones y consignas del Coordinador en Materia de Seguridad y Salud, cumpliendo estrictamente sus instrucciones durante la ejecución de la obra.

Responderán de la correcta ejecución de las medidas preventivas fijadas en el plan de seguridad y salud en lo relativo a las obligaciones que les correspondan a ellos directamente o, en su caso, a los trabajadores autónomos por ellos contratados.

Responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el plan, en los términos del apartado 2 del artículo 42 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

Las responsabilidades de los coordinadores, de la Dirección Facultativa y del Promotor, no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

3.1.2.5. LA DIRECCIÓN FACULTATIVA

Según define el artículo 2 del Real Decreto 1627/1997, se entiende como Dirección Facultativa:

El técnico o los técnicos competentes designados por el Promotor, encargados de la dirección y del control de la ejecución de la obra.

Las responsabilidades de la Dirección Facultativa y del Promotor, no eximen en ningún caso de las atribuibles a los contratistas y a los subcontratistas.

3.1.2.6. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN PROYECTO

Es el técnico competente designado por el Promotor para coordinar, durante la fase del proyecto de ejecución, la aplicación de los principios y criterios generales de prevención en materia de seguridad y salud.

3.1.2.7. COORDINADOR DE SEGURIDAD Y SALUD EN EJECUCIÓN

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, es el técnico competente designado por el Promotor, que forma parte de la Dirección Facultativa.

Asumirá las tareas y responsabilidades contenidas en la Guía Técnica sobre el R.D. 1627/1997, de 24 de octubre, cuyas funciones consisten en:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y de seguridad, tomando las decisiones técnicas y de organización, con el fin de planificar las distintas



tareas o fases de trabajo que vayan a desarrollarse simultánea o sucesivamente, estimando la duración requerida para la ejecución de las mismas.

- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que los contratistas y, en su caso, los subcontratistas y los trabajadores autónomos, apliquen de manera coherente y responsable los principios de la acción preventiva recogidos en la legislación vigente.
- Aprobar el plan de seguridad y salud elaborado por el Contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales prevista en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que sólo las personas autorizadas puedan acceder a la obra. La Dirección Facultativa asumirá esta función cuando no fuera necesaria la designación de un coordinador.

3.1.2.8. TRABAJADORES AUTÓNOMOS

Son las personas físicas distintas del Contratista y Subcontratista, que realizan de forma personal y directa una actividad profesional, sin sujeción a un contrato de trabajo y que asumen contractualmente ante el Promotor, el Contratista o el Subcontratista, el compromiso de realizar determinadas partes o instalaciones de la obra.

Cuando el trabajador autónomo emplee en la obra a trabajadores por cuenta ajena, tendrá la consideración de Contratista o Subcontratista.

Los trabajadores autónomos cumplirán lo establecido en el plan de seguridad y salud.

3.1.2.9. TRABAJADORES POR CUENTA AJENA

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y su salud en la obra.

La consulta y la participación de los trabajadores o de sus representantes, se realizarán de conformidad con lo dispuesto en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.

El Contratista facilitará a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo una copia del plan de seguridad y salud y de sus posibles modificaciones.



3.1.2.10. *FABRICANTES Y SUMINISTRADORES DE EQUIPOS DE PROTECCIÓN Y MATERIALES DE PROTECCIÓN*

Los fabricantes, importadores y suministradores de maquinaria, equipos, productos y útiles de trabajo, deberán suministrar la información que indique la forma correcta de utilización por los trabajadores, las medidas preventivas adicionales que deban tomarse y los riesgos laborales que conlleven tanto su uso normal como su manipulación o empleo inadecuado.

3.1.2.11. *RECURSOS PREVENTIVOS*

Con el fin de ejercer las labores de recurso preventivo, según lo establecido en la Ley 31/95, el empresario designará para la obra los recursos preventivos, que podrán ser:

- a) Uno o varios trabajadores designados por la empresa.
- b) Uno o varios miembros del servicio de prevención propio de la empresa.
- c) Uno o varios miembros del servicio o los servicios de prevención ajenos.

Las personas a las que se asigne esta vigilancia deberán dar las instrucciones necesarias para el correcto e inmediato cumplimiento de las actividades preventivas. En caso de observar un deficiente cumplimiento de las mismas o una ausencia, insuficiencia o falta de adecuación de las mismas, se informará al empresario para que éste adopte las medidas necesarias para su corrección, notificándose a su vez al Coordinador de Seguridad y Salud y al resto de la Dirección Facultativa.

En el Plan de Seguridad y Salud se especificarán los casos en que la presencia de los recursos preventivos es necesaria, especificándose expresamente el nombre de la persona o personas designadas para tal fin, concretando las tareas en las que inicialmente se prevé necesaria su presencia.

3.1.3. *FORMACIÓN EN SEGURIDAD*

Con el fin de que todo el personal que acceda a la obra disponga de la suficiente formación en las materias preventivas de seguridad y salud, la empresa se encargará de su formación para la adecuada prevención de riesgos y el correcto uso de las protecciones colectivas e individuales. Dicha formación alcanzará todos los niveles de la empresa, desde los directivos hasta los trabajadores no cualificados, incluyendo a los técnicos, encargados, especialistas y operadores de máquinas entre otros.

3.1.4. *RECONOCIMIENTOS MÉDICOS*

La vigilancia del estado de salud de los trabajadores quedará garantizada por la empresa contratista, en función de los riesgos inherentes al trabajo asignado y en los casos establecidos por la legislación vigente.



Dicha vigilancia será voluntaria, excepto cuando la realización de los reconocimientos sea imprescindible para evaluar los efectos de las condiciones de trabajo sobre su salud, o para verificar que su estado de salud no constituye un peligro para otras personas o para el mismo trabajador.

3.1.5. SALUD E HIGIENE EN EL TRABAJO

3.1.5.1. PRIMEROS AUXILIOS

El empresario designará al personal encargado de la adopción de las medidas necesarias en caso de accidente, con el fin de garantizar la prestación de los primeros auxilios y la evacuación del accidentado.

Se dispondrá, en un lugar visible de la obra y accesible a los operarios, un botiquín perfectamente equipado con material sanitario destinado a primeros auxilios.

El Contratista instalará rótulos con caracteres legibles hasta una distancia de 2 m, en el que se suministre a los trabajadores y participantes en la obra la información suficiente para establecer rápido contacto con el centro asistencial más próximo.

3.1.5.2. ACTUACIÓN EN CASO DE ACCIDENTE

En caso de accidente se tomarán solamente las medidas indispensables hasta que llegue la asistencia médica, para que el accidentado pueda ser trasladado con rapidez y sin riesgo. En ningún caso se le moverá, excepto cuando sea imprescindible para su integridad.

Se comprobarán sus signos vitales (consciencia, respiración, pulso y presión sanguínea), se le intentará tranquilizar, y se le cubrirá con una manta para mantener su temperatura corporal.

No se le suministrará agua, bebidas o medicamento alguno y, en caso de hemorragia, se presionarán las heridas con gasas limpias.

El empresario notificará el accidente por escrito a la autoridad laboral, conforme al procedimiento reglamentario.

3.1.6. DOCUMENTACIÓN EN OBRA

3.1.6.1. ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Es el documento elaborado por el técnico competente designado por el Promotor, donde se precisan las normas de seguridad y salud aplicables a la obra, contemplando la identificación de los riesgos laborales que puedan ser evitados, indicando las medidas técnicas necesarias para ello.



Incluye también las previsiones y las informaciones útiles para efectuar en su día, en las debidas condiciones de seguridad y salud, los previsibles trabajos posteriores.

3.1.6.2. PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD

En aplicación del presente estudio de seguridad y salud, cada Contratista elaborará el correspondiente plan de seguridad y salud en el trabajo en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en el presente estudio, en función de su propio sistema de ejecución de la obra. En dicho plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el Contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este estudio de seguridad y salud.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra aprobará el plan de seguridad y salud antes del inicio de la misma.

El plan de seguridad y salud podrá ser modificado por el Contratista en función del proceso de ejecución de la obra, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir durante el desarrollo de la misma, siempre con la aprobación expresa del Coordinador de Seguridad y Salud y la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de forma razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. A tal efecto, el plan de seguridad y salud estará en la obra a disposición permanente de los mismos y de la Dirección Facultativa.

3.1.6.3. ACTA DE APROBACIÓN DEL PLAN

El plan de seguridad y salud elaborado por el Contratista será aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, por la Dirección Facultativa o por la Administración en el caso de obras públicas, quien deberá emitir un acta de aprobación como documento acreditativo de dicha operación, visado por el Colegio Profesional correspondiente.

3.1.6.4. COMUNICACIÓN DE APERTURA DE CENTRO DE TRABAJO

La comunicación de apertura del centro de trabajo a la autoridad laboral competente será previa al comienzo de los trabajos y se presentará únicamente por los empresarios que tengan la consideración de contratistas.



La comunicación contendrá los datos de la empresa, del centro de trabajo y de producción y/o almacenamiento del centro de trabajo. Deberá incluir, además, el plan de seguridad y salud.

3.1.6.5. LIBRO DE INCIDENCIAS

Con fines de control y seguimiento del plan de seguridad y salud, en cada centro de trabajo existirá un libro de incidencias que constará de hojas por duplicado, habilitado a tal efecto.

Será facilitado por el colegio profesional que vise el acta de aprobación del plan o la oficina de supervisión de proyectos u órgano equivalente cuando se trate de obras de las administraciones públicas.

El libro de incidencias deberá mantenerse siempre en la obra, en poder del Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, teniendo acceso la Dirección Facultativa de la obra, los contratistas y subcontratistas y los trabajadores autónomos, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la obra, los representantes de los trabajadores y los técnicos de los órganos especializados en materia de seguridad y salud en el trabajo de las administraciones públicas competentes, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

El Coordinador de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra, deberá notificar al Contratista afectado y a los representantes de los trabajadores de éste, sobre las anotaciones efectuadas en el libro de incidencias.

Cuando las anotaciones se refieran a cualquier incumplimiento de las advertencias u observaciones anteriores, se remitirá una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social en el plazo de veinticuatro horas. En todo caso, deberá especificarse si la anotación se trata de una nueva observación o supone una reiteración de una advertencia u observación anterior.

3.1.6.6. LIBRO DE ÓRDENES

En la obra existirá un libro de órdenes y asistencias, en el que la Dirección Facultativa reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Las anotaciones así expuestas tienen rango de órdenes o comentarios necesarios de ejecución de obra y, en consecuencia, serán respetadas por el Contratista de la obra.

3.1.6.7. LIBRO DE VISITAS

El libro de visitas deberá estar en obra, a disposición permanente de la Inspección de Trabajo y Seguridad Social.



El primer libro lo habilitará el jefe de la Inspección de la provincia en que se encuentre la obra. Para habilitar el segundo o los siguientes, será necesario presentar el anterior. En caso de pérdida o destrucción, el representante legal de la empresa deberá justificar por escrito los motivos y las pruebas. Una vez agotado un libro, se conservará durante 5 años, contados desde la última diligencia.

3.1.6.8. LIBRO DE SUBCONTRATACIÓN

El Contratista deberá disponer de un libro de subcontratación, que permanecerá en todo momento en la obra, reflejando por orden cronológico desde el comienzo de los trabajos, todas y cada una de las subcontrataciones realizadas en una determinada obra con empresas subcontratistas y trabajadores autónomos.

El libro de subcontratación cumplirá las prescripciones contenidas en el Real Decreto 1109/2007, de 24 de agosto, por el que se desarrolla la Ley 32/2006 de 18 de octubre, reguladora de la subcontratación en el Sector de la Construcción, en particular el artículo 15 "Contenido del Libro de Subcontratación" y el artículo 16 "Obligaciones y derechos relativos al Libro de Subcontratación".

Al libro de subcontratación tendrán acceso el Promotor, la Dirección Facultativa, el Coordinador de Seguridad y Salud en fase de ejecución de la obra, las empresas y trabajadores autónomos intervinientes en la obra, los técnicos de prevención, los delegados de prevención, la autoridad laboral y los representantes de los trabajadores de las diferentes empresas que intervengan en la ejecución de la obra.

3.1.7. DISPOSICIONES ECONÓMICAS

El marco de relaciones económicas para el abono y recepción de la obra, se fija en el pliego de condiciones del proyecto o en el correspondiente contrato de obra entre el Promotor y el Contratista, debiendo contener al menos los puntos siguientes:

- Fianzas
- De los precios
- Precio básico
- Precio unitario
- Presupuesto de Ejecución Material (PEM)
- Precios contradictorios
- Reclamación de aumento de precios



- Formas tradicionales de medir o de aplicar los precios
- De la revisión de los precios contratados
- Acopio de materiales
- Obras por administración
- Valoración y abono de los trabajos
- Indemnizaciones mutuas
- Retenciones en concepto de garantía
- Plazos de ejecución y plan de obra
- Liquidación económica de las obras
- Liquidación final de la obra

3.2. PLIEGO DE CONDICIONES TÉCNICAS PARTICULARES

3.2.1. MEDIOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA

Los medios de protección colectiva se colocarán según las especificaciones del Plan de Seguridad y Salud antes de iniciar el trabajo en el que se requieran, no suponiendo un riesgo en sí mismos.

Se repondrán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil, después de estar sometidos a solicitaciones límite, o cuando sus tolerancias sean superiores a las admitidas o aconsejadas por el fabricante.

El mantenimiento será vigilado de forma periódica (cada semana) por el Delegado de Prevención.

3.2.2. MEDIOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL

Todos los equipos de protección individual (EPI) empleados en la obra dispondrán de marcado CE, que llevarán inscrito en el propio equipo, en el embalaje y en el folleto informativo.

Serán ergonómicos y no causarán molestias innecesarias. Nunca supondrán un riesgo en sí mismos, ni perderán su seguridad de forma involuntaria.

El fabricante los suministrará junto con un folleto informativo en el que aparecerán las instrucciones de uso y mantenimiento, nombre y dirección del fabricante, grado o clase de protección, accesorios que pueda llevar y características de las piezas de repuesto, límite de



uso, plazo de vida útil y controles a los que se ha sometido. Estará redactado de forma comprensible y, en el caso de equipos de importación, traducidos a la lengua oficial.

Serán suministrados gratuitamente por el empresario y se reemplazarán siempre que estén deteriorados, al final del periodo de su vida útil o después de estar sometidos a solicitudes límite.

Se utilizarán de forma personal y para los usos previstos por el fabricante, supervisando el mantenimiento el Delegado de Prevención.

3.2.3. INSTALACIONES PROVISIONALES DE SALUD Y CONFORT

Los locales destinados a instalaciones provisionales de salud y confort tendrán una temperatura, iluminación, ventilación y condiciones de humedad adecuadas para su uso. Los revestimientos de los suelos, paredes y techos serán continuos, lisos e impermeables, acabados preferentemente con colores claros y con material que permita la limpieza con desinfectantes o antisépticos.

El Contratista mantendrá las instalaciones en perfectas condiciones sanitarias (limpieza diaria), estarán provistas de agua corriente fría y caliente y dotada de los complementos necesarios para higiene personal, tales como jabón, toallas y recipientes de desechos.

3.2.3.1. VESTUARIOS

Serán de fácil acceso, estarán próximos al área de trabajo y tendrán asientos y taquillas independientes bajo llave, con espacio suficiente para guardar la ropa y el calzado.

Cuando no se disponga de vestuarios, se habilitará una zona para dejar la ropa y los objetos personales bajo llave.

3.2.3.2. ASEOS Y DUCHAS

Estarán junto a los vestuarios y dispondrán de instalación de agua fría y caliente, ubicando al menos una cuarta parte de los grifos en cabinas individuales con puerta con cierre interior.

La dotación mínima prevista para los aseos será la que se cita en el apartado 1.4.2 del presente estudio.

3.2.3.3. RETRETES

Serán de fácil acceso y estarán próximos al área de trabajo. Se ubicarán preferentemente en cabinas, sin visibilidad desde el exterior y provistas de percha y puerta con cierre interior.

Dispondrán de ventilación al exterior, pudiendo no tener techo siempre que comuniquen con aseos o pasillos con ventilación exterior, evitando cualquier comunicación con comedores, cocinas, dormitorios o vestuarios.



Tendrán descarga automática de agua corriente y en el caso de que no puedan conectarse a la red de alcantarillado se dispondrá de letrinas sanitarias o fosas sépticas.

4. PRESUPUESTO

El importe del Presupuesto de Ejecución Material del presente Estudio de Seguridad y Salud, que asciende a la cantidad de DOS MIL DOSCIENTOS SETENTA Y NUEVE EUROS CON CINCUENTA Y CINCO CÉNTIMOS (2.279,55 €).

5. DOCUMENTOS DE LOS QUE CONSTA EL ESTUDIO DE SEGURIDAD Y SALUD

Los documentos que conforman este Estudio de Seguridad y Salud son los siguientes:

DOCUMENTO Nº I. MEMORIA

DOCUMENTO Nº II. PLIEGO DE CONDICIONES

DOCUMENTO Nº III. PRESUPUESTO (ver desglose de presupuesto en el proyecto)

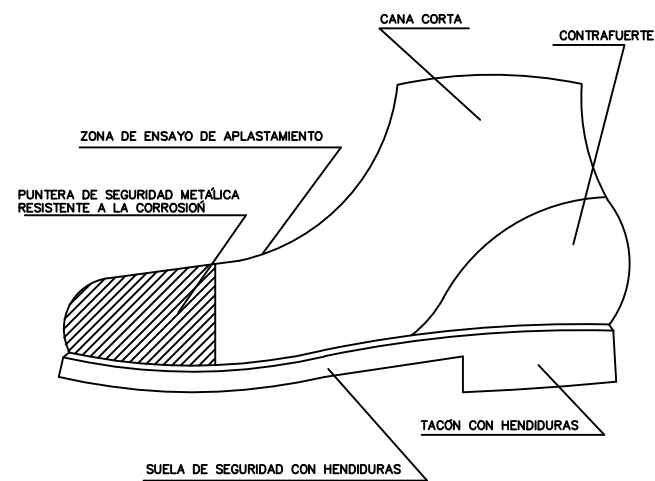
DOCUMENTO Nº IV. PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS	
Nº PLANO	DESCRIPCIÓN
1	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD ITINERARIO EVACUACIÓN HERIDOS
2	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD PROTECCIONES INDIVIDUALES
3	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD SEÑALES
4	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD ANDAMIOS Y ESCALERAS DE MANO
5	ESTUDIO SEGURIDAD Y SALUD ESQUEMA UNIFILAR, VALLADO Y CASETA DE OBRA

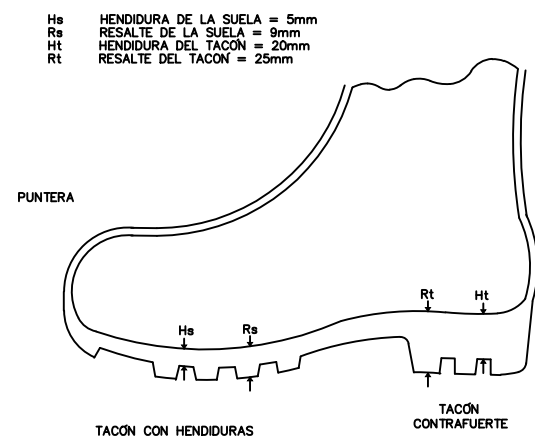
Jaén, Septiembre de 2020

Fdo. Macarena Ortega Pérez

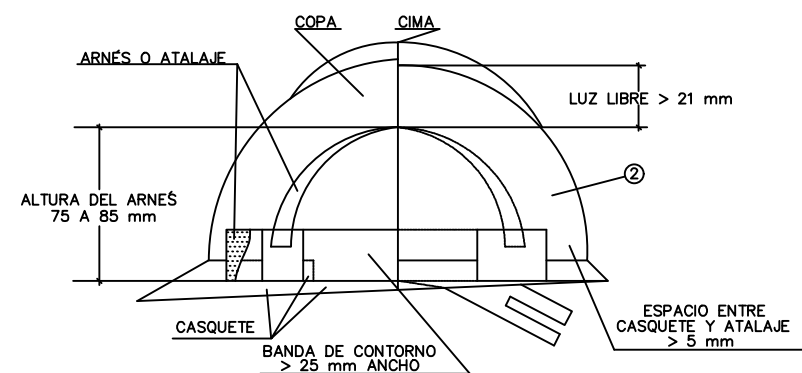




BOTA DE SEGURIDAD

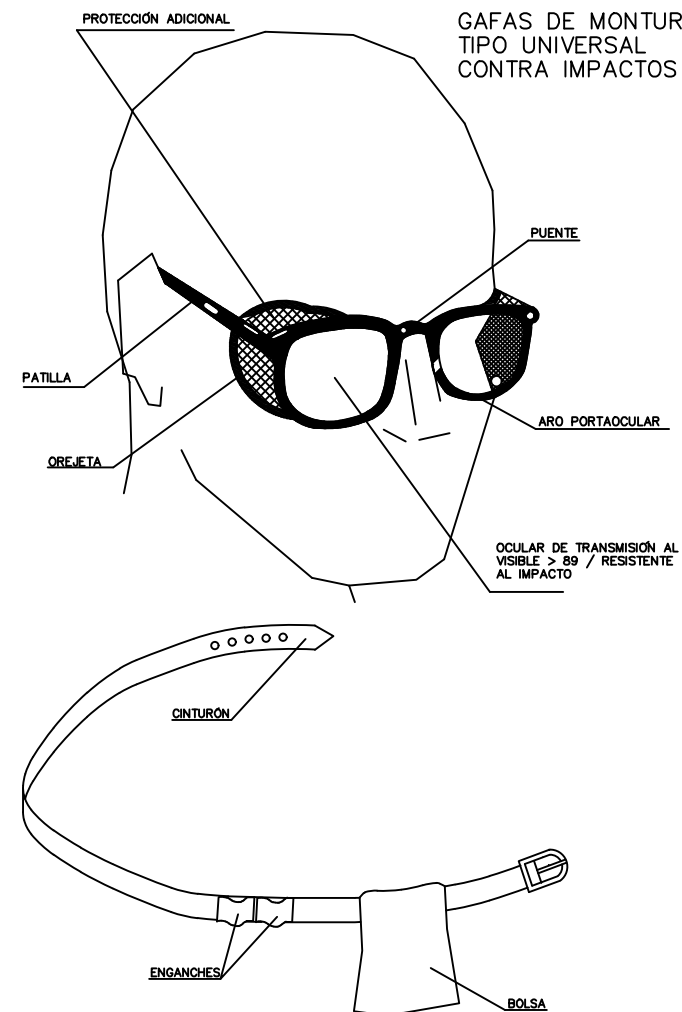


BOTA IMPERMEABLE AL AGUA Y A LA HUMEDAD

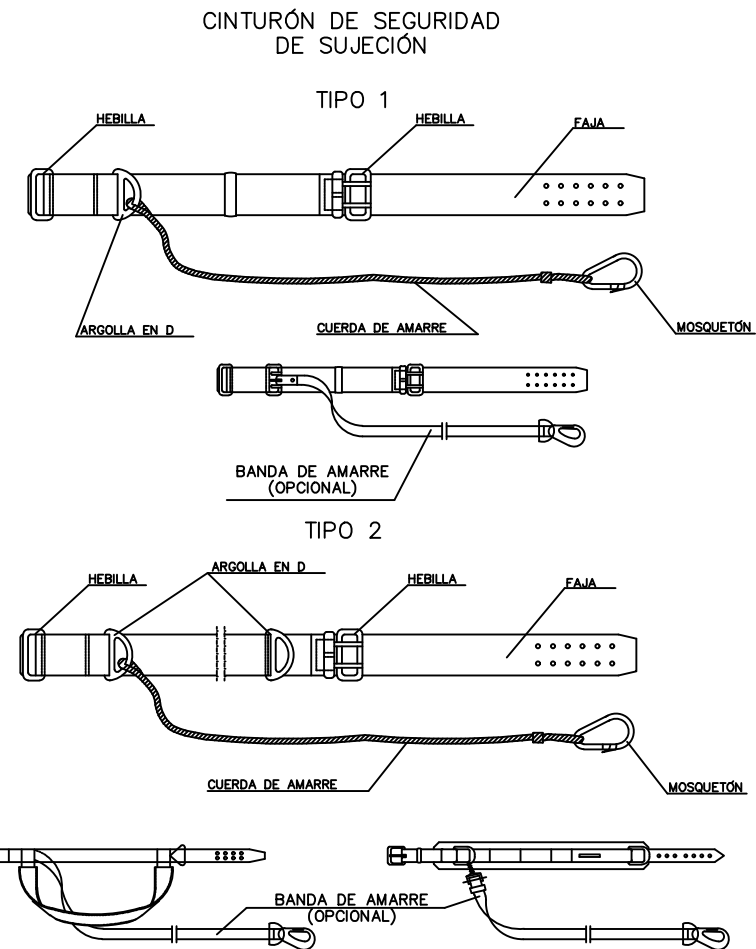


PORTAHERRAMIENTAS

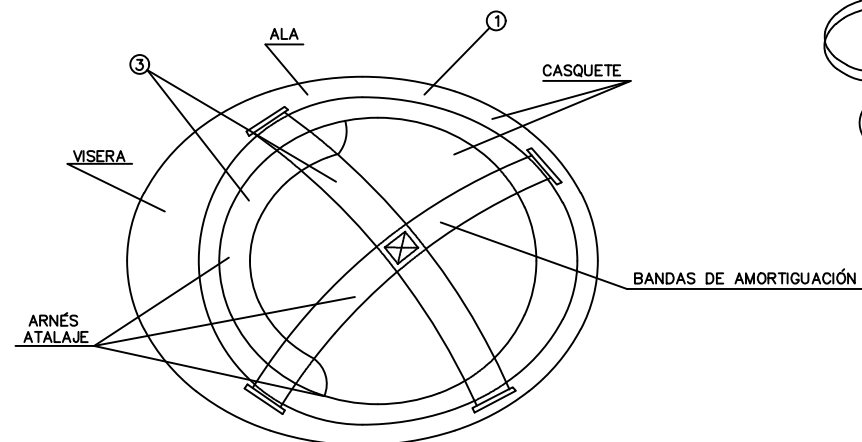
1. PERMITE TENER LAS MANOS LIBRES, MAS SEGURIDAD AL MOVERSE
2. EVITA CAIDAS DE HERRAMIENTAS
3. NO EXIME DEL CINTURÓN DE SEGURIDAD CUANDO ESTE ES NECESARIO



GAFAS DE MONTURA TIPO UNIVERSAL CONTRA IMPACTOS

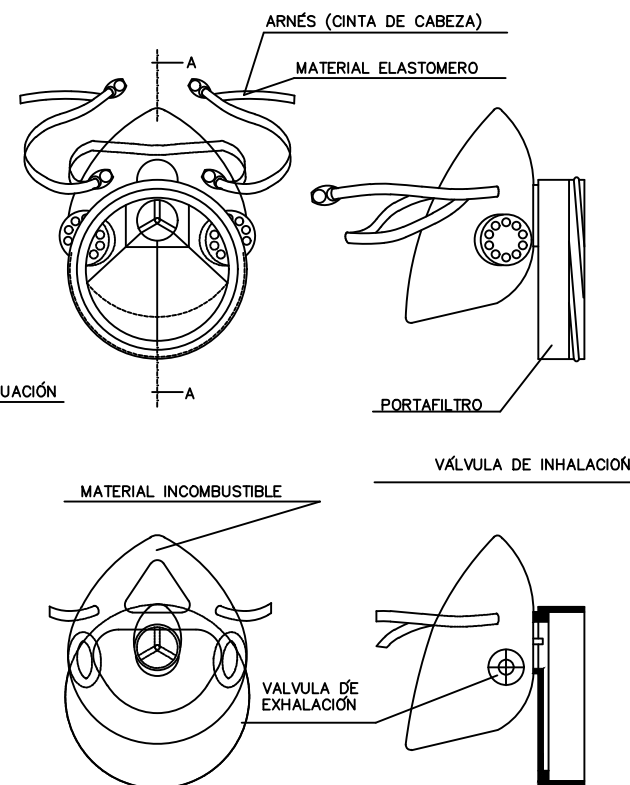


CINTURÓN DE SEGURIDAD DE SUJECCIÓN

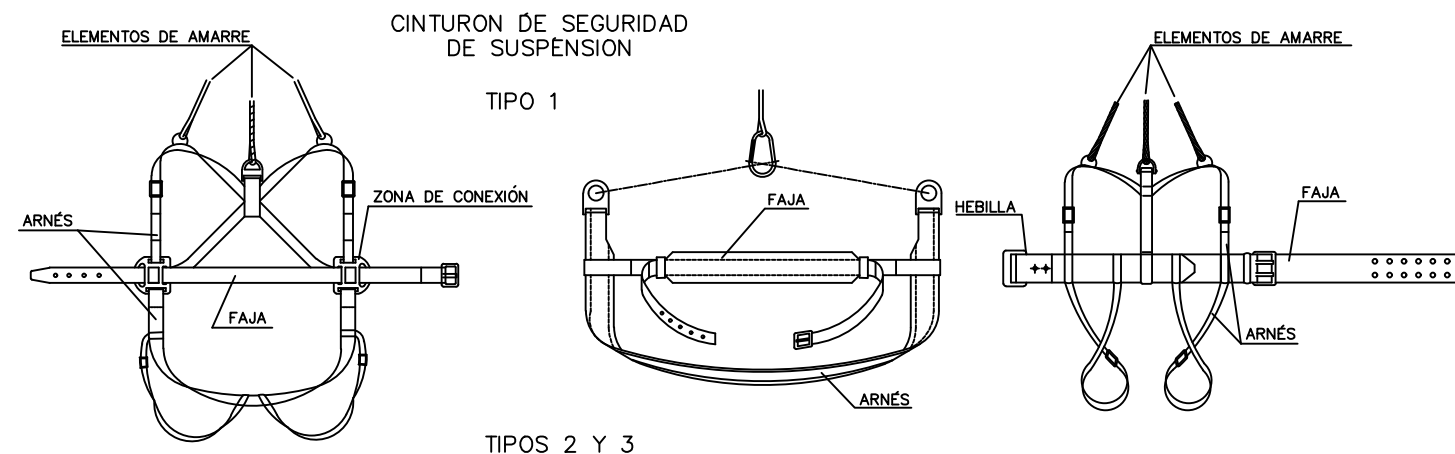
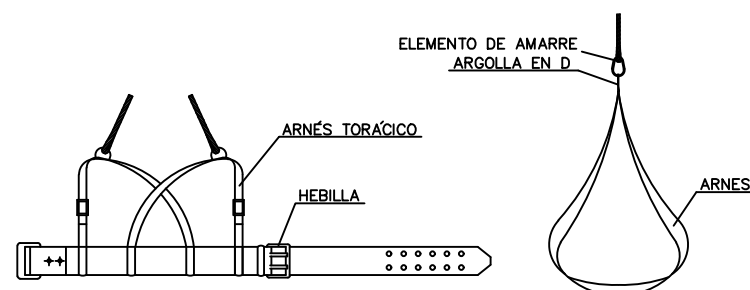


1. MATERIAL INCOMBUSTIBLE, RESISTENTE A GRASAS, SALES Y AGUA
2. CLASE N AISLANTE A 1000 V CLASE E-AT AISLANTE A 25000 V
3. MATERIAL NO RÍGIDO HIDRÓFUGO, FÁCIL LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN

CASCO DE SEGURIDAD NO METÁLICO



SECCIÓN A-A
MASCARILLA ANTIPOLVO



CINTURÓN DE SEGURIDAD DE SUSPENSIÓN

 UNIVERSIDAD DE JAÉN	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
	Plano N° 02	Fecha- Septiembre de 2020
Macarena Ortega Pérez Máster en energías Renovables	SIN ESCALA	
PLANO DE: PROTECCIONES INDIVIDUALES		Tutor: Pedro Gomez Vidal

SEÑALES DE SALVAMENTO

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
EQUIPO DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DE PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA PRIMEROS AUXILIOS		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
DIRECCION HACIA SALIDA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	
LOCALIZACION DUCHA DE SOCORRO		BLANCO	VERDE	BLANCO	

SEÑALES DE ADVERTENCIA

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE ADVERTENCIA
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
CAIDAS AL MISMO NIVEL		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA PRESION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
ALTA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
BAJA TEMPERATURA		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
RADIACIONES LASER		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	
CARRETTILLAS DE MANUTENCION		NEGRO	AMARILLO	NEGRO	

Establecimiento de las dimensiones de una señal hasta una distancia de 50 metros:

$$S \geq \frac{L^2}{2000}$$

Siendo L la distancia en metros desde donde se puede ver la señal y S la superficie en metros de la señal.

SEÑALES DE OBLIGACION

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
USO OBLIGATORIO DE CINTUROS DE SEGURIDAD		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE GAFAS O PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
OBLIGACION DE LAVARSE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE CALZADO ANTIESTATICO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
EMPUJAR NO ARRASTRAR		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

EL COLOR EN LA SEGURIDAD

COLOR	SIGNIFICADO	APLICACION
ROJO	PARADA PROHIBICION	* Señales de parada. * Señales de prohibicion. * Dispositivos de conexion de urgencia. * Localización y señalizacion contra incendios.
AMARILLO	ATENCION ZONA DE PELIGRO	* Señales de parada. * Señales de prohibicion. * Dispositivos de conexion de urgencia.
VERDE	SITUACION DE SEGURIDAD	* Señalización de pasillos de salidas de socorro.
AZUL	OBLIGACION	* Obligacion de llevar equipo de proteccion personal.

COLOR DE SEGURIDAD	COLOR DE CONTRASTE	COLOR DE SIMBOLO
ROJO	BLANCO	NEGRO
AMARILLO	NEGRO	NEGRO
VERDE	BLANCO	BLANCO
AZUL	BLANCO	BLANCO

PARA EVITAR LOS INCONVENIENTES DERIVADOS DE LA DIFICULTAD QUE ALGUNAS PERSONAS TIENE PARA DISTINGUIR LOS COLORES, ESTOS SE COMPLEMENTAN CON FORMAS GEOMETRICAS.

FORMA GEOMETRICA DE LA SEÑAL	ESPECIFICACION
	OBLIGACION O PROHIBICION
	ADVERTENCIA DE PELIGRO
	INFORMACION

SEÑALES DE OBLIGACION

SIGNIFICADO DE LA SEÑAL	SIMBOLO	COLORES			SEÑAL DE SEGURIDAD
		DEL SIMBOLO	DE SEGURIDAD	DE CONTRASTE	
PROTECCION OBLIGATORIA DE VIAS RESPIRATORIAS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA CABEZA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DEL OIDO		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LA VISTA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LAS MANOS		BLANCO	AZUL	BLANCO	
PROTECCION OBLIGATORIA DE LOS PIES		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PANTALLA		BLANCO	AZUL	BLANCO	
USO OBLIGATORIO OBLIGATORIO DE PROTECTOR AJUSTABLE		BLANCO	AZUL	BLANCO	

EL COLOR EN LA SEGURIDAD

COLOR	ESTIMULACION
ROJO	* PELIGRO, EXCITACION, PASION. * INQUIETUD. * ACTIVIDAD. * QUIETUD, REPOSO, RELAJACION. * FRIO, LENTITUD. * APATIA, DEJAEZ.
ANARANJADO	
AMARILLO	
VERDE	
AZUL	
VIOLETA	

POR LO TANTO, EN LA INDUSTRIA, NO DEBERAN SER UTILIZADOS COLORES FUERTES O SEDANTES, PUESTO QUE AMBOS EXTREMOS SON PERJUDICIALES.

LA REFLEXION DE LA LUZ EN TECHOS Y PAREDES, VARIA SEGUN EL COLOR Y SERA:

COLOR	REFLEXION
BLANCO	85 %
MARFIL	70 %
CREMA	65 %
AZUL CELESTE	65 %
VERDE CLARO	60 %
AZUL CLARO	50 %



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Macarena Ortega Pérez
Máster en energías Renovables

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Plano N° 03

Fecha- Septiembre de 2020

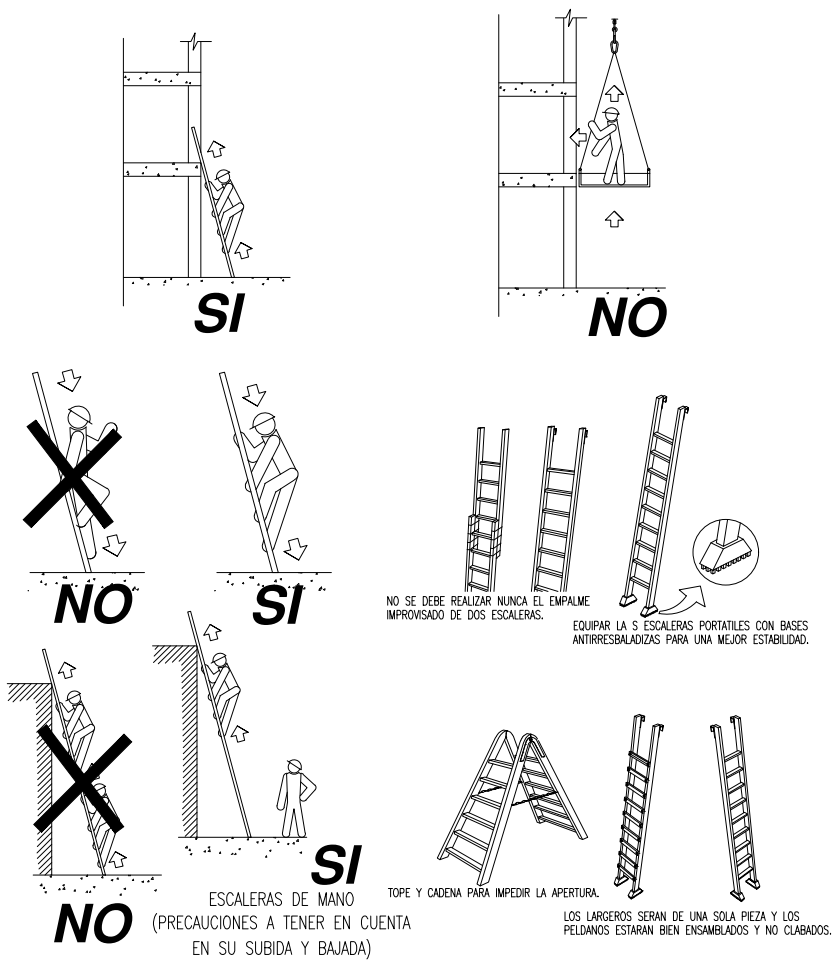
SIN ESCALA

PLANO DE:

SEÑALES

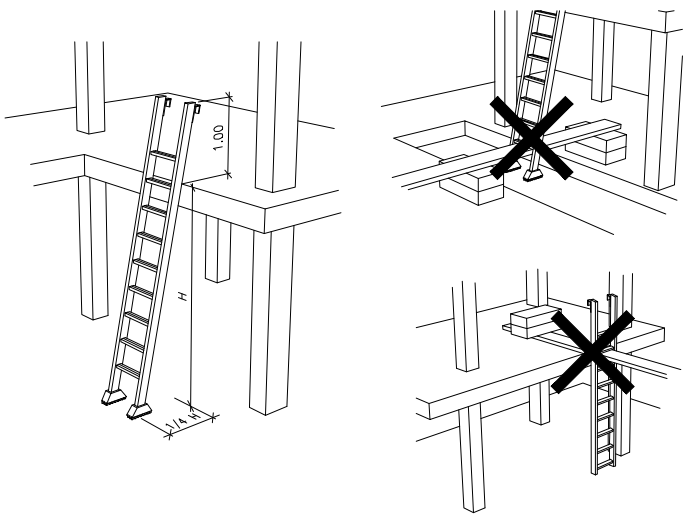
Tutor:
Pedro Gomez Vidal

ESCALERAS DE MANO
PRECAUCIONES A TENER EN CUENTA

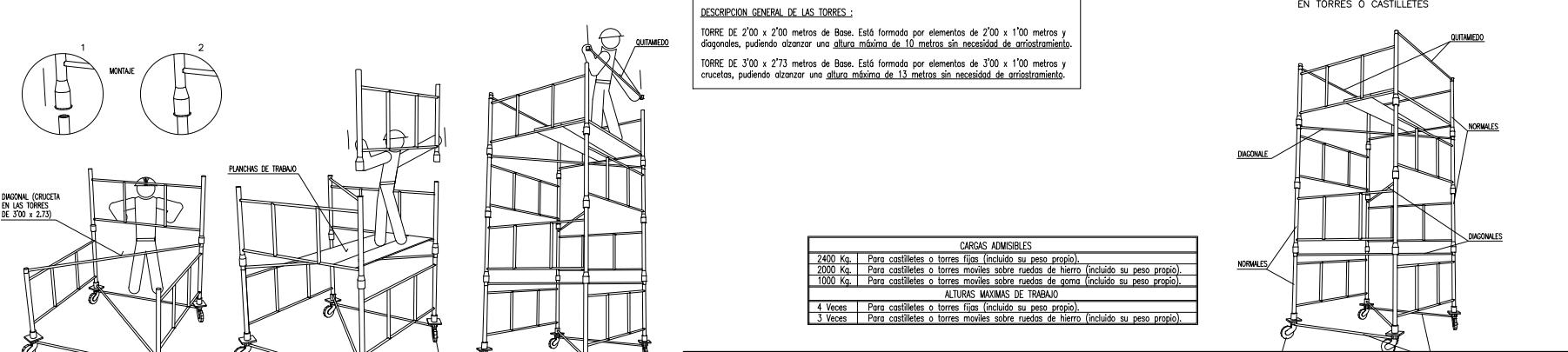
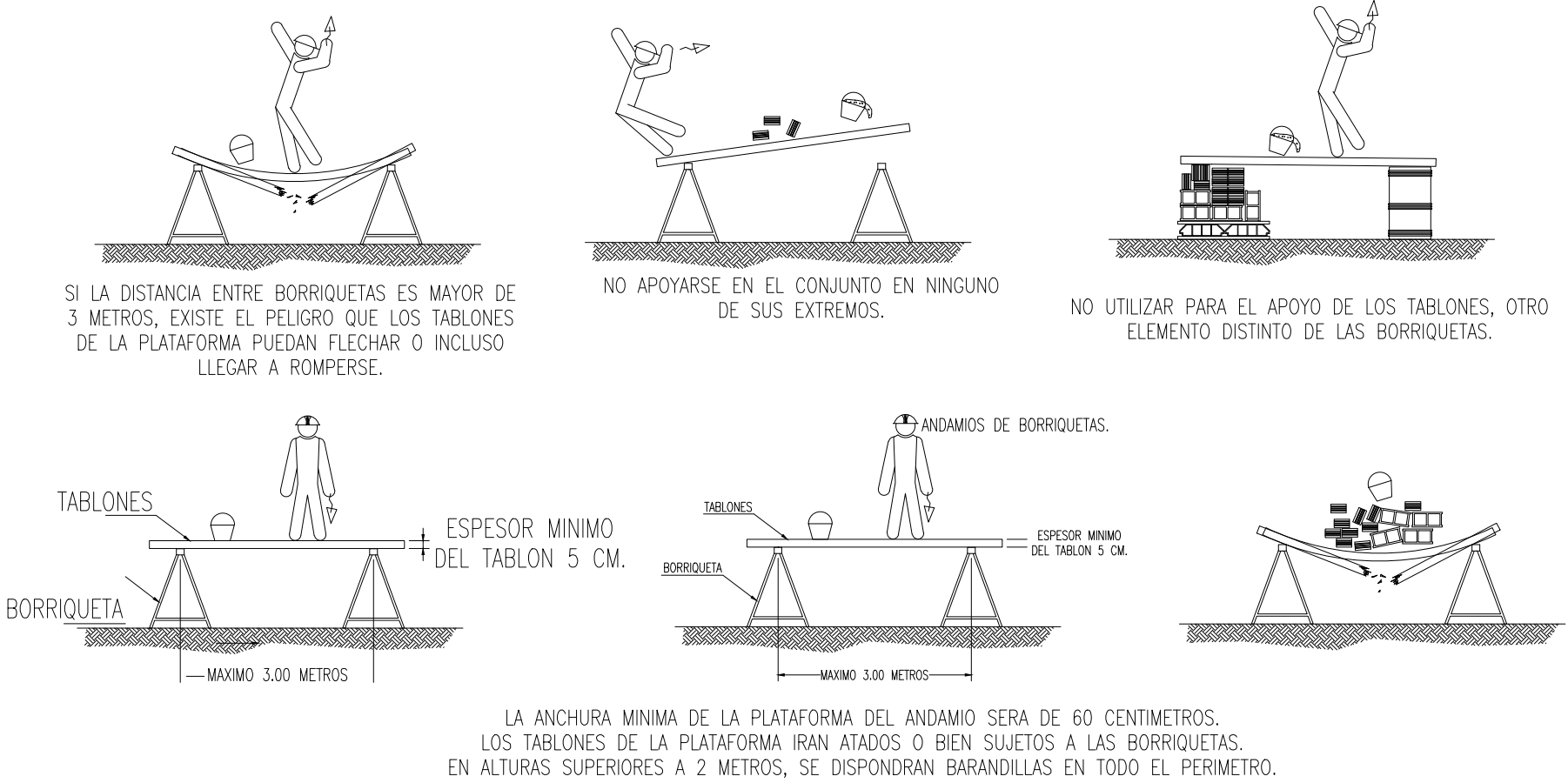


POSICION CORRECTA DE ESCALERAS DE MANO

POSICIONES INCORRECTAS DE ESCALERAS DE MANO



ANDAMIOS DE BORRIQUETAS.





UNIVERSIDAD DE JAÉN

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Macarena Ortega Pérez

Máster en energías Renovables

Plano N° 04

Fecha- Septiembre de 2020

SIN ESCALA

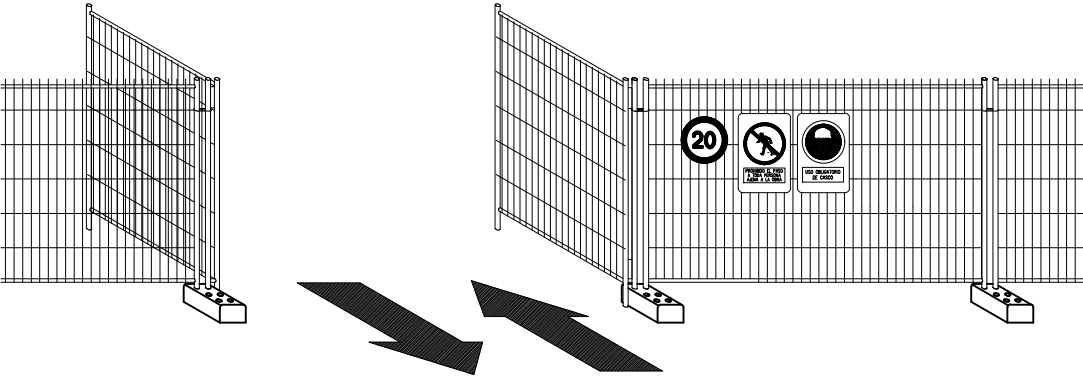
PLANO DE:

ANDAMIOS Y ESCALERAS DE MANO

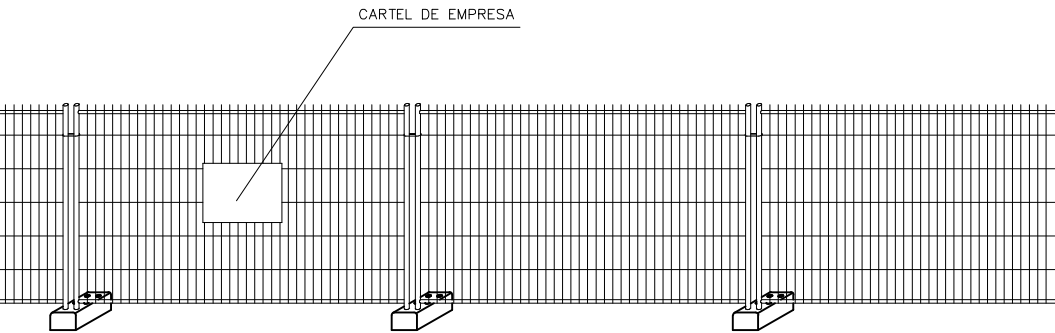
Tutor:

Pedro Gomez Vidal

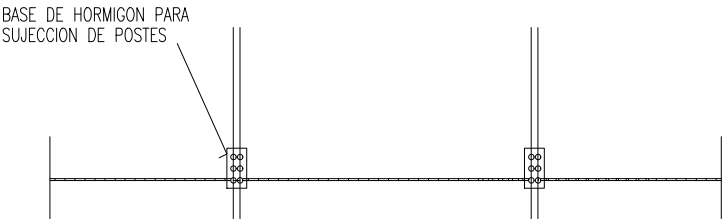
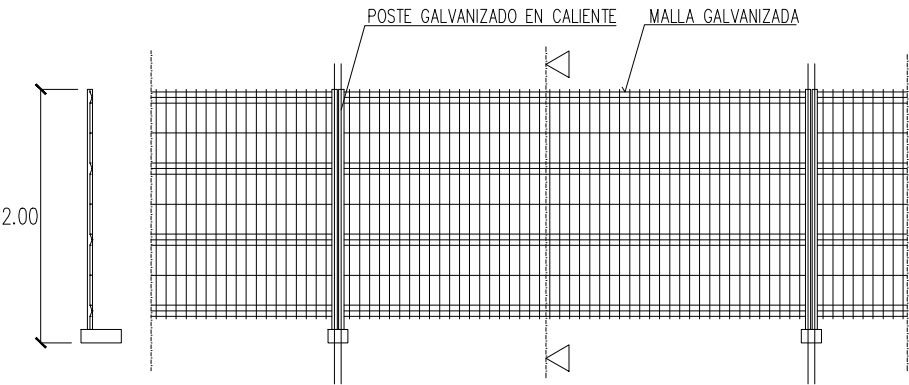
ENTRADA Y SALIDA DE VEHICULOS



VALLA CERRAMIENTO DE OBRA

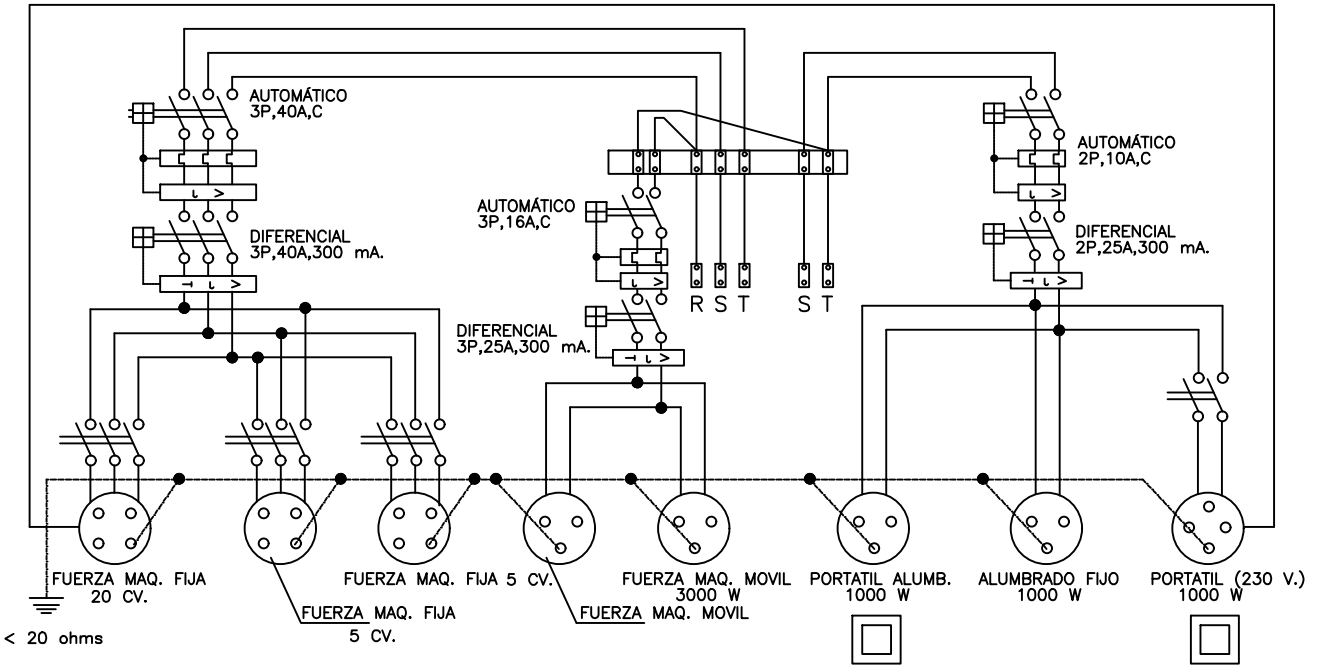


VALLA DE POSTES Y MALLA GALVANIZADA

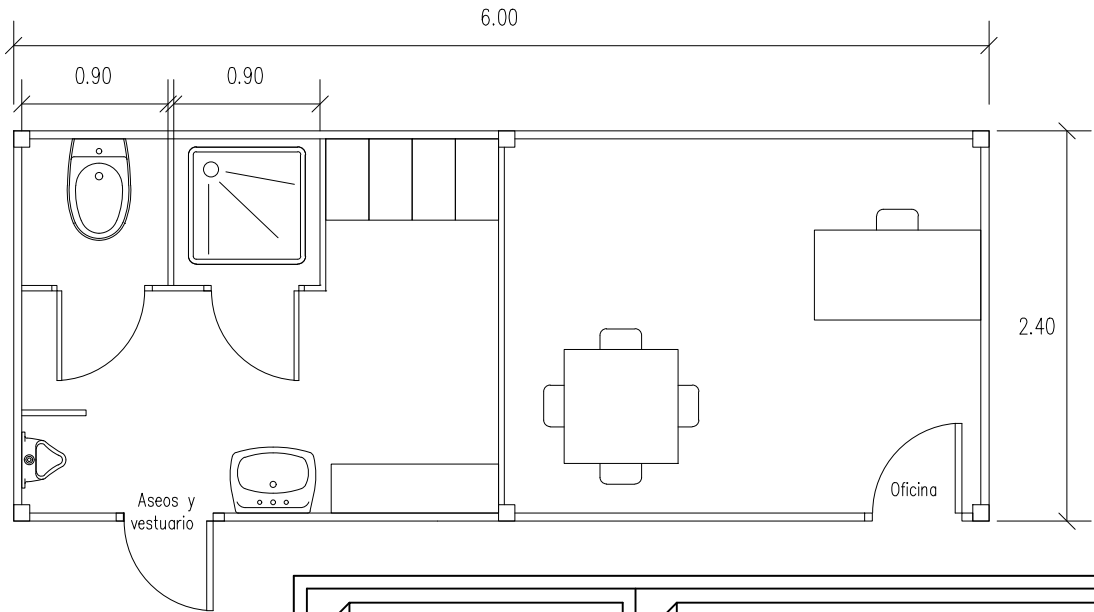


ALAMBRE HORIZONTAL $\varnothing$ 4'5 mm.
ALAMBRE VERTICAL $\varnothing$ 3'5 mm.
POSTES $\varnothing$ 40 mm.

LAS UNIONES ENTRE POSTES SE REALIZARA MEDIANTE ACCESORIOS DE FIJACION INCORPORADOS



ESQUEMA UNIFILAR DEL CUADRO ELECTRICO DE OBRA



CASETA

Aseos, vestuario y oficina

 UNIVERSIDAD DE JAÉN	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
	Plano N° 05	Fecha- Septiembre de 2020
Macarena Ortega Pérez Máster en energías Renovables	SIN ESCALA	
PLANO DE: E.U., VALLADO Y CASETA DE OBRA		Tutor: Pedro Gomez Vidal



PLIEGO DE CONDICIONES



ÍNDICE

1. DISPOSICIONES GENERALES.....	1
1.1. OBJETO	1
1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA.....	1
2. CONDICIONES FACULTATIVAS.....	1
2.1. DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS	1
3. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA	4
3.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES	4
3.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	9
3.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS	9
3.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	10
3.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN	11
6. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN.....	11
6.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES	11
6.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES	17
6.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS	17
6.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD	18
6.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN	20
7. RECEPCIONES DE LA INSTALACIÓN.....	20
7.1. RECEPCIONES PROVISIONALES	20
7.2. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA.....	21
7.3. MEDICIÓN DEFINITIVA Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA	21
7.4. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE	22
7.5. RECEPCIÓN DEFINITIVA	22
7.6. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA.....	22
8. DISPOSICIONES GENERALES Y NORMAS	22



1. DISPOSICIONES GENERALES

1.1. OBJETO

El presente documento, determina las condiciones a las que deberá sujetarse al contratista para la ejecución de las obras, así como a las instrucciones que dicta el director de la obra para resolver las dificultades que se presenten durante la misma.

Todo constructor/instalador queda sometido al cumplimiento de las prescripciones técnicas contenidas en esta documentación, en tanto en el particular de cada obra no se haya previsto ninguna especial que la invalide o la sustituya.

Es obligación del constructor el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente estipulado en el pliego de condiciones y dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos determinen para cada unidad de obra y tipo de ejecución. En todo lo referente a la adquisición, recepción y empleo de los materiales que se utilicen en la obra, el contratista se atenderá a lo especificado en los capítulos correspondientes del presente pliego de condiciones. Lo mismo ocurrirá en todo lo referente a los materiales no utilizables y a los materiales y aparatos defectuosos.

1.2. DOCUMENTACIÓN DEL CONTRATO DE OBRA

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

- Las condiciones fijadas en el propio documento del contrato de empresa o arrendamiento de obra, si existiese.
- El Pliego de Condiciones
- El resto de documentación de Proyecto (memoria, planos, mediciones y presupuesto)
- Las órdenes e instrucciones de la Dirección facultativa de las obras se incorporan al proyecto como interpretación, complemento o precisión de sus determinaciones.

2. CONDICIONES FACULTATIVAS

2.1. DELIMITACIÓN GENERAL DE FUNCIONES TÉCNICAS

Corresponde al Ingeniero Director:

- Redactar los complementos o rectificaciones del proyecto que se precisen.
- 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 arquitectónica.

- Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.
- Aprobar las certificaciones parciales de obra, la liquidación final y asesorar al promotor en el acto de la recepción.
- Preparar la documentación final de la obra y expedir y suscribir en unión del Ingeniero Técnico, el certificado final de la misma.

Corresponde la Ingeniero Director y al Ingeniero Técnico:

- Planificar, a la vista del proyecto, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.
- Redactar, cuando se requiera, el estudio de los sistemas adecuados a los riesgos del trabajo en la realización de la obra y aprobar el Plan de Seguridad y Salud para la aplicación del mismo.
- Efectuar el replanteo de la obra y preparar el acta correspondiente, suscribiéndola en unión del Constructor.
- Comprobar las instalaciones provisionales, medios auxiliares y sistemas de seguridad y salud 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 Constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al Ingeniero.
- Realizar las mediciones de obra ejecutada y dar conformidad, según las relaciones establecidas, a las certificaciones valoradas y a la liquidación final de la obra.
- Suscribir, el certificado final de obra.

El Constructor

Corresponde al constructor:



- Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.
- Elaborar, cuando se requiera, el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente, y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de Seguridad y Salud en el trabajo.
- Suscribir con el Ingeniero y el Ingeniero Técnico, 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 Ingeniero Técnico, 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 Ingeniero Técnico, 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.

Mejoras y variaciones del proyecto

Si durante la ejecución del presente proyecto, fuera conveniente efectuar alguna modificación en las instalaciones a juicio del Director Técnico, el Contratista adjudicatario vendrá obligado a cumplir las instrucciones que éste dicte.



No se considerarán como mejoras ni variaciones del proyecto más que aquellas que hayan sido ordenanzas y/o autorizadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en Los precios de la adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista, si así lo solicitara el Director de la Obra.

3. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

3.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Condiciones Generales

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente siempre y cuando reúnan las condiciones especificadas en proyecto.

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

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en la memoria y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.



El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

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.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

El Constructor o Instalador, 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 vigentes en la obra.

Si no se hubiese preceptuado nada, se retirarán de ella cuando así lo ordene el Técnico.

Obra civil

- Preparación del terreno

El terreno es completamente llano, no es necesaria la adaptación del terreno para realizar la instalación. Se necesita, desbroce de terreno y limpieza de restos de hierbas para poder dejar el terreno lo más limpio posible y facilitar la instalación.

Se dispondrá de un camino perimetral para permitir el paso a la hora de realizar labores de operación y mantenimiento, así como el paso de vehículos y acceso a las instalaciones colindantes con un ancho de 4 m. Las distancias existentes entre los módulos y el camino perimetral serán como mínimo de 1 m.

Se realizará un vallado parcial de la parcela, vallando la zona donde se sitúa la instalación, con el objeto de proteger los equipos e impedir la entrada de personas ajenas a la instalación. El vallado tendrá las características que se contemplan en proyecto. Se prevé la colocación



de, al menos, una puerta de doble hoja de simple torsión que permita la entrada de material y personas a la instalación una vez vallado la parcela.

- Canalizaciones

Las zanjas para el tendido de los cables ha de ser de la anchura suficiente para permitir el trabajo de un hombre, salvo que el tendido se haga por medios mecánicos. Sobre el fondo de la zanja se colocará una capa de arena o material de características equivalentes de espesor mínimo 0,05 m y exenta de cuerpos extraños. Los laterales de la zanja han de ser compactos y no deben desprender piedras o tierra. La zanja se protegerá con estribas u otros medios para asegurar su estabilidad, conforme a la normativa de riesgos laborales. Por encima del cable se dispondrá otra capa de 0,1 m de espesor que podrá ser de arena o material con características equivalentes.

Para proteger el cable frente a excavaciones, estos deben de tener una protección mecánica que en las condiciones de instalación soporte un impacto puntual de una energía de 20 J y que cubra la proyección en planta de los cables, así como una cinta de señalización que advierta de la existencia del cableado. Se admitirá también la colocación de placas con doble misión de protección mecánica y de señalización.

Las canalizaciones de baja tensión serán enterradas bajo tubo conforme a las especificaciones del apartado 1.2.4. de la ITC-BT-21. No instalándose más de un circuito por tubo.

Se evitarán, en lo posible, los cambios de dirección de los tubos. En los puntos donde se produzcan y para facilitar la manipulación de los cables, se dispondrán arquetas con tapa, registrables o no. Para facilitar el tendido de los cables, en los tramos rectos se instalarán arquetas intermedias como máximo cada 40 m. Esta distancia podrá variarse en función de cruces o derivaciones. A la entrada en las arquetas, los tubos deberán quedar debidamente sellados en sus extremos para evitar la entrada de roedores y de agua.

Sistemas generadores fotovoltaicos

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.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas en proyecto.

Será rechazado cualquier módulo que presente defectos de fabricación como roturas o manchas en cualquiera de sus elementos, así como falta de alineación en las células o burbujas en el encapsulante.



Será deseable una alta eficiencia de las células.

La estructura del generador se conectará a tierra.

Por motivos de seguridad y para facilitar el mantenimiento y reparación del generador, se instalarán los elementos necesarios (fusibles, interruptores, etc.) para la desconexión, de forma independiente y en ambos terminales, de cada una de las ramas del resto del generador.

Los módulos fotovoltaicos estarán garantizados por el fabricante.

Aquellos módulos que no puedan ser ensayados según estas normas citadas, deberán acreditar el cumplimiento de los requisitos mínimos establecidos en las mismas por otros medios, y con carácter previo a su inscripción definitiva en el registro de régimen especial dependiente del órgano competente. Será necesario justificar la imposibilidad de ser ensayados, así como la acreditación del cumplimiento de dichos requisitos.

Estructura soporte

Se ha optado por una instalación con estructura fija debido a que esta alternativa es la más viable para la ubicación, dimensiones y orientación de la parcela y la pendiente de ésta.

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones:

La estructura soporte de módulos ha de resistir, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa de aplicación.

La estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Los puntos de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa.

La estructura se protegerá superficialmente contra la acción de los agentes ambientales. La realización de taladros en la estructura se llevará a cabo antes de proceder, en su caso, al galvanizado o protección de la estructura.

La tornillería será realizada en acero inoxidable. En el caso de que la estructura sea galvanizada se admitirán tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma, que serán de acero inoxidable.

Los topes de sujeción de módulos y la propia estructura no arrojarán sombra sobre los módulos.



La estructura soporte será calculada según la normativa vigente para soportar cargas extremas debidas a factores climatológicos adversos, tales como viento, nieve, etc.

Inversores

Serán del tipo adecuado para la conexión a la red eléctrica, con una potencia de entrada variable para que sean capaces de extraer en todo momento la máxima potencia que el generador fotovoltaico puede proporcionar a lo largo de cada día.

Los inversores cumplirán con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas se certificarán por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Cada inversor incorporará, al menos, los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

Las características eléctricas de los inversores serán las que se detallan en proyecto.

Cableado

Todos los cables están fabricados en cobre y aluminio. La sección de los cables permite que la caída de tensión entre los módulos fotovoltaicos y el inversor sea inferior al 1,5% y, por lo tanto, la pérdida de potencia debido al cableado será inferior al 1,5%.

El cable deberá tener la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas.



Para el cableado se tendrá en cuenta lo establecido en la ITC-BT-40, y la tabla 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523.

Protecciones

Las protecciones de la instalación se dimensionarán según la normativa

Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

La instalación contra rayos y puesta a tierra se construirá según normas y reglas VDE y DIN, aplicando piezas de construcción según normas DIN48801 hasta 48852. Se dejará completa y lista para el servicio.

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

Criterios de Medición

Las unidades de obra serán medidas con arreglo a lo especificado en la normativa vigente, o bien, tal como figuren dichas unidades en el Estado de Mediciones del Proyecto. A las unidades medidas se les aplicarán los precios que figuren en el Presupuesto, en los cuales se consideran incluidos todos los gastos de transporte, indemnizaciones y el importe de los derechos fiscales con los que se hallen gravados por las distintas Administraciones, además de los gastos generales de la contrata. Si hubiera necesidad de realizar alguna unidad de obra no comprendida en el Proyecto, se formalizará el correspondiente precio contradictorio.

3.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación de la planta se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan en proyecto, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de ENDESA.

3.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

El instalador entregará al usuario un documento-albarán en el que conste el suministro de componentes, materiales y manuales de uso y mantenimiento de la instalación. Este documento será firmado por duplicado por ambas partes, conservando cada una un ejemplar. Los manuales entregados al usuario estarán en alguna de las lenguas oficiales españolas para facilitar su correcta interpretación.



Antes de la puesta en servicio de todos los elementos principales (módulos, inversores, contadores) éstos deberán haber superado las pruebas de funcionamiento en fábrica, de las que se levantará oportuna acta que se adjuntará con los certificados de calidad.

Las pruebas a realizar por el instalador serán como mínimo las siguientes:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas.
- Pruebas de arranque y parada en distintos instantes de funcionamiento.
- Pruebas de los elementos y medidas de protección, seguridad y alarma, así como su actuación, con excepción de las pruebas referidas al interruptor automático de la desconexión.
- Determinación de la potencia instalada.

3.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Programa de mantenimiento

Se definen dos escalones de actuación para englobar todas las operaciones necesarias durante la vida útil de la instalación para asegurar el funcionamiento, aumentar la producción y prolongar la duración de la misma:

- Mantenimiento preventivo.
- Mantenimiento correctivo.

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otras, que aplicadas a la instalación deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

Plan de mantenimiento correctivo: todas las operaciones de sustitución necesarias para asegurar que el sistema funciona correctamente durante su vida útil.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado.

Realización de un informe técnico de cada una de las visitas, en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.

Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

Medidas de seguridad



Las centrales fotovoltaicas, independientemente de la tensión a la que estén conectadas a la red, estarán equipadas con un sistema de protecciones que garantice su desconexión en caso de un fallo en la red o fallos internos en la instalación de la propia central, de manera que no perturben el correcto funcionamiento de las redes a las que estén conectadas, tanto en la explotación normal como durante el incidente.

Las centrales fotovoltaicas deberán estar dotadas de los medios necesarios para admitir un reenganche de la red de distribución sin que se produzcan daños. Asimismo, no producirán sobretensiones que puedan causar daños en otros equipos, incluso en el transitorio de paso a isla, con cargas bajas o sin carga. Igualmente, los equipos instalados deberán cumplir los límites de emisión de perturbaciones indicados en las normas nacionales e internacionales de compatibilidad electromagnética.

3.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de instalación emitido por empresa instaladora en líneas de alta tensión.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

6. CENTRO DE TRANSFORMACIÓN

6.1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

Condiciones Generales

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente siempre y cuando reúnan las condiciones especificadas en proyecto.

Obligatoriamente, y para proceder a su empleo o acopio, el Constructor o Instalador deberá presentar al Técnico una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la



que se indiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

Todos los materiales a emplear en la presente instalación serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas en la memoria y demás disposiciones vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Todos los materiales podrán ser sometidos a los análisis o pruebas, por cuenta de la contrata, que se crean necesarios para acreditar su calidad. Cualquier otro que haya sido especificado y sea necesario emplear deberá ser aprobado por la Dirección Técnica, bien entendiendo que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la instalación.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

Se incluirán todos los elementos necesarios de seguridad y protecciones propias de las personas y de la instalación fotovoltaica, asegurando la protección frente a contactos directos e indirectos, cortocircuitos, sobrecargas, así como otros elementos y protecciones que resulten de la aplicación de la legislación vigente.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra. Los materiales situados en intemperie se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad.

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.

Todos los trabajos incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de las instalaciones eléctricas, de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo, por tanto, servir de pretexto al contratista la baja en subasta, para variar esa esmerada ejecución ni la primerísima calidad de las instalaciones proyectadas en cuanto a sus materiales y mano de obra, ni pretender proyectos adicionales.

Obra civil



El Centro estará ubicado en una construcción prefabricada independiente destinada únicamente a esta finalidad. Será de tipo interior, empleando para su aparellaje celdas prefabricadas bajo envolvente metálica según norma UNE-EN 62271-200. Según la Memoria del presente proyecto, tendrá las siguientes características:

- Facilidad de instalación: La innecesaria cimentación y el montaje en fábrica permitirán asegurar una cómoda y fácil instalación.
- Material: El material empleado en la fabricación de las piezas (bases, paredes y techos) es hormigón armado
- Equipotencialidad: De acuerdo con la Recomendación UNESA 1303-A, el edificio prefabricado estará construido de tal manera que, una vez instalado, su interior sea una superficie equipotencial. Ningún elemento metálico unido al sistema equipotencial será accesible desde el exterior.
- Impermeabilidad: Los techos estarán diseñados de tal forma que se impidan las filtraciones y la acumulación de agua sobre éstos, desaguando directamente al exterior desde su perímetro.
- Grados de protección: Se especifican en proyecto de forma detallada. Serán conformes a la UNE 20324/93 de tal forma que la parte exterior del edificio prefabricado será de IP23, excepto las rejillas de ventilación donde el grado de protección será de IP33.

El acceso al C.T. estará restringido al personal de la Cía. Eléctrica suministradora y al personal de mantenimiento especialmente autorizado. Se dispondrá de una puerta peatonal cuyo sistema de cierre permitirá el acceso a ambos tipos de personal, teniendo en cuenta que el primero lo hará con la llave normalizada por la Cía. Eléctrica.

Aparamenta de Alta Tensión

CELDAS

Las celdas a emplear serán de la serie CGMCOSMOS de Ormazabal, celdas modulares de aislamiento en aire equipadas de aparellaje fijo que utiliza el hexafluoruro de azufre como elemento de corte y extinción de arco.

Los cables se conectionarán desde la parte frontal de las cabinas. Los accionamientos manuales irán reagrupados en el frontal de la celda a una altura ergonómica a fin de facilitar la explotación.



El interruptor y el seccionador de puesta a tierra deberá ser un único aparato, de tres posiciones (cerrado, abierto y puesto a tierra) asegurando así la imposibilidad de cierre simultáneo de interruptor y seccionador de puesta a tierra.

El interruptor será en realidad interruptor-seccionador. La posición de seccionador abierto y seccionador de puesta a tierra cerrado serán visibles directamente a través de mirillas, a fin de conseguir una máxima seguridad de explotación en cuanto a la protección de personas se refiere.

**** Características constructivas.**

Las celdas responderán en su concepción y fabricación a la definición de aparamenta bajo envolvente metálica compartimentada de acuerdo con la norma UNE-EN 62271-200.

Los compartimentos diferenciados serán los siguientes:

a) Compartimento de aparellaje.

Estará relleno de SF₆ y sellado de por vida según se define EN UNE-EN 62271-200. El sistema de sellado será comprobado individualmente en fabricación y no se requerirá ninguna manipulación del gas durante toda la vida útil de la instalación (hasta 30 años).

La presión relativa de llenado será de 0,4 bar.

Toda sobrepresión accidental originada en el interior del compartimento aparellaje estará limitada por la apertura de la parte posterior del cárter. Los gases serían canalizados hacia la parte posterior de la cabina sin ninguna manifestación o proyección en la parte frontal.

Las maniobras de cierre y apertura de los interruptores y cierre de los seccionadores de puesta a tierra se efectuarán con la ayuda de un mecanismo de acción brusca independiente del operador.

El interruptor realizará las funciones de corte y seccionamiento.

b) Compartimento del juego de barras.

Sus detalles se indican en proyecto.

c) Compartimento de conexión de cables.

Se podrán conectar cables secos y cables con aislamiento de papel impregnado.

Las extremidades de los cables serán:

- Simplificadas para cables secos.



- Termorretráctiles para cables de papel impregnado.

d) Compartimento de mandos.

Contiene los mandos del interruptor y del seccionador de puesta a tierra, así como la señalización de presencia de tensión. Se podrán montar en obra los siguientes accesorios si se requieren posteriormente:

- Motorizaciones.
- Bobinas de cierre y/o apertura.
- Contactos auxiliares.

Este compartimento deberá ser accesible en tensión, pudiéndose motorizar, añadir accesorios o cambiar mandos manteniendo la tensión en el centro.

e) Compartimento de control.

En el caso de mandos motorizados, este compartimento estará equipado de bornas de conexión y fusibles de baja tensión. En cualquier caso, este compartimento será accesible con tensión tanto en barras como en los cables.

**** Características eléctricas.**

- Tensión nominal: 20 kV.

- Nivel de aislamiento:

a) a la frecuencia industrial de 50 Hz 50 kV ef.1mn.

b) a impulsos tipo rayo 125 kV cresta.

- Intensidad nominal funciones línea 400/630 A.
- Intensidad nominal otras funciones 200/400 A.
- Intensidad de corta duración admisible 16 kA ef. 1s.

**** Interruptores-seccionadores.**

Celda CGMCOSMOS de interruptor-seccionador de dimensiones: 375 mm. de anchura, 940 mm. de profundidad, 1.600 mm. de altura, y conteniendo:

- Juego de barras tripolar de 400 A.
- Interruptor-seccionador de corte en SF6 de 400 A, tensión de 24 kV y 16 kA.
- Seccionador de puesta a tierra.



- Indicadores de presencia de tensión.
- Mando CIT manual.
- Embarrado de puesta a tierra.
- Bornes para conexión de cable.

Estas celdas estarán preparadas para una conexión de cable seco unipolar de sección máxima de 240 mm².

**** Cortacircuitos-fusibles.**

En el caso de utilizar protección ruptofusibles, se utilizarán fusibles del modelo y calibre indicados en proyecto. Sus dimensiones se corresponderán con las normas DIN-43.625.

**** Puesta a tierra.**

La conexión del circuito de puesta a tierra se realizará mediante pletinas de cobre, conectadas en la parte posterior superior de las cabinas formando un colector único.

TRANSFORMADORES.

Los transformadores a instalar serán trifásicos, con neutro accesible en B.T., refrigeración natural, en baño de aceite, y demás características detalladas en la memoria.

EQUIPOS DE MEDIDA.

El equipo de medida de la energía de la planta solar se detalla en la Memoria del presente proyecto.

CABLEADO.

Para el cableado se tendrá en cuenta lo establecido en la ITC-BT-40, y la tabla 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523.

Las características de todos los cables son las descritas en el apartado correspondiente de la Memoria del presente proyecto.

En general, para todo lo referente al montaje del equipo de medida, precintabilidad, grado de protección, etc. se tendrá en cuenta lo indicado a tal efecto en la normativa de la Compañía Suministradora.

Puesta a Tierra

TIERRA DE PROTECCIÓN.



Se conectarán a tierra los elementos metálicos de la instalación que no estén en tensión normalmente, pero que puedan estarlo a causa de averías o circunstancias externas.

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

TIERRA DE SERVICIO.

Se conectarán a tierra el neutro del transformador y los circuitos de baja tensión de los transformadores del equipo de medida, según se indica en el apartado de "Cálculo de la instalación de puesta a tierra" del Documento nº 2 de este proyecto.

TIERRAS INTERIORES.

Las tierras interiores del centro de transformación tendrán la misión de poner en continuidad eléctrica todos los elementos que deban estar conectados a tierra con sus correspondientes tierras exteriores.

La tierra interior de protección se realizará con cable de 50 mm² de cobre desnudo formando un anillo. Este cable conectará a tierra los elementos indicados en el apartado anterior e irá sujeto a las paredes mediante bridas de sujeción y conexión, conectando el anillo al final a una caja de seccionamiento con un grado de protección IP54.

Las cajas de seccionamiento de la tierra de servicio y protección estarán separadas por una distancia mínima de 1m.

6.2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todas las normas de construcción e instalación del centro se ajustarán, en todo caso, a los planos, mediciones y calidades que se expresan, así como a las directrices que la Dirección Facultativa estime oportunas.

Además del cumplimiento de lo expuesto, las instalaciones se ajustarán a las normativas que le pudieran afectar, emanadas por organismos oficiales y en particular las de ENDESA.

El acopio de materiales se hará de forma que estos no sufran alteraciones durante su depósito en la obra, debiendo retirar y reemplazar todos los que hubieran sufrido alguna descomposición o defecto durante su estancia, manipulación o colocación en la obra.

6.3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS

La aparamenta eléctrica que compone la instalación deberá ser sometida a los diferentes ensayos de tipo y de serie que contemplen las normas UNE o recomendaciones UNESA conforme a las cuales esté fabricada.



Asimismo, una vez ejecutada la instalación, se procederá, por parte de entidad acreditada por los organismos públicos competentes al efecto, a la medición reglamentaria de los siguientes valores:

- Resistencia de aislamiento de la instalación.
- Resistencia del sistema de puesta a tierra.
- Tensiones de paso y de contacto.

6.4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD

Cualquier trabajo u operación a realizar en el centro (uso, maniobras, mantenimiento, mediciones, ensayos y verificaciones) se realizarán conforme a las disposiciones generales indicadas en el Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.

* PREVENCIÓNES GENERALES.

1) Queda terminantemente prohibida la entrada en el local de esta estación a toda persona ajena al servicio y siempre que el encargado del mismo se ausente, deberá dejarlo cerrado con llave.

2) Se pondrán en sitio visible del local, y a su entrada, placas de aviso de "Peligro de muerte".

3) En el interior del local no habrá más objetos que los destinados al servicio del centro de transformación, como banqueta, guantes, etc.

4) No está permitido fumar ni encender cerillas ni cualquier otra clase de combustible en el interior del local del centro de transformación y en caso de incendio no se empleará nunca agua.

5) No se tocará ninguna parte de la instalación en tensión, aunque se esté aislado.

6) Todas las maniobras se efectuarán colocándose convenientemente sobre la banqueta.

7) En sitio bien visible estarán colocadas las instrucciones relativas a los socorros que deben prestarse en los accidentes causados por electricidad, debiendo estar el personal instruido prácticamente a este respecto, para aplicarlas en caso necesario. También, y en sitio visible, debe figurar el presente Reglamento y esquema de todas las conexiones de la instalación, aprobado por la Consejería de Industria, a la que se pasará aviso en el caso de introducir alguna modificación en este centro de transformación, para su inspección y aprobación, en su caso.



*** PUESTA EN SERVICIO.**

8) Se conectará primero los seccionadores de alta y a continuación el interruptor de alta, dejando en vacío el transformador. Posteriormente, se conectará el interruptor general de baja, procediendo en último término a la maniobra de la red de baja tensión.

9) Si al poner en servicio una línea se disparase el interruptor automático o hubiera fusión de cartuchos fusibles, antes de volver a conectar se reconocerá detenidamente la línea e instalaciones y, si se observase alguna irregularidad, se dará cuenta de modo inmediato a la empresa suministradora de energía.

*** SEPARACIÓN DE SERVICIO.**

10) Se procederá en orden inverso al determinado en apartado 8, o sea, desconectando la red de baja tensión y separando después el interruptor de alta y seccionadores.

11) Si el interruptor fuera automático, sus relés deben regularse por disparo instantáneo con sobrecarga proporcional a la potencia del transformador, según la clase de la instalación.

12) Si una vez puesto el centro fuera de servicio se desea realizar un mantenimiento de limpieza en el interior de la apartamentada y transformadores no bastará con haber realizado el seccionamiento que proporciona la puesta fuera de servicio del centro, sino que se procederá además a la puesta a tierra de todos aquellos elementos susceptibles de ponerlos a tierra. Se garantiza de esta forma que en estas condiciones todos los elementos accesibles estén, además de seccionados, puestos a tierra. No quedarán afectadas las celdas de entrada del centro cuyo mantenimiento es responsabilidad exclusiva de la compañía suministradora de energía eléctrica. 13) La limpieza se hará sobre banqueta, con trapos perfectamente secos, y muy atentos a que el aislamiento que es necesario para garantizar la seguridad personal, sólo se consigue teniendo la banqueta en perfectas condiciones y sin apoyar en metales u otros materiales derivados a tierra.

*** PREVENCIÓNES ESPECIALES.**

14) No se modificarán los fusibles y al cambiarlos se emplearán de las mismas características de resistencia y curva de fusión.

15) Para transformadores con líquido refrigerante (aceite o silicona) no podrá sobrepasarse un incremento relativo de 60K sobre la temperatura ambiente en dicho líquido. La máxima temperatura ambiente en funcionamiento normal está fijada, según norma CEI 76, en 40°C, por lo que la temperatura del refrigerante en este caso no podrá superar la temperatura absoluta de 100°C.



16) Deben humedecerse con frecuencia las tomas de tierra. Se vigilará el buen estado de los aparatos, y cuando se observase alguna anomalía en el funcionamiento del centro de transformación, se pondrá en conocimiento de la compañía suministradora, para corregirla de acuerdo con ella.

6.5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN

Se aportará, para la tramitación de este proyecto ante los organismos públicos, la documentación siguiente:

- Autorización Administrativa.
- Proyecto, suscrito por técnico competente.
- Certificado de instalación emitido por empresa instaladora en líneas de alta tensión.
- Certificado de tensiones de paso y contacto, por parte de empresa homologada.
- Certificado de Dirección de Obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Copia de ensayos del transformador.
- Copia de la Declaración de conformidad de los equipos y aparatos de la instalación eléctrica.
- Escrito de conformidad por parte de la Compañía Eléctrica suministradora.

Libro de órdenes

Se dispondrá en este centro del correspondiente libro de órdenes en el que se harán constar las incidencias surgidas en el transcurso de su ejecución y explotación.

7. RECEPCIONES DE LA INSTALACIÓN

7.1. RECEPCIONES PROVISIONALES

Concluidas las pruebas y la puesta en marcha se pasará a la fase de la Recepción Provisional de la Instalación. No obstante, el Acta de Recepción Provisional no se firmará hasta haber comprobado que todos los sistemas y elementos que forman parte del suministro han funcionado correctamente durante un mínimo de horas seguidas, sin interrupciones o paradas causadas por fallos o errores del sistema suministrado, y además se hayan cumplido los siguientes requisitos:



- Entrega de toda la documentación requerida en este PCT, y como mínimo la recogida en la norma UNE-EN 62466: Sistemas fotovoltaicos conectados a red. Requisitos mínimos de documentación, puesta en marcha e inspección de un sistema.
- Retirada de obra de todo el material sobrante.
- Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Treinta días antes de dar fin a las obras, comunicará el Ingeniero a la Propiedad la proximidad de su terminación a fin de convenir la fecha para el acto de recepción provisional.

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

Practicado un detenido reconocimiento de las obras, se extenderá un acta con tantos ejemplares como intervinientes y firmados por todos ellos. Desde esta fecha empezará a correr el plazo de garantía, si las obras se hallasen en estado de ser admitidas. Seguidamente, los Técnicos de la Dirección Facultativa extenderán el correspondiente Certificado de final de obra.

Cuando las obras no se hallen en estado de ser recibidas, se hará constar en el acta y se darán al Constructor las oportunas instrucciones para remediar los defectos observados, fijando un plazo para subsanarlos, expirado el cual, se efectuará un nuevo reconocimiento a fin de proceder a la recepción provisional de la obra.

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

7.2. DOCUMENTACIÓN FINAL DE LA OBRA

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

7.3. MEDICIÓN DEFINITIVA Y LIQUIDACIÓN PROVISIONAL DE LA OBRA

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



7.4. CONSERVACIÓN DE LAS OBRAS RECIBIDAS PROVISIONALMENTE

Los gastos de conservación durante el plazo de garantía comprendido entre las recepciones provisional y definitiva correrán a cargo del Contratista.

7.5. RECEPCIÓN DEFINITIVA

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

7.6. PRÓRROGA DEL PLAZO DE GARANTÍA

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

8. DISPOSICIONES GENERALES Y NORMAS

Disposiciones legales y Normas de aplicación

- **Estatales**

- CTE (R.D. 314/2006) y su desarrollo y modificaciones surgidas, entre otras, en el R.D. 1371/2007, R.D. 1675/2008, Orden VIV/984/2009, R.D. 173/2010, Orden FOM/1635/2013 y Orden FOM/588/2017, con sus documentos básicos:

DB SE (Seguridad Estructural):

- DB-SE AE: Acciones en la Edificación
- DB-SE C: Cimientos
- DB-SE A: Acero
- DB-SE F: Fábrica
- DB-SE M: Madera

DB SI (Seguridad en caso de incendio)

DB SUA (Seguridad de utilización y accesibilidad)

DB HS (Salubridad)



DB HR (Protección frente al ruido).

DB HE (Ahorro de energía)

- R.D. 751/2011, por el que se aprueba la Instrucción de Acero Estructural (EAE).
- R.D. 1247/2008. Instrucción de hormigón estructural (EHE-08).
- R.D. 163/2019, por la que se aprueba la Instrucción Técnica para la realización del control de producción de los hormigones fabricados en central.
- R.D. 256/2016, por el que se aprueba la Instrucción para la recepción de cementos (RC-16).
- R.D. 997/2002. NCSR-02, Norma de construcción sismorresistente.
- Ley 32/2014, de Metrología.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico y disposiciones adicionales no derogadas de la antigua Ley 54/1997, del sector eléctrico.
- R.D. 244/2019. Regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.
- R.D. 222/2008. Establece el régimen retributivo de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- R.D. 1955/2000, regulación de las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica y Decreto 9/2011 que modifica algunas de sus normas.
- R.D. 842/2002. REBT y sus ITCs BT 01 a BT 51.
- R.D. 1053/2014, aprueba una nueva ITC BT 52 "Instalaciones con fines especiales. Infraestructura para la recarga de vehículos eléctricos", del R.D. 842/2002, y se modifican otras ITCs, del mismo.
- R.D. 1890/2008. Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus ITCs EA-01 a EA-07.
- Orden de 26-03-2007. Especificaciones técnicas de las instalaciones fotovoltaicas andaluzas e ITC FV 07 a FV 11 y Anexos I y II.



- Resolución de 26 de marzo de 2018. Se modifica la ITC-FV-04 de la Orden de 26 de marzo de 2007.
- R.D. 1699/2011. Regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- R.D. 413/2014. Regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- R.D. 223/2008. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus ITCs LAT 01 a 09.
- R.D. 337/2014. Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus ITCs, ITC-RAT 01 A 23.
- R.D. 187/2016. Regula las exigencias de seguridad del material eléctrico destinado a ser utilizado en determinados límites de tensión.
- R.D. 186/2016. Regula la compatibilidad electromagnética de los equipos eléctricos y electrónicos.
- Normas UNE, UNESA, ONSE Y ENDESA para materiales e instalaciones eléctricas.
- R.D. 1027/2007, RITE y sus ITEs., y R. Decretos: 1826/2009, 249/2010 y 238/2013 que lo modifican entre otras.
- R.D. 235/2013. Procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios y modificaciones en R.D. 564/2017.
- R.D. 919/2006. Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus ITCs ICG 01 a 11.
- R.D. 2060/2008. Reglamento de equipos a presión y sus I.T.Cs.
- R.D. 709/2015. Se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de los equipos a presión.
- R.D.138/2011. Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus ITCs.
- R. D. 115/2017. Regula la comercialización y manipulación de gases fluorados y equipos basados en los mismos, así como la certificación de los profesionales que los utilizan y por el que se establecen los requisitos técnicos para las instalaciones que desarrollen actividades que emitan gases fluorados.



- R.D. 2267/2004. Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- R.D. 513/2017. Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.
- R.D. 842/2013. Aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego.
- R.D. 1644/2008, Normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas y modificaciones en R.D. 494/2012.
- R.D. 2816/1982. Reglamento general de policía de espectáculos públicos y actividades recreativas.
- R.D. 1457/1986, que regula la actividad industrial y la prestación de servicios en los talleres de reparación de vehículos y R.D. 455/2010, que lo modifica.
- Ley 9/2014, de Telecomunicaciones.
- R.D. 805/2014. Plan técnico nacional de la televisión digital terrestre y se regulan determinados aspectos para la liberación del dividendo digital.
- R.D. 346/2011. Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones y Orden ITC/1644/2011 que lo desarrolla.
- Orden ITC/1077/2006. Procedimiento a seguir en las instalaciones colectivas de recepción de televisión en el proceso de su adecuación para la recepción de la televisión digital terrestre y se modifican determinados aspectos administrativos y técnicos de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones en el interior de los edificios.
- Ley 10/2005. Medidas urgentes para el impulso de la televisión digital terrestre, de liberalización de la televisión por cable y de fomento del pluralismo.
- R. Decreto Ley 1/1998. Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicación.
- R. D. 188/2016. Reglamento por el que se establecen los requisitos para la comercialización, puesta en servicio y uso de equipos radioeléctricos, y se regula el procedimiento para la evaluación de la conformidad, la vigilancia del mercado y el régimen sancionador de los equipos de telecomunicación.
- R.D. 656/2017, Reglamento de almacenamiento de productos químicos y sus ITCs MIE APQs 0 a 10.



- R.D. 888/2006. Reglamento sobre almacenamiento de fertilizantes a base de nitrato amónico con un contenido en nitrógeno igual o inferior al 28 por ciento en masa.
- Real Decreto 130/2017. Reglamento de Explosivos.
- R.D 563/2010. Reglamento de artículos pirotécnicos y cartuchería.
- Ley 34/1998, del sector de hidrocarburos y Ley 12/2007 que la modifica.
- R.D. 2085/1994. Reglamento de instalaciones petrolíferas e instrucciones técnicas complementarias MI-IP01 “refinerías” y MI-IP02 “parques de almacenamiento de líquidos petrolíferos”.
- R.D. 1562/1998. Modificación de la ITC-MI-IP2.
- R.D. 1427/1997. ITC MI-IP03 “Instalaciones petrolíferas para uso propio”.
- R.D. 1523/1999. Modificaciones del Reglamento de instalaciones petrolíferas y de la ITC MI-IP03 que queda redactada como “Instalaciones de almacenamiento para su consumo en la propia instalación”.
- R.D. 706/2017. Instrucción técnica complementaria MI-IP 04 "Instalaciones para suministro a vehículos" y se regulan determinados aspectos de la reglamentación de instalaciones petrolíferas.
- R.D. 144/2016. Establece los requisitos esenciales de salud y seguridad exigibles a los aparatos y sistemas de protección para su uso en atmósferas potencialmente explosivas y por el que se modifica el R.D. 455/2012, por el que se establecen las medidas destinadas a reducir la cantidad de vapores de gasolina emitidos a la atmósfera durante el repostaje de los vehículos de motor en las estaciones de servicio.
- R.D. 365/2005. ITC MI-IP05 “Instaladores o reparadores y empresas instaladoras o reparadoras de PPL”.
- R.D. 1416/2006. ITC MI-IP06 “Procedimiento para dejar fuera de servicio los tanques de almacenamiento de PPL”.
- R.D. 560/2010. Modifica diversas normas reglamentarias en materia de seguridad industrial.
- Ley 37/2015. Ley de carreteras.
- R. Decreto 1812/1994. Reglamento general de carreteras.
- Real Decreto Legislativo 7/2015, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.



- Ley 8/2013, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.
- Decreto Ley 5/2012, de medidas urgentes en materia urbanística y para la protección del litoral de Andalucía y Decreto Ley 15/2014 que lo modifica.
- R.D. 1492/2011. Reglamento de valoraciones de la Ley del suelo.
- Real Decreto 2159/1978, de 23 de junio, por el que se establece el Reglamento del Planeamiento Urbanístico.
- Real Decreto 3288/1978, de 25 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento de Gestión Urbanística para el desarrollo y aplicación de la Ley sobre régimen del Suelo y Ordenación Urbana.
- R.D. 773/2017. Modifica diversos reales decretos en materia de productos y emisiones industriales.
- R.D. Legislativo 1/2016. Se aprueba el texto refundido de la Ley de Prevención y control integrados de la contaminación.
- Ley 21/2013, de evaluación ambiental.
- R.D. 815/2013. Reglamento de emisiones industriales y de desarrollo de la Ley 16/2002.
- Ley 22/2011, de residuos y suelos contaminados.
- Real Decreto 105/2008, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.
- Ley 34/2007, de calidad del aire y protección de la atmósfera.
- R.D. 9/2005, relación de actividades potencialmente contaminantes del suelo y los criterios y estándares para la declaración de suelos contaminado.
- Orden PRA/1080/2017. Modifica el Anexo I del Real Decreto 9/2005.
- Ley 37/2003, del ruido y desarrollo en R.D. 1513/2005, R.D 1367/2007, R.D. 1038/2012 y Orden PCI/1319/2018.
- RD 1400/2018, por el que se aprueba el Reglamento sobre seguridad nuclear en instalaciones nucleares.
- Ley 31/1995, de Prevención de riesgos laborales, y Reglamentos que desarrollan dicha Ley, y modificaciones, entre otros: R.D. 39/1997 Reglamento de los servicios de prevención, R.D. 1627/1997 sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras, R.D. 598/2015, R.D. 337/2010, R.D. 604/2006, R.D. 486/1997, sobre Disposiciones



mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, R.D. 485/1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo, R.D. 1215/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, R.D. 773/1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual, R.D. 614/2001, sobre Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico, R.D. 299/2016, sobre protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a campos electromagnéticos.

- Ley 32/2006, de subcontratación en el sector de la construcción, R.D. 1109/2007 que desarrolla la ley 32/2006, Orden de 22-11-2007 que desarrolla el procedimiento de habilitación del libro de subcontratación y R.D. 337/2010 que modifica el R.D.1109/2007, y modificaciones.

- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.

- R. D. Legislativo 1/2007, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios.

- Artículos aplicables del Código Civil y Penal.

- R.D. 1098/2001, de 12 de octubre, por el que se aprueba el Reglamento general de la Ley de Contratos de las Administraciones Públicas.

- Pliego de Condiciones Generales para la Contratación de Obras Públicas aprobado por Decreto 3854/1970, de 31 de diciembre.

- Ley 21/92 de Industria del 16-07-92, con fecha de publicación BOE 23-07-92.

- Real Decreto 2135/80 sobre la Liberalización Industrial del 26-09-80 con fecha de publicación BOE 14-10-80.

- Real Decreto 886/88 sobre Prevención de accidentes mayores en determinadas actividades industriales del 15-07-88, con fecha de publicación BOE 05-08-88 y 28-01-89.

- Real Decreto 840/2015, de 21 de septiembre, por el que se aprueban medidas de control de los riesgos inherentes a los accidentes graves en los que intervengan sustancias peligrosas.

- Real Decreto 212/2002, de 22 de febrero, Regulación de las emisiones sonoras en el entorno debidas a determinadas máquinas de uso al aire libre y Real Decreto 524/2006 por el que se modifica el R.D. 212/2002.



- Real Decreto 286/2006, de 10 de marzo, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 1630/92 sobre Productos de la construcción del 29-12-92, con fecha de publicación BOE 09-02-93 y 19-11-93.
- Real Decreto 1328/1995 de 28 de julio. Modifica las disposiciones para la libre circulación de productos de construcción aprobadas por el Real Decreto 1630/1992, de 29 de diciembre de 1992.
- Real Decreto 159/95, del 03-02-95, que modifica el RD 1407/92, del 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, con fecha de publicación BOE 08-03-95 y 22-03-95.
- Real Decreto 697/95 sobre Reglamento del registro de establecimientos industriales del 28-04-95, con fecha de publicación BOE 30-05-95.
- Real Decreto 487/97 del 14-04-97, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores, con fecha de publicación BOE 23-04-97.
- Real Decreto 780/98 del 30-04-98, que modifica el RD 39/97 de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de Servicios de Prevención, con fecha de publicación BOE 01-05-98.
- Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo del 09-03-71, con fecha de publicación BOE 11-03-71, 17-03-71 y 06-04-71.
- Orden Ministerial del 27-06-97 que desarrolla el Real Decreto 39/97, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención, con fecha de publicación BOE 04-07-97.
- Resolución del 25-04-96, en la que se aporta Información complementaria del RD 1407-92, de 20 de noviembre, por el que se regulan las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual, con fecha de publicación BOE 28-05-96.
- Resolución de 27 de mayo de 2002, de la Dirección General de Política Tecnológica, por la que se actualiza el anexo IV de la Resolución de 25 de abril de 1996, por la que se regula las condiciones para la comercialización y libre circulación intracomunitaria de los equipos de protección individual.
- Artículos aplicables de la Ley 42/94 sobre Medidas Fiscales, Administrativas y de Orden Social del 30-12-94, con fecha de publicación BOE 31-12-94 y 16-02-95.



- Artículos aplicables de la Ley LO 10/95 del 23-11-95, referente al Código Penal, con fecha de publicación en el BOE 24-11-95 y 02-03-96.
- Artículos aplicables de la Ley 13/96 del 30-12-96 a cerca de Medidas Fiscales, administrativas y del orden social, con publicación BOE del 31-12-96.
- Ley 23/2015, de 21 de julio, Ordenadora del Sistema de Inspección de Trabajo y Seguridad Social.
- Artículos aplicables de la Ley 66/97 sobre Medidas fiscales, administrativas y del orden social del 30-12-97, con fecha de publicación BOE 31-12-97 y 02-07-98.
- Artículos aplicables de la Ley 29/98 del 13-07-98, Reguladora de la Jurisdicción Contencioso-Administrativa, con fecha de publicación BOE 14-07-98.
- Artículos aplicables de la Ley 50/98 del 30-12-98, sobre Medidas fiscales, Administrativas y del Orden Social, con fecha BOE 31-12-98 y 07-05-99.
- Artículos aplicables de la Ley 55/99 del 29-12-99, sobre Medidas fiscales, Administrativas y del Orden Social, con fecha BOE 30-12-99.
- Artículos aplicables del Real Decreto Legislativo 1/95 del 24-03-95, que recoge el Texto Refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores, con fecha BOE 29-03-95.
- Ley 36/2011, de 10 de octubre, reguladora de la Jurisdicción Social.
- Artículos aplicables del Real Decreto 577/82 del 17-03-82, por el que se regulan la estructura y competencias del INST, con fecha BOE 22-03-82.
- Artículos aplicables del Real Decreto 1778/94 del 05-08-94, que se adecuan a la Ley 30/92, de 26 de noviembre, de régimen jurídico de las administraciones públicas y del procedimiento administrativo común, las normas reguladoras de los procedimientos de otorgamiento, modificación y extinción de autorizaciones, con fecha BOE 20-08-94 y 19-10-94.
- Artículos aplicables del Real Decreto 1993/95 del 07-12-95, que establece el Reglamento General sobre colaboración en la gestión de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social, con fecha BOE 12-12-95.
- Artículos aplicables del Real Decreto 250/97 del 21-02-97, que modifica el Reglamento de Colaboración de las Mutuas de Accidentes de Trabajo y Enfermedades Profesionales de la Seguridad Social, aprobado por RD 1993/95, y el Reglamento General sobre inscripción de empresas y afiliación, altas, bajas y variaciones de datos de trabajadores en la Seguridad Social, aprobado por RD 84/96, con fecha de publicación BOE 11-03-97.



- Artículos aplicables del Real Decreto 216/99 del 05-02-99, que recoge las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en el trabajo en el ámbito de las empresas de trabajo temporal, con fecha BOE 24-02-99.
- Orden TAS/3623/2006, de 28 de noviembre, por la que se regulan las actividades preventivas en el ámbito de la Seguridad Social y la financiación de la Fundación para la Prevención de Riesgos Laborales.

Jaén, Septiembre de 2020

Fdo. Macarena Ortega Pérez



MEDICIONES



Mediciones

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres
01	Capítulo		MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIÓN	1,000
01.01	Partida	m ³	EXCAVACIÓN DE LAS ESTRUCTURA Excavación de zanjas con medios mecánicos de para cimentación de estructura de los módulos en terreno de consistencia media.	8.880,000
01.02	Partida	m ³	EXCAVACIÓN DE CANALIZACIONES Excavación de zanjas con medios mecánicos para canalización de circuitos de los inversores en terreno de consistencia media.	18.080,000
01.03	Partida	m ³	EXCAVACIÓN DEL C.T. Excavación de zanjas con medios mecánicos para cimentación de edificio C.T. prefabricado en terreno de consistencia media.	16,880
01.04	Partida	m ³	HORMIGÓN H-250 Hormigón elaborado en planta de resistencia H-250, para cimentación de estructura, vertido, vibrado y nivelado.	16,880
01.05	Partida	m ³	HORMIGÓN H-150 Hormigón elaborado en planta de resistencia H-150, para protección de canalizaciones, vertido y vibrado.	44,000
01.06	Partida	m ³	HORMIGÓN H-250 Hormigón elaborado en planta de resistencia H-250, para acerado perimetral, vertido, vibrado y nivelado.	6,390
01.07	Partida	ml	ZUNCHO LINEAL 30X30 mm Hormigón elaborado en planta de resistencia H-250, para acerado perimetral, vertido, vibrado y nivelado.	8.724,800
				1,000
02	Capítulo		VALLADO DE PARCELA	1,000
02.01	Partida	ml	VALLA MALLA METALICA T.T.8x10 Enrejado de malla metálica de triple torsión 8x10, de alambre galvanizado, en protección de superficies disgregadas, sujeto mediante anclajes cada metro, con postes tubulares de 40 y 48 mm. de diámetro y espesor de 1,5 mm con tapón metálico, protección de aguas, incluso valla cinegética de 25 cm. de altura en su parte inferior, totalmente instalado.	890,000
02.02	Partida	ud	PUERTA 4,00x2,00 40/14 STD Puerta de 2 hojas de 4,00x2,00 m. para cerramiento exterior, con bastidor de tubo de acero laminado en frío de 40x40 mm. y malla S/T galvanizada en caliente 40/14 STD, i/herrajes de colgar y seguridad, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra.	1,000
				1,000
03	Capítulo		EQUIPOS (ESTRUCTURA FIJA, MODULOS, INVERSORES)	1,000



03.01	Partida	Ud	ESTRUCTURA FIJA MÓDULOS Estructura metálica tipo porche en alto.	20,000
03.02	Partida	Ud	MÓDULO FOTOVOLTAICO CANADIAN SOLARCS3U-360P, 360 Wp Módulo Fotovoltaico marca Canadian Solar modelo CS3U-360P de 360 Wp de potencia pico, constituido por 72 células de silicio policristalino de alta eficiencia, con una tolerancia de +- 5%; Dimensiones 1960x992x35 mm y peso 22,4kg; con marco de aluminio, incluyendo diodos de derivación, incluso transporte a obra.	6.480,000
03.03	Partida	Ud	INVERSOR SMA SUNNY HIGHPOWER PEAK3 100 kW Inversor de string marca INGTEAM modelo SUNNY HIGHPOWER PEAK3 100 kW de potencia nominal, con grado de protección IP65, con rendimiento europeo 98,4%, preparado para trabajar de -25°C a +60°C, equipado con todas las funciones de gestion de red y preparado para Q at night, incluso transporte de fábrica a obra.	20,000
03.04	Partida	Ud	MONTAJE DE EQUIPOS Montaje de módulos, inversores y estructura fija. Incluye descarga de materiales en obra, grúas y medios auxiliares.	1,000
				1,000
04	Capítulo	CANALIZACIONES		1,000
04.01	Partida	ml	TUBO DE CANALIZACIÓN DE PVC D=180 mm Tubo canalización PVC en barra, instalado en zanja	1.675,000
04.02	Partida	ud	ARQUETA REGISTRABLE TIPO A2 PREF. HM 210x110x110cm Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 60x60x40cm, completa: con tapa y marco de fundición y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, incluso formación de pendientes exteriores con hormigón, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.	21,000
				1,000

05	Capítulo	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		1,000
05.01	Partida	ud	OBRA CIVIL Ud. Edificio de hormigón compacto, de dimensiones exteriores 8,08 x 2,38 y altura útil 2,79 mm., incluyendo su transporte y montaje.	1 1,000



			Ud. Excavación de un foso de dimensiones 8800 x 3180 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto EHC5, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 560 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.	1,000
05.02	Partida	ud	APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN	1,000
			Ud. Cabina de interruptor automático 1250 kmax 24 kV / 1250 A / 25 kA, aislamiento integral en SF6 se monta íntegramente en fábrica y consta de unidades de interruptor-seccionador en carga, interruptor automático, medida, remonte de cables así como algunos sistemas compactos.	3,000
			Ud. Cabina de medida. Función de medida. Celda modular de medida con aislamiento en aire. Alojamiento para transformadores de medida de tensión e intensidad incluidos estos, permitiendo comunicar con embarrado del centro de transformación, mediante barras o cables secos.	1,000
			Ud. Cabina de línea. Celda modular de línea, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra. Extensibilidad: derecha, izquierda y ambos lados.	3,000
05.03	Partida	ud	TRANSFORMADORES	1,000
			Ud. Transformador de distribución 1000 kVA, de frecuencia 50 Hz, alta tensión en 20 kV y baja de 420V, conexión Dyn11, líquido: aceite mineral, sistema de expansión lleado integral, refrigeración natural, Normas: UNE 21428, EN 50464, EN 60076, CEI-76, y especificaciones técnicas de compañías, (NI, FND001, UEFE, ET5024)	2,000
			Ud. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RHZ1, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm ² en AI con sus correspondientes elementos de conexión.	1,000
			Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de AI, de 3x240mm ² para las fases y de 2x240mm ² para el neutro y demás características según memoria.	1,000
05.04	Partida	ud	EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN	1,000
			Ud. Cuadro contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.	
05.05	Partida	ud	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	1,000
			Ud. de tierras exteriores código 80-30/5/82 Unesa, incluyendo 8 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	1,000
			Ud. de tierras exteriores código 5/42 Unesa, incluyendo 4 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	2,000



			Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm ² de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.	1,000
			m ² . Mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m.	24,000
05.06	Partida	ud	VARIOS	1,000
			Ud. Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado.	2,000
			Ud. Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.	1,000
			Ud. Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.	1,000
			Ud. Banqueta aislante para maniobrar aparamenta.	1,000
			Ud. Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	2,000
			Ud. Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	1,000
				1,000
06	Capítulo		INSTALACIÓN EVACUACIÓN BAJA TENSIÓN (CORRIENTE ALTERNA)	1,000
06.01	Partida	ml	INTERCONEXIÓN INVERSORES CON CUADROS B.T. DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1.675,000
			Cable unipolar de aluminio de 3x240 mm ² + 1x150 mm ² XZ1(S)Al de tensión asignada 0,6/1kV, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefinas. Incluso conexionado.	
06.02	Partida	ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DIFERENCIAL 200 A - 4 polos 50 kA/400 V de sensibilidad 300 mA.	20,000
			Interruptor automático 4 polos 200 A en caja moldeada, alojado en armario de poliéster de dimensiones 500x400x260 mm totalmente instalada.	
06.02	Partida	ud	CUADRO B.T. EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	2,000
			Cuadro eléctrico en armario metálico IP55 conteniendo en su interior 1 Ud. Interruptor de corte en carga 4 polos 1600 A, 10 Ud. Interruptor automático magnetotérmico diferencial diferencial, 10 Ud. Descargador de sobretensiones AC In 20 kA, Embarrado con pletina de cobre, Voltímetro general, Amperímetro general. La unidad totalmente instalado	
				1,000
07	Capítulo		INSTALACIÓN EVACUACIÓN BAJA TENSIÓN (CORRIENTE CONTINUA)	1,000
07.01	Partida	ml	INTERCONEXIÓN MÓDULOS HASTA CAJAS DE AGRUPAMIENTO.	28.990,400



Cable unipolar 6 mm² Cu de tensión asignada 1500Vdc, flexibilidad clase 5 con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta de goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Incluso conexionado.

07.02	Partida	ml	INTERCONEXIÓN CAJAS DE AGRUPAMIENTO HASTA CAJA GENERAL DE CONEXIÓN Cable unipolar 25 mm ² Cu de tensión asignada 1500Vdc, flexibilidad clase 5 con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta de goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Incluso conexionado.	3.065,200
07.03	Partida	ml	INTERCONEXIÓN CAJA GENERAL DE CONEXIÓN HASTA INVERSOR Cable unipolar 70 mm ² Cu de tensión asignada 1500Vdc, flexibilidad clase 5 con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta de goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Incluso conexionado.	1.554,400
07.04	Partida	ml	CABLE COBRE DESNUDO 50mm ² PUESTA A TIERRA Cable unipolar tendido baja zanja tipo 2	4.440,000
07.05	Partida	Ud	PICA DE COBRE Pica 200/14,3 cm de aluminio cobrizado para p.a.t. totalmente instaladas y unidas mediante soldadura Cadwell con el cable de tierra principal.	200,000
07.06	Ud	ARMARIO POLIÉSTER, PROTECCIÓN 4 STRING	40	
		Armario de protección de string de dimensiones 500x400x160 mm, conteniendo en su interior 8 Ud. Portafusible de 10x38, aislamiento 1000V , 8 Ud. Fusible de 16 A y 1 Ud. Protección de sobretensiones de 1000 V e In 15 kA. unidad instalada v conexionada.		
07.07	Ud	ARMARIO POLIÉSTER, PROTECCIÓN 5 STRING	40	
		Armario de protección de string 500x400x160 mm, conteniendo en su interior 10 Ud. Portafusible de 10x38, aislamiento 1000V , 10 Ud. Fusible de 16 A y 1 Ud. Protección de sobretensiones de 1000 V e In de descarga 15 kA. unidad instalada v conexionada.		
07.08	Ud	ARMARIO POLIÉSTER, CAJA GENERAL DE CONEXIÓN	20	
		Armario de protección de string 600x500x200 mm, conteniendo en su interior 4 Ud. Interruptor magnetotérmico de 2 polos de In 63 A e Id de descarga de 10 kA, curva de disparo B y 1 Ud. Protecciones contra sobretensiones de 1000 V e In de descarga 15 kA.		
07.09	Partida	Ud	PICA DE COBRE Pica 200/14,3 cm de aluminio cobrizado para p.a.t. totalmente instaladas y unidas mediante soldadura Cadwell con el cable de tierra principal.	200,000
				1,000

08	Capítulo	SEGURIDAD Y SALUD	1,000
-----------	-----------------	--------------------------	--------------

08.01	Partida	Ud	PROTECCIONES INDIVIDUALES	1,000
			Cascos de seguridad homologados	10,000
			Caretas de seguridad para soldadores eléctricos	10,000
			Elementos de seguridad para soldador eléctrico	10,000



INSTALACIÓN SOLAR FV DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

			Gafas antipolvo e impacto	10,000
			Gafas soldadura autógena	1,000
			Cinturones de seguridad	2,000
			Monos de Trabajo	10,000
			Par de guantes para soldar	5,000
			Pares de guantes de cuero	10,000
			Pares de guantes dieléctricos para baja tension	5,000
			Par de guantes de protección eléctrica para AT	2,000
			Par de botas aislantes	10,000
08.02	Partida	Ud	PROTECCIONES COLECTIVAS	1,000
			Carteles indicadores de riesgo	1,000
08.03	Partida	Ud	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	1,000
			Botiquín de obra para primeros auxilios completamente equipado y reposición de material sanitario durante el transcurso de la obra.	1,000
08.04	Partida	Ud	INSTALACION DE HIGIENE Y BIENESTAR	1,000
			Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos, vestuario y oficina, de dimensiones 6,00x2,40x2,30 m	6,000
				1,000
09	Capítulo		INSTALACIÓN DE SEGURIDAD	1,000
09.01	Partida		INTRUSIÓN	1,000
			Partida Alzada de Sistema de seguridad antirrobo	
				1,000
10	Capítulo		SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES	1,000
10.01	Partida		SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES	1,000
			Partida Alzada de Sistema de control y comunicaciones	
				1,000
				1,000



PRESUPUESTO



Presupuesto

Código	Nat	Ud	Resumen	CanPres	PrPres	ImpPres
01	Capítulo		MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIÓN	1,000	121.596,215	121.596,215
01.01	Partida	m ³	EXCAVACIÓN DE LAS ESTRUCTURA Excavación de zanjas con medios mecánicos de para cimentación de estructura de los módulos en terreno de consistencia media.	8.880,000	0,450	3.996,000
01.02	Partida	m ³	EXCAVACIÓN DE CANALIZACIONES Excavación de zanjas con medios mecánicos para canalización de circuitos de los inversores en terreno de consistencia media.	18.080,000	0,430	7.774,400
01.03	Partida	m ³	EXCAVACIÓN DEL C.T. Excavación de zanjas con medios mecánicos para cimentación de edificio C.T. prefabricado en terreno de consistencia media.	16,880	16,590	280,035
01.04	Partida	m ³	HORMIGÓN H-250 Hormigón elaborado en planta de resistencia H-250, para cimentación de estructura, vertido, vibrado y nivelado.	16,880	70,000	1.181,580
01.05	Partida	m ³	HORMIGÓN H-150 Hormigón elaborado en planta de resistencia H-150, para protección de canalizaciones, vertido y vibrado.	44,000	63,000	2.772,000
01.06	Partida	m ³	HORMIGÓN H-250 Hormigón elaborado en planta de resistencia H-250, para acerado perimetral, vertido, vibrado y nivelado.	6,390	140,000	894,600
01.07	Partida	ml	ZUNCHO LINEAL 30X30 mm Hormigón elaborado en planta de resistencia H-250, para acerado perimetral, vertido, vibrado y nivelado.	8.724,800	12,000	104.697,600
				1,000	121.596,215	121.596,215
02	Capítulo		VALLADO DE PARCELA	1,000	15.391,800	15.391,800
02.01	Partida	ml	VALLA MALLA METALICA T.T.8x10 Enrejado de malla metálica de triple torsión 8x10, de alambre galvanizado, en protección de superficies disgregadas, sujeto mediante anclajes cada metro, con postes tubulares de 40 y 48 mm. de diámetro y espesor de 1,5 mm con tapón metálico, protección de aguas, incluso valla cinegética de 25 cm. de altura en su parte inferior, totalmente instalado.	890,000	16,620	14.791,800
02.02	Partida	ud	PUERTA 4,00x2,00 40/14 STD Puerta de 2 hojas de 4,00x2,00 m. para cerramiento exterior, con bastidor de tubo de acero laminado en frío de 40x40 mm. y malla S/T galvanizada en caliente 40/14 STD, i/herrajes de colgar y seguridad, elaborada en taller, ajuste y montaje en obra.	1,000	600,000	600,000
				1,000	15.391,800	15.391,800
03	Capítulo		EQUIPOS (ESTRUCTURA FIJA, MODULOS, INVERSORES)	1,000	1.149.944,000	1.149.944,000



PRESUPUESTO

INSTALACIÓN SOLAR FV DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

03.01	Partida	Ud	ESTRUCTURA FIJA MÓDULOS Estructura metálica tipo porche en alto.	20,000	13.996,800	279.936,000
03.02	Partida	Ud	MÓDULO FOTOVOLTAICO CANADIAN SOLARCS3U-360P, 360 Wp Módulo Fotovoltaico marca Canadian Solar modelo CS3U-360P de 360 Wp de potencia pico, constituido por 72 células de silicio policristalino de alta eficiencia, con una tolerancia de +- 5%; Dimensiones 1960x992x35 mm y peso 22,4kg; con marco de aluminio, incluyendo diodos de derivación, incluso transporte a obra.	6.480,000	92,300	598.104,000
03.03	Partida	Ud	INVERSOR SMA SUNNY HIGHPOWER PEAK3 100 kW Inversor de string marca INGTEAM modelo SUNNY HIGHPOWER PEAK3 100 kW de potencia nominal, con grado de protección IP65, con rendimiento europeo 98,4%, preparado para trabajar de -25°C a +60°C, equipado con todas las funciones de gestion de red y preparado para Q at night, incluso transporte de fábrica a obra.	20,000	10.700,000	214.000,000
03.04	Partida	Ud	MONTAJE DE EQUIPOS Montaje de módulos, inversores y estructura fija. Incluye descarga de materiales en obra, grúas y medios auxiliares.	1,000	57.904,000	57.904,000
				1,000	1.149.944,000	1.149.944,000
04	Capítulo	CANALIZACIONES		1,000	13.345,000	13.345,000
04.01	Partida	ml	TUBO DE CANALIZACIÓN DE PVC D=180 mm Tubo canalización PVC en barra, instalado en zanja	1.675,000	2,200	3.685,000
04.02	Partida	ud	ARQUETA REGISTRABLE TIPO A2 PREF. HM 210x110x110cm Arqueta prefabricada registrable de hormigón en masa con refuerzo de zuncho perimetral en la parte superior de 60x60x40cm, completa: con tapa y marco de fundición y formación de agujeros para conexiones de tubos. Colocada sobre solera de hormigón en masa HM-20/P/40/I de 10 cm. de espesor y p.p. de medios auxiliares, incluso formación de pendientes exteriores con hormigón, sin incluir la excavación ni el relleno perimetral posterior.	21,000	460,000	9.660,000
				1,000	13.345,000	13.345,000

05	Capítulo	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		1,000	93.370,930	93.370,930
05.01	Partida	ud	OBRA CIVIL Ud. Edificio de hormigón compacto, de dimensiones exteriores 8,08 x 2,38 y altura útil 2,79 mm., incluyendo su transporte y montaje.	1 1,000	19091,3 18.175,000	19091,3 18.175,000



PRESUPUESTO

INSTALACIÓN SOLAR FV DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

			Ud. Excavación de un foso de dimensiones 8800 x 3180 mm. para alojar el edificio prefabricado compacto EHC5, con un lecho de arena nivelada de 150 mm. (quedando una profundidad de foso libre de 560 mm.) y acondicionamiento perimetral una vez montado.	1,000	916,300	916,300
05.02	Partida	ud	APARAMENTA DE ALTA TENSIÓN	1,000	45.620,400	45.620,400
			Ud. Cabina de interruptor automático 1250 kmax 24 kV / 1250 A / 25 kA, aislamiento integral en SF6 se monta íntegramente en fábrica y consta de unidades de interruptor-seccionador en carga, interruptor automático, medida, remonte de cables así como algunos sistemas compactos.	3,000	12.340,000	37.020,000
			Ud. Cabina de medida. Función de medida. Celda modular de medida con aislamiento en aire. Alojamiento para transformadores de medida de tensión e intensidad incluidos estos, permitiendo comunicar con embarrado del centro de transformación, mediante barras o cables secos.	1,000	3.200,400	3.200,400
			Ud. Cabina de línea. Celda modular de línea, equipada con un interruptor-seccionador de tres posiciones: cerrado, abierto o puesto a tierra. Extensibilidad: derecha, izquierda y ambos lados.	3,000	1.800,000	5.400,000
05.03	Partida	ud	TRANSFORMADORES	1,000	22.423,600	22.423,600
			Ud. Transformador de distribución 1000 kVA, de frecuencia 50 Hz, alta tensión en 20 kV y baja de 420V, conexión Dyn11, líquido: aceite mineral, sistema de expansión lleado integral, refrigeración natural, Normas: UNE 21428, EN 50464, EN 60076, CEI-76, y especificaciones técnicas de compañías, (NI, FND001, UEFE, ET5024)	2,000	10.200,000	20.400,000
			Ud. Juego de puentes III de cables AT unipolares de aislamiento seco RH21, aislamiento 12/20 kV, de 95 mm ² en AI con sus correspondientes elementos de conexión.	1,000	660,000	660,000
			Ud. Juego de puentes de cables BT unipolares de aislamiento seco 0.6/1 kV de AI, de 3x240mm ² para las fases y de 2x240mm ² para el neutro y demás características según memoria.	1,000	1.363,600	1.363,600
05.04	Partida	ud	EQUIPOS DE BAJA TENSIÓN	1,000	3.700,200	3.700,200
			Ud. Cuadro contador tarificador electrónico multifunción, un registrador electrónico y una regleta de verificación. Todo ello va en el interior de un armario homologado para contener estos equipos.			
05.05	Partida	ud	SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	1,000	1.497,330	1.497,330
			Ud. de tierras exteriores código 80-30/5/82 Unesa, incluyendo 8 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	1,000	667,330	667,330
			Ud. de tierras exteriores código 5/42 Unesa, incluyendo 4 picas de 2,00 m. de longitud, cable de cobre desnudo, cable de cobre aislado de 0,6/1kV y elementos de conexión, instalado, según se describe en proyecto.	2,000	350,000	700,000



PRESUPUESTO

INSTALACIÓN SOLAR FV DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

			Ud. tierras interiores para poner en continuidad con las tierras exteriores, formado por cable de 50mm ² de Cu desnudo para la tierra de protección y aislado para la de servicio, con sus conexiones y cajas de seccionamiento, instalado, según memoria.	1,000	130,000	130,000
			m ² . Mallazo electrosoldado con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m.	24,000	3,000	72,000
05.06	Partida	ud	VARIOS	1,000	1.038,100	1.038,100
			Ud. Punto de luz incandescente adecuado para proporcionar nivel de iluminación suficiente para la revisión y manejo del centro, incluidos sus elementos de mando y protección, instalado.	2,000	252,700	505,400
			Ud. Punto de luz de emergencia autónomo para la señalización de los accesos al centro, instalado.	1,000	252,700	252,700
			Ud. Extintor de eficacia equivalente 89B, instalado.	1,000	106,400	106,400
			Ud. Banqueta aislante para maniobrar aparamenta.	1,000	137,900	137,900
			Ud. Placa reglamentaria PELIGRO DE MUERTE, instaladas.	2,000	11,900	23,800
			Ud. Placa reglamentaria PRIMEROS AUXILIOS, instalada.	1,000	11,900	11,900
				1,000	93.370,930	93.370,930
06	Capítulo		INSTALACIÓN EVACUACIÓN BAJA TENSIÓN (CORRIENTE ALTERNA)	1,000	68.973,750	68.973,750
06.01	Partida	ml	INTERCONEXIÓN INVERSORES CON CUADROS B.T. DEL CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	1.675,000	18,050	30.233,750
			Cable unipolar de aluminio de 3x240 mm ² + 1x150 mm ² XZ1(S)Al de tensión asignada 0,6/1kV, con aislamiento de polietileno reticulado y cubierta de poliolefinas. Incluso conexonado.			
06.02	Partida	ud	INTERRUPTOR AUTOMÁTICO DIFERENCIAL 200 A - 4 polos 50 kA/400 V de sensibilidad 300 mA.	20,000	592,000	11.840,000
			Interruptor automático 4 polos 200 A en caja moldeada, alojado en armario de poliéster de dimensiones 500x400x260 mm totalmente instalada.			
06.02	Partida	ud	CUADRO B.T. EN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN	2,000	13.450,000	26.900,000
			Cuadro eléctrico en armario metálico IP55 conteniendo en su interior 1 Ud. Interruptor de corte en carga 4 polos 1600 A, 10 Ud. Interruptor automático magnetotérmico diferencial diferencial, 10 Ud. Descargador de sobretensiones AC In 20 kA, Embarrado con pletina de cobre, Voltímetro general, Amperímetro general. La unidad totalmente instalada			
				1,000	68.973,750	68.973,750
07	Capítulo		INSTALACIÓN EVACUACIÓN BAJA TENSIÓN (CORRIENTE CONTINUA)	1,000	139.777,360	139.777,360
07.01	Partida	ml	INTERCONEXIÓN MÓDULOS HASTA CAJAS DE AGRUPAMIENTO.	28.990,400	2,100	60.879,840



PRESUPUESTO

INSTALACIÓN SOLAR FV DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Cable unipolar 6 mm² Cu de tensión asignada 1500Vdc, flexibilidad clase 5 con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta de goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Incluso conexionado.

07.02	Partida	ml	INTERCONEXIÓN CAJAS DE AGRUPAMIENTO HASTA CAJA GENERAL DE CONEXIÓN Cable unipolar 25 mm ² Cu de tensión asignada 1500Vdc, flexibilidad clase 5 con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta de goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Incluso conexionado.	3.065,200	4,900	15.019,480
07.03	Partida	ml	INTERCONEXIÓN CAJA GENERAL DE CONEXIÓN HASTA INVERSOR Cable unipolar 70 mm ² Cu de tensión asignada 1500Vdc, flexibilidad clase 5 con aislamiento de goma libre de halógenos tipo EI6 y cubierta de goma ignifugada tipo EM8, libre de halógenos y con baja emisión de humos y gases corrosivos en caso de incendio. Incluso conexionado.	1.554,400	2,850	4.430,040
07.04	Partida	ml	CABLE COBRE DESNUDO 50mm ² PUESTA A TIERRA Cable unipolar tendido baja zanja tipo 2	4.440,000	3,200	14.208,000
07.05	Partida	Ud	PICA DE COBRE Pica 200/14,3 cm de aluminio cobrizado para p.a.t. totalmente instaladas y unidas mediante soldadura Cadwell con el cable de tierra principal.	200,000	16,000	3.200,000
07.06		Ud	ARMARIO POLIÉSTER, PROTECCIÓN 4 STRING Armario de protección de string de dimensiones 500x400x160 mm, conteniendo en su interior 8 Ud. Portafusible de 10x38, aislamiento 1000V , 8 Ud. Fusible de 16 A y 1 Ud. Protección de sobretensiones de 1000 V e In 15 kA. unidad instalada v conexionada.	40	375	15000
07.07		Ud	ARMARIO POLIÉSTER, PROTECCIÓN 5 STRING Armario de protección de string 500x400x160 mm, conteniendo en su interior 10 Ud. Portafusible de 10x38, aislamiento 1000V , 10 Ud. Fusible de 16 A y 1 Ud. Protección de sobretensiones de 1000 V e In de descarga 15 kA. unidad instalada v conexionada.	40	467	18680
07.08		Ud	ARMARIO POLIÉSTER, CAJA GENERAL DE CONEXIÓN Armario de protección de string 600x500x200 mm, conteniendo en su interior 4 Ud. Interruptor magnetotérmico de 2 polos de In 63 A e Id de descarga de 10 kA, curva de disparo B y 1 Ud. Protecciones contra sobretensiones de 1000 V e In de descarga 15 kA.	20	258	5160
07.09	Partida	Ud	PICA DE COBRE Pica 200/14,3 cm de aluminio cobrizado para p.a.t. totalmente instaladas y unidas mediante soldadura Cadwell con el cable de tierra principal.	200,000	16,000	3.200,000
				1,000	139.777,360	139.777,360

08	Capítulo	SEGURIDAD Y SALUD	1,000	2.279,550	2.279,550
-----------	-----------------	--------------------------	--------------	------------------	------------------

08.01	Partida	Ud	PROTECCIONES INDIVIDUALES	1,000	957,810	957,810
			Cascos de seguridad homologados	10,000	11,120	111,200
			Caretas de seguridad para soldadores eléctricos	10,000	6,010	60,100
			Elementos de seguridad para soldador eléctrico	10,000	8,560	85,600



PRESUPUESTO

INSTALACIÓN SOLAR FV DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

			Gafas antipolvo e impacto	10,000	6,250	62,500
			Gafas soldadura autógena	1,000	7,390	7,390
			Cinturones de seguridad	2,000	29,960	59,920
			Monos de Trabajo	10,000	8,770	87,700
			Par de guantes para soldar	5,000	8,400	42,000
			Pares de guantes de cuero	10,000	4,150	41,500
			Pares de guantes dieléctricos para baja tension	5,000	21,000	105,000
			Par de guantes de protección eléctrica para AT	2,000	40,000	80,000
			Par de botas aislantes	10,000	21,490	214,900
08.02	Partida	Ud	PROTECCIONES COLECTIVAS	1,000	1,740	1,740
			Carteles indicadores de riesgo	1,000	1,740	1,740
08.03	Partida	Ud	MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS	1,000	120,000	120,000
			Botiquín de obra para primeros auxilios completamente equipado y reposición de material sanitario durante el transcurso de la obra.	1,000	120,000	120,000
08.04	Partida	Ud	INSTALACION DE HIGIENE Y BIENESTAR	1,000	1.200,000	1.200,000
			Mes de alquiler de caseta prefabricada para aseos, vestuario y oficina, de dimensiones 6,00x2,40x2,30 m	6,000	200,000	1.200,000
				1,000	2.279,550	2.279,550
09	Capítulo		INSTALACIÓN DE SEGURIDAD	1,000	15.000,000	15.000,000
09.01	Partida		INTRUSIÓN	1,000	15.000,000	15.000,000
			Partida Alzada de Sistema de seguridad antirrobo			
				1,000	15.000,000	15.000,000
10	Capítulo		SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES	1,000	15.000,000	15.000,000
10.01	Partida		SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES	1,000	15.000,000	15.000,000
			Partida Alzada de Sistema de control y comunicaciones			
				1,000	15.000,000	15.000,000
				1,000	1.634.678,605	1.634.678,605



RESUMEN DEL PRESUPUESTO			
Capítulo	Resumen	Importe	%
	MOVIMIENTO DE TIERRAS Y CIMENTACIÓN		
01		121.596,215	7,50
	VALLADO DE PARCELA		
02		15.391,800	0,95
	EQUIPOS (ESTRUCTURA FIJA, MODULOS, INVERSORES)		
03		1.149.944,000	70,90
	CANALIZACIONES		
04		13.345,000	0,82
	CENTRO DE TRANSFORMACIÓN		
05		93.370,930	5,76
	INSTALACIÓN EVACUACIÓN BAJA TENSIÓN (CORRIENTE ALTERNA)		
06		68.973,750	4,25
	INSTALACIÓN EVACUACIÓN BAJA TENSIÓN (CORRIENTE CONTINUA)		
07		139.777,360	8,62
	SEGURIDAD Y SALUD		
08		2.279,550	0,14
	INSTALACIÓN DE SEGURIDAD		
09		2.279,550	0,14
10	SISTEMA DE CONTROL Y COMUNICACIONES	15.000,000	0,92

Presupuesto de Ejecución Material **1.621.958,155**

13% Gastos generales 210.854,560

6% Beneficio industrial 97.317,489

Presupuesto base sin IVA **1.930.130,204**

21% IVA 405.327,343

Total presupuesto general **2.335.457,547**

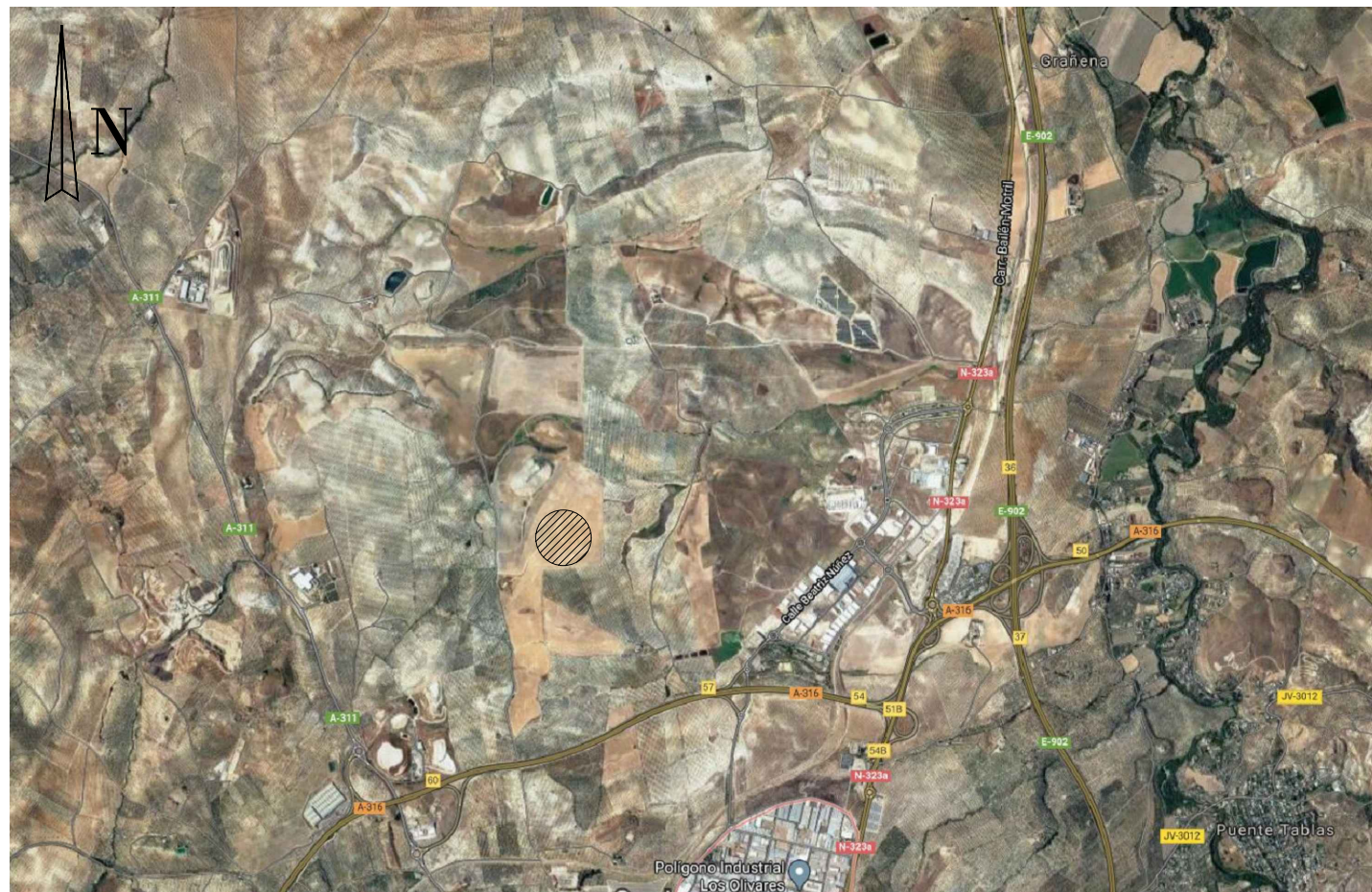


PLANOS



1. SITUACIÓN.
2. EMPLAZAMIENTO.
3. PLANTA GENERAL.
4. CONEXIONADO DE MÓDULOS.
5. ZANJAS.
6. CANALIZACIÓN.
7. ESQUEMA UNIFILAR B.T.
8. DIMENSIONES C.T.
9. ESQUEMA UNIFILAR C.T.
10. PUESTA A TIERRA C.T.

ESCALA: 1/50.000



 UNIVERSIDAD DE JAÉN	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
	Plano N° 01	Fecha- Septiembre de 2020
Macarena Ortega Pérez Máster en energías Renovables	ESCALA: INDICADA	
	PLANO DE: SITUACIÓN	Tutor: Pedro Gomez Vidal



 UNIVERSIDAD DE JAÉN	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA		
	Plano N° 02	Fecha- Septiembre de 2020	
		ESCALA: 1/2.500	
Macarena Ortega Pérez Máster en energías Renovables	PLANO DE: EMPLAZAMIENTO		Tutor: Pedro Gomez Vidal



 UNIVERSIDAD DE JAÉN	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA		
	Plano N° 03	Fecha- Septiembre de 2020	
		ESCALA: 1/2500	
	Macarena Ortega Pérez Máster en energías Renovables	PLANO DE: PLANTA GENERAL	Tutor: Pedro Gomez Vidal

C.T.

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

Inversor
100kW

A2

LEYENDA ZANJAS

TIPO 1

A2

ARQUETA TIPO 2



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Macarena Ortega Pérez
Máster en energías Renovables

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 MW CONECTADA
A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Plano Nº

05

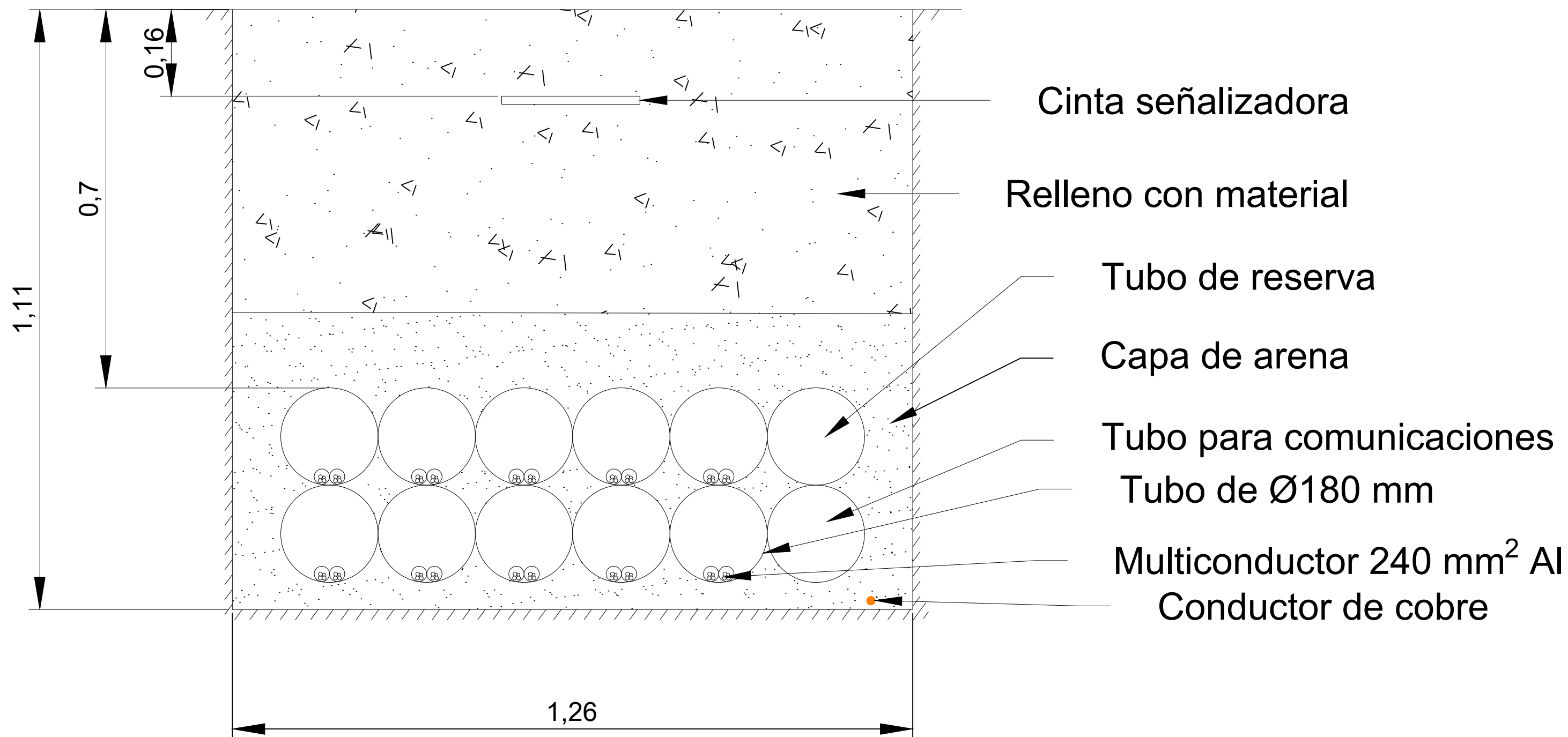
Fecha: Septiembre de 2020

ESCALA: 1/200

PLANO DE:

ZANJAS

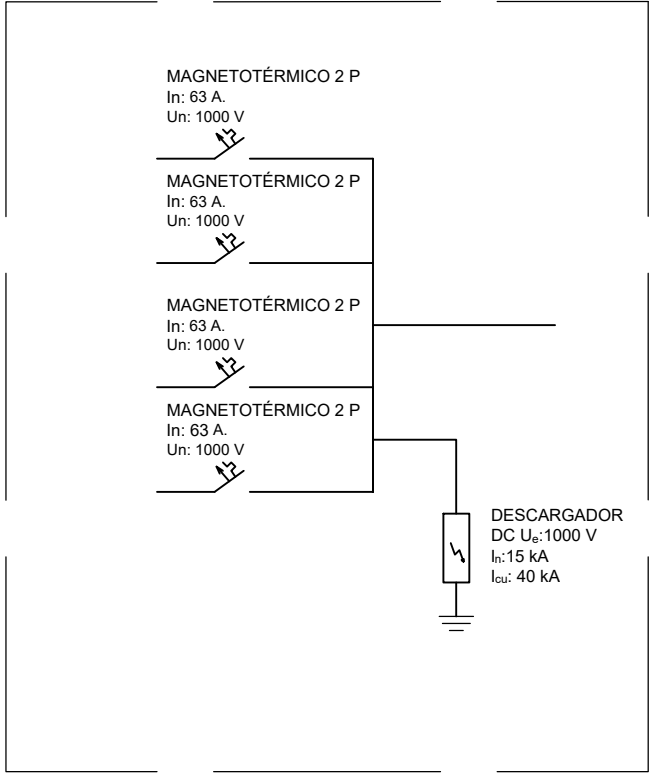
Tutor:
Pedro Gómez Vidal



NOTA:
Cotas en m

 UNIVERSIDAD DE JAÉN	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
	Plano N° 06	Fecha- Septiembre de 2020
Macarena Ortega Pérez Máster en energías Renovables	SIN ESCALA	
PLANO DE: CANALIZACIÓN	Tutor: Pedro Gomez Vidal	

DETALLE CAJA GENERAL DE CONEXIÓN



18 uds. 360 W
 $V_{mp} = 712,8 \text{ V}$



Caja de agrupamiento
5 cadenas

H1Z2Z2-K 6 mm² Cu 1,8 kV
H1Z2Z2-K 25 mm² Cu 1,8 kV

18 uds. 360 W
 $V_{mp} = 712,8 \text{ V}$



Caja de agrupamiento
4 cadenas

H1Z2Z2-K 6 mm² Cu 1,8 kV
H1Z2Z2-K 25 mm² Cu 1,8 kV

18 uds. 360 W
 $V_{mp} = 712,8 \text{ V}$



Caja de agrupamiento
5 cadenas

H1Z2Z2-K 6 mm² Cu 1,8 kV
H1Z2Z2-K 25 mm² Cu 1,8 kV

18 uds. 360 W
 $V_{mp} = 712,8 \text{ V}$



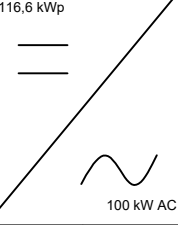
Caja de agrupamiento
4 cadenas

H1Z2Z2-K 6 mm² Cu 1,8 kV
H1Z2Z2-K 25 mm² Cu 1,8 kV

CAJA GENERAL DE CONEXIÓN

H1Z2Z2 70 mm² Cu 1,8 kV

INVERSOR



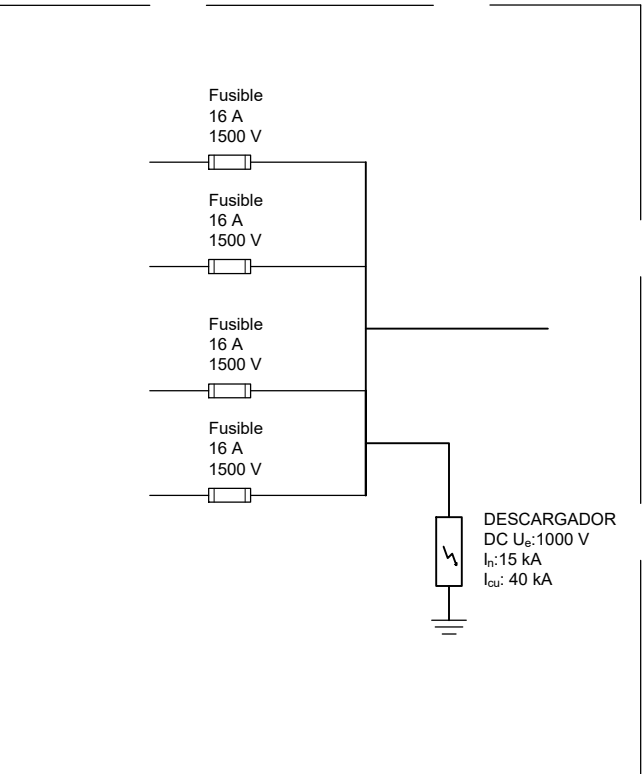
RVK 0,6/1kV 1x(3x240mm²+150mm²) AL

DESCARGADOR
AC U_e: 400 V
I_n: 20 kA
I_{cu}: 40 kA

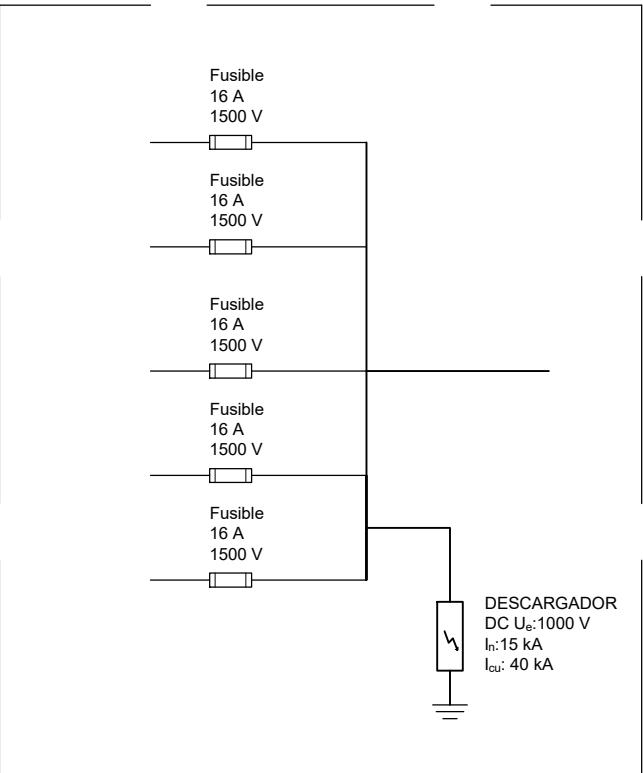
C.T.

X20

DETALLE CAJA DE AGRUPAMIENTO DE 4 CADENAS



DETALLE CAJA DE AGRUPAMIENTO DE 5 CADENAS



LEYENDA

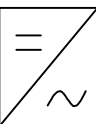
Magnetotérmico



Fusible



Inversor



Descargador



Módulo FV



Caja agrupamiento



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Macarena Ortega Pérez
Máster en energías Renovables

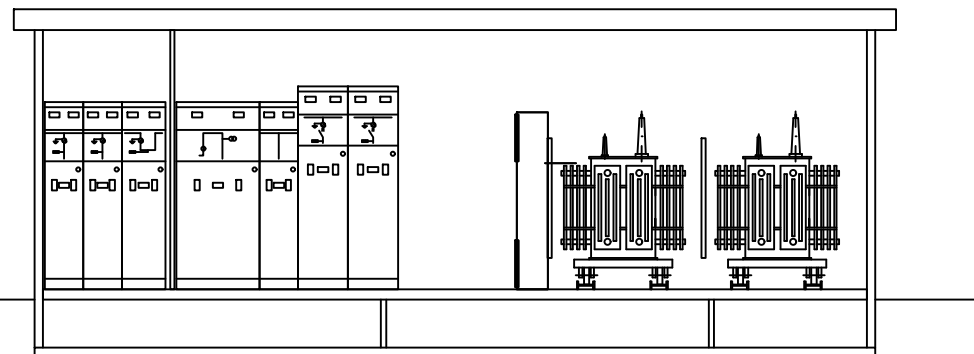
PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 MW CONECTADA
A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Plano N° 07

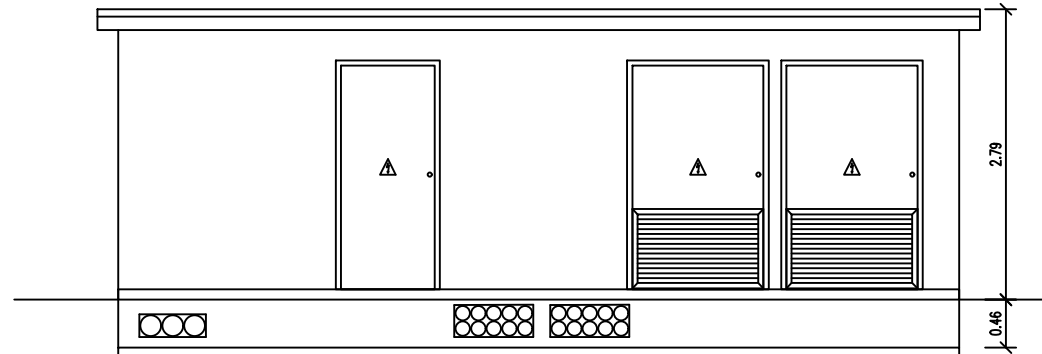
Fecha- Septiembre de 2020

SIN ESCALA

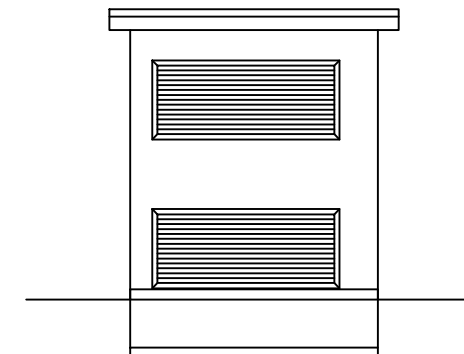
PLANO DE:
ESQUEMA UNIFILAR B.T.



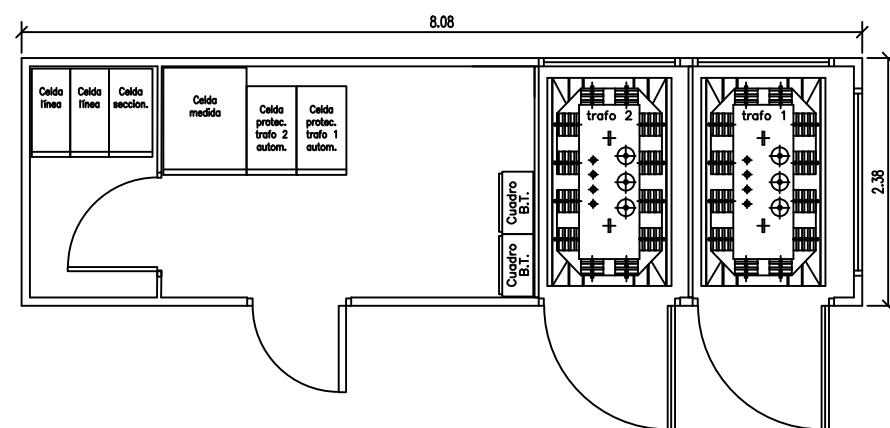
SECCIÓN TRANSVERSAL



ALZADO FRONTAL

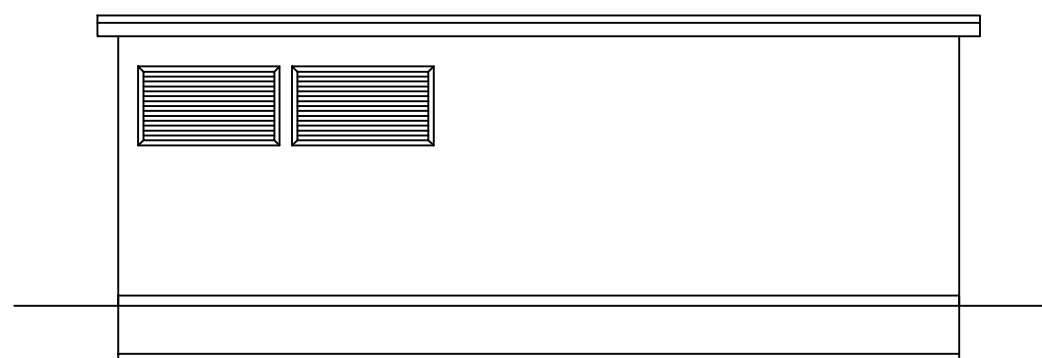


ALZADO LATERAL DERECHO

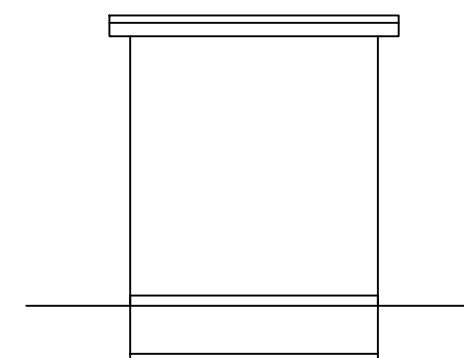


PLANTA

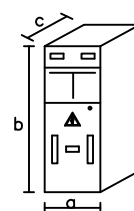
DIMENSIONES DE LA EXCAVACIÓN
8.88 m ancho x 3.18 m fondo x 0.56 m prof.



ALZADO POSTERIOR



ALZADO LATERAL IZQUIERDO



DIMENSIONES CELDAS

Tipo celda	a(m)	b(m)	c(m)
Línea	0.375	1.6	0.94
Línea	0.375	1.6	0.94
Seccionamiento	0.75	1.6	0.94
Prot. automático	0.75	1.6	1.22
Medida	0.75	1.6	1.038
Prot. automático	0.75	1.6	1.22
Prot. automático	0.75	1.6	1.22



UNIVERSIDAD DE JAÉN

Macarena Ortega Pérez
Máster en energías Renovables

PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 MW CONECTADA
A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Plano N° 08

Fecha- Septiembre de 2020

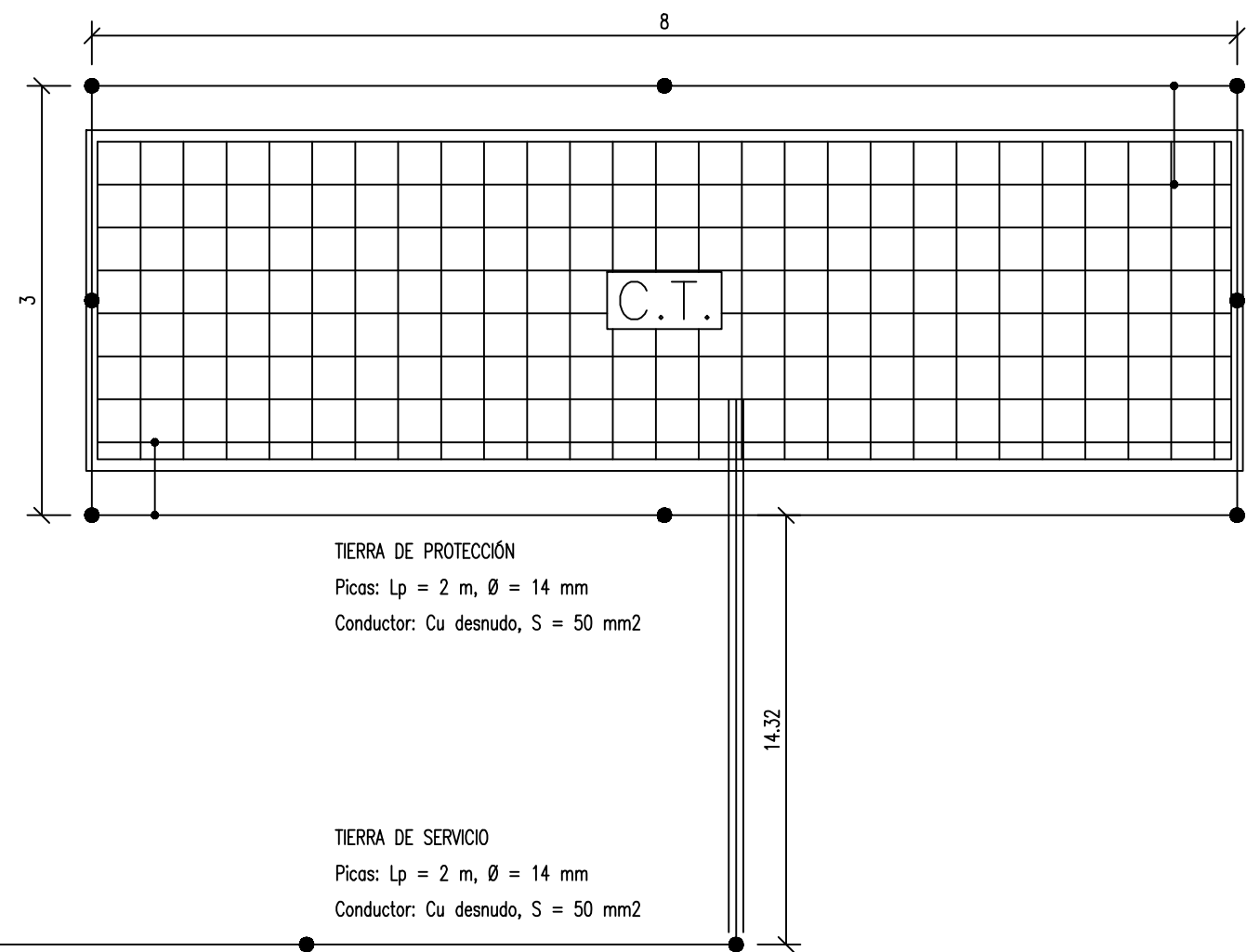
SIN ESCALA

PLANO DE:

DIMENSIONES C.T.

Tutor:
Pedro Gomez Vidal

PUESTAS A TIERRA



TIERRA DE PROTECCIÓN
Configuración: 80-30/5/82
Profundidad electrodo: 0.5 m
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Número de picas: 8
Longitud picas: 2

NOTA: En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo electrosoldado, con redondos de diámetro no inferior a 4 mm. formando una retícula no superior a 0,30x0,30 m. Este mallazo se conectará como mínimo en dos puntos opuestos de la puesta a tierra de protección del Centro. Dicho mallazo estará cubierto por una capa de hormigón de 10 cm. como mínimo. 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.

TIERRA DE PROTECCIÓN
Picas: Lp = 2 m, Ø = 14 mm
Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm²

TIERRA DE SERVICIO
Picas: Lp = 2 m, Ø = 14 mm
Conductor: Cu desnudo, S = 50 mm²

TIERRA DE SERVICIO
Configuración: 5/42.
Profundidad electrodo: 0.5 m
Separación picas: 3 m
4 picas en hilera unidas por conductor horizontal
Sección conductor: 50 mm²
Diámetro picas: 14 mm
Longitud picas: 2

NOTA: El conductor de conexión entre el neutro del transformador y el electrodo de la tierra de servicio será de cable aislado 0,6/1kV de 50 mm² en Cu, bajo tubo de PVC con grado al impacto 7 (mínimo)

 UNIVERSIDAD DE JAÉN	PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 2 MW CONECTADA A RED PARA PRODUCCIÓN Y VENTA DE ENERGÍA ELÉCTRICA	
	Plano N° 10	Fecha- Septiembre de 2020
Macarena Ortega Pérez Máster en energías Renovables	SIN ESCALA	
	PLANO DE: PUESTA A TIERRA C.T.	Tutor: Pedro Gomez Vidal