

7. Aplicación: diseño instalación fotovoltaica

Por complejidad, se optará por una instalación con la inclinación óptima. Según el retorno de la inversión podríamos optar por la instalación de módulos cristalinos, además en los últimos ratios por área de cubierta, vemos que la instalación de módulos cristalinos posee unos ratios mejores, de esta forma la elección de la instalación para la redacción del proyecto será la **Instalación fotovoltaica compuesta por módulos monocristalinos de silicio Solarword SW 245 con una potencia pico de 23,52 kWp con inclinación óptima.**

7.1 Memoria y cálculos

7.1.1 Objeto

El objeto del presente Proyecto es la descripción, dimensionado, justificación y legalización de las instalaciones eléctricas en Baja Tensión, tanto de corriente continua, como de corriente alterna de un sistema de generación de energía eléctrica mediante el empleo de energía solar fotovoltaica (generador fotovoltaico) de cara a su posterior conexión en baja tensión

La energía producida se entregará en baja tensión (230/400 V), de acuerdo con lo establecido en el R.D. 1699/2011 de 18 de noviembre, para su evacuación a la red a través de un centro de transformación propiedad del titular de la instalación o autoconsumirse en el propio edificio.

El generador fotovoltaico se concibe mediante un sistema fijo (sin seguimiento solar) y se ubica apoyado en la cubierta metálica de un edificio.

La potencia pico total a instalar en el campo de paneles será de 23,52 KWp y la potencia nominal en inversores total instalada será de 20 kW.

En consecuencia, la redacción del presente proyecto tiene como finalidad el establecimiento de todas aquellas condiciones técnicas de conexión y de seguridad de la instalación, para la correcta tramitación de los correspondientes expedientes de legalización de la instalación eléctrica ante la Delegación de la Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa de la Junta de Andalucía, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dichas instalaciones.

7.1.2 Descripción general de la instalación

La instalación objeto de este proyecto, convertirá la energía proveniente del sol en energía eléctrica alterna 230/400 V, que se inyectará a la red a través de un cuadro de baja tensión. Esta energía generada, medida por su correspondiente contador, se venderá a la empresa distribuidora tal y como marca el Real Decreto 661/2007. Otra posibilidad es autoconsumirla en la propia instalación, con lo que se conectara en el cuadro general de baja tensión.

La energía procedente de la radiación solar, se convertirá en energía eléctrica en su formato de corriente continua a través de una serie de paneles fotovoltaicos dispuestos en serie. Estas series se conectarán en paralelo a unos inversores, para que conviertan la corriente continua en corriente alterna para posteriormente inyectar la energía a la red de distribución en baja tensión.

El generador solar estará compuesto por 96 módulos fotovoltaicos de 245 Wp, dispuestos en 3 series de 16 paneles conectados a un inversor de 10 kW, más otras 3 series de 16 paneles conectados a otro inversor de 10 kW. Los 96 paneles darán una potencia pico total de 23.520 Wp, por el contrario la instalación de 2 inversores de 10 kW cada uno, supondrá una potencia nominal total de 20 kW.

Para poder conectarse a los inversores, se instalará una caja concentradora por inversor agrupando cada caja las tres series de 16 módulos en serie correspondiente a cada inversor. De esta caja saldrá un único ramal para conectarse al inversor.

La colocación física de los módulos, se indica a continuación, aunque se indicara con más detalle en su plano correspondiente.

En la cubierta de cocheras se colocarán los 96 módulos fotovoltaicos de forma vertical repartidos en 5 filas, las tres primeras filas dispondrán de 20 módulos en cada fila por el contrario las dos últimas filas dispondrán de 18 módulos. La inclinación de los módulos será de 25° respecto a la horizontal, para fijar los módulos a la cubierta se utilizarán perfiles longitudinales de aluminio, los cuales darán la inclinación requerida y se fijarán a la cubierta mediante soportes para chapa trapezoidal o espárragos pasantes a las correas. Para evitar las pérdidas por sombra entre las distintas filas se dejará como mínimo una distancia de separación entre filas de paneles de 2,62 m, medida sobre la cubierta inclinada.

El sistema propuesto consta de los siguientes elementos:

- Sistema generador fotovoltaico.
- 2 inversores de 10 kW trifásicos de conexión a red.
- Estructura soporte.
- Cableado, soportes, contadores y elementos de seguridad.

La instalación fotovoltaica proyectada incorporará todos los elementos necesarios para garantizar en todo momento la protección física de las personas, la calidad del suministro y no provocar averías en la red.

De este modo, cada instalación poseerá el elemento de protección en corriente alterna (interruptor automático con protección diferencial de interconexión con la red) que permitirá en cualquier momento separar y aislar la instalación fotovoltaica de la red de distribución.

Asimismo, se ejecutará la instalación de modo que se asegure un grado de aislamiento eléctrico de clase II en lo que afecta a equipos tales como módulos e inversores, así como al resto de materiales, tales como conductores, cajas, armarios de conexión, etc. En cualquier caso, el cableado de corriente continua será de doble aislamiento.

Se tendrán en cuenta en la instalación los siguientes puntos adicionales con objeto de optimizar la eficiencia energética y garantizar la absoluta seguridad del personal:

- Todos los equipos situados a la intemperie tendrán un grado de protección mínimo IP65 y los de interior IP20.
- Todos los conductores serán de cobre, y su sección será la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexión sean lo más bajas posibles en cualquier condición de operación.
- Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21.123.

7.1.3 Generador fotovoltaico

Se denomina sistema generador fotovoltaico al conjunto de módulos fotovoltaicos que son los encargados de transformar sin ningún paso intermedio la radiación solar en energía eléctrica en corriente continua.

El generador fotovoltaico estará constituido por un total de 96 módulos fotovoltaicos de 245 Wp cada uno, estando previsto inicialmente la instalación de los módulos de la marca SOLARWORLD o similar, totalizándose una potencia total pico para el generador de 23.520 Wp

Los inversores seleccionados, tal y como se indica en los cálculos justificativos, permiten la conexión de un mayor número de series. La potencia total eléctrica nominal es de 20 kW en inversores. Para ello, se han tenido en cuenta las características geométricas de las cubiertas y la estructura existente, así como especificaciones técnicas de los módulos seleccionados, y en particular, las características eléctricas de su acoplamiento con los inversores, dando lugar a la configuración óptima de la instalación antes referida.

7.1.3.1 Módulo fotovoltaico

La tecnología de los módulos fotovoltaicos debe garantizar el suministro de energía óptimo independientemente de las condiciones medioambientales. Por ello los módulos fotovoltaicos deben aprovechar al máximo hasta la más débil irradiación solar. Obviamente, durante los periodos de ausencia de radiación solar (días muy nublados, horas nocturnas), los módulos no son capaces de generar energía eléctrica.

Para este proyecto, se ha considerado el módulo monocristalino, modelo Sunmodule+ SW 245 Mono de la marca SOLARWORLD, o similar, de las siguientes características generales:

Características generales	
Tipo de Célula	Monocristalina
Nº de Células	60
Potencia Nominal	245 Wp
Dimensiones	1.675x1.001x31 mm

Tabla 7.1: Características generales.

La ficha técnica del modulo Sunmodule+ SW 245 Mono de la marca SOLARWORLD, se incluirá en el ANEXO I *Fichas Técnicas de Equipos*

7.1.4 Inversores

Los inversores son los encargados de convertir la corriente continua procedente del generador fotovoltaico en corriente alterna.

El funcionamiento de los inversores será automático. A partir de que los módulos solares generan suficiente potencia, la electrónica de potencia implementada en los equipos inversores se encargará de supervisar la tensión, frecuencia de red, así como la producción de energía. A partir de que ésta sea suficiente, el equipo comenzará la inyección a red.

La forma de funcionamiento de los inversores es de tal modo que toman la máxima potencia posible de los módulos solares mediante el seguimiento del punto de máxima potencia. Cuando la radiación solar que incide sobre los paneles no es suficiente para suministrar corriente a la red, el inversor para su funcionamiento. Puesto que la energía que consume la electrónica del inversor procede de los paneles, durante las horas nocturnas el inversor sólo consumirá una pequeña porción de energía de la red de distribución, minimizándose de este modo las pérdidas.

Por cada tres series de 16 módulos respectivamente, se instalará un inversor de 10 kW modelo Ingecon Sun 10 IP54 con transformador de AC de aislamiento galvánico, de la marca INGETEAM, o similar, la ficha técnica del inversor, se incluirá en el ANEXO I *Fichas Técnicas de Equipos*

Los inversores se alojaran en el interior de la zona de cocheras oeste, pegados al cerramiento exterior.

Para albergar los inversores habrá de constituirse un cerramiento, por ejemplo mediante el empleo de paneles modulares tipo sándwich, que proporcionen protección mecánica a los inversores y cuadros eléctricos, delimitando el acceso a los mismos únicamente a personal especializado.

7.1.5 Distribución de los módulos

Se han previsto módulos fotovoltaicos de las siguientes características, bajo condiciones estándar de prueba*:

Característica Módulo fotovoltaico	
Marca	SOLARWORLD o similar
Modelo	Sunmodule+ SW 245 Mono
Potencia	245 Wp
Tensión de Vacío	37,7 V
Tensión a max. potencia	30,8 V
Corriente de cortocircuito	8,25 A
Corriente a potencia max.	7,96 A
Dimensiones	1.675x1.001x31 mm

* (Irradiancia: 1000 W/m² - Distribución espectral: AM 1,5 G - Incidencia normal - Temperatura de la célula: 25 °C)

Para lograr el máximo aprovechamiento del rendimiento del inversor, se ha seleccionado, mediante el software de cálculo Ingecom Sum Planner (versión 1.3), dando como resultado la siguiente configuración.

Tras el análisis, se instalarán dos inversores Ingecon Sun 10 IP54 o similar de 10 kW de potencia, cada inversor llevará asociado tres series de 16 módulos cada una, con lo cual cada inversor tendrá asociado 48 módulos. De esta forma el generador fotovoltaico estará compuesto por 96 módulos.

Las especificaciones técnicas de cada inversor son las siguientes:

Inversor Ingecon Sun 10 IP54			
Rango de tensión MPP	405-750 V	Coseno de Phi	1
Tensión máxima DC	900 V	Temperatura de trabajo	-10 a 65 °C
Corriente máxima DC	29 A	Eficiencia Máxima	94,1
Potencia Nominal AC	10 kW	Grado de Protección	IP 54
Nominal modo HP	11 kW	Ancho	540 mm
Tensión Nominal AC	400 V	Fondo	540 mm
Frecuencia	50 / 60 Hz	Alto	1.000 mm
Distorsión Armónica	< 3 %	Peso	192 kg

Ingecon Sun Planner v1.3

Ingeteam

Fecha: 2011-09-26

Ingeteam Energy S.A
 Avda Ciudad de la Innovación nº13
 31621 Sarriguren Navarra
 Tfno: 948 288000
 Fax: 948 288001
solar.energy@ingeteam.com
www.ingeteam.com

CLIENTE		PROYECTO	
Empresa / Cliente	IDP, Inversiones, Desarrollos y Prosectos, S.L.	Título de proyecto	Proyecto de Instalación de Genera
Persona de contacto		Dirección	
Dirección		Código Postal	
Código Postal		Localidad	Sevilla
Localidad	Sevilla	País/Región	España
País/Región	España	Tamaño planta FV	23,52 kWp
E-mail		EL SISTEMA ESTA DIMENSIONADO CORRECTAMENTE	
Teléfono			
Fax			

Total 2 inversores Potencia AC 20 kW HP 22 kW Tamaño planta FV 23,52 kWp Módulos 96

SISTEMA

Nº Paneles en serie	16	Nº Strings	3	Módulos	48		
Voc a -10 °C	672,9 V	VMPP *	492,8 V	VMPP a 70 °C	419,6 V	Factor dimensionado *	1,18
Isc *	24,75 A	Potencia (kWp)	11,76	Potencia AC	10 kW	Nominal modo HP	11 kW

Observaciones

Tensión de trabajo	Tensiones trabajo correctas para inversor
Vmax, Sistema	Tensión max. sistema correcta
I _{max} , Sistema	Corriente DC adecuada Corriente Isc del campo fotovoltaico a 25°C de célula y 1000 W/m2 dentro del rango permitido.
Factor dimensionado	Potencia adecuada del campo FV

INVERSOR		MÓDULO SOLAR	
Modelo	Ingecon Sun 10 IP54	Fabricante	Solarworld AG
Rango de tensión MPP	405 - 750 V	Modelo	Sunmodule Plus SW 245
Tensión máxima DC	900 V	Tipo	mono
Corriente máxima DC	29 A	Potencia nominal	245 W
Potencia Nominal AC	10 kW	Tensión VMPP	30,8 V
Nominal modo HP	11 kW	Corriente IMPP	7,96 A
Tensión Nominal AC	400 V	Coefficiente de temp. Pot.	0,45 %/°C
Frecuencia	50 / 60 Hz	Coefficiente de temp. Voc	0,33 %/°C
Distorsión Armonica	< 3 %	Coefficiente de temp. Isc	0,04 %/°C
Coseno de Phi	1	Tensión max. sistema	1000 V
Temperatura de trabajo	-10 a 65 °C	Voc	37,7 V
Eficiencia Máxima	94,1	Isc	8,25 A
Grado de Protección	IP54	Ancho	1001 mm
Ancho	540 mm	Fondo	31 mm
Fondo	540 mm	Alto	1675 mm
Alto	1000 mm	Peso	21,2 kg
Peso	192 kg		

Si su campo solar no es flotante por conexión a tierra del polo positivo o del polo negativo del campo fotovoltaico, contacte con Ingeteam Energy S.A. para validar su configuración



Aviso Legal. Ingeteam Energy S.A. no se responsabiliza por los daños directos e indirectos que pueda ocasionar el uso de este programa
 * Datos obtenidos en STC 1000 W/m2 25 °C (célula) Espectro AM 1.5 según el fabricante de módulos

7.1.6 Estructuras de soporte

Para la sujeción de los módulos y conseguir la inclinación requerida, se emplearan perfiles de aluminio longitudinales.

La inclinación requerida de 25° se conseguirá con elementos de montaje inclinados.



Figura 7.1: Elementos de montaje inclinados.



Figura 7.2: Detalle unión contrapeso y vigas horizontales.

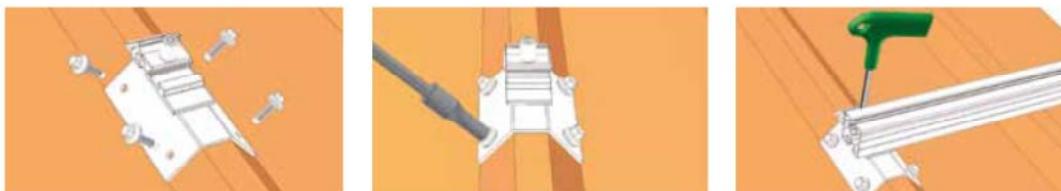


Figura 7.3: Detalle de fijación a cubierta de chapa trapezoidal.

Para sujeción de los módulos a estos perfiles se utilizarán vigas continuas transversales y se emplearán grapas o bridas de cogida que faciliten el montaje.

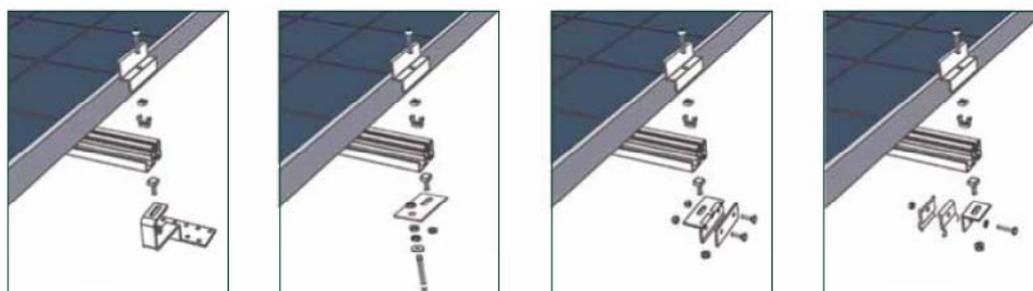


Figura 7.4: Detalle sujeción de módulos.

7.1.7 Instalación eléctrica

Se instalará un sistema eléctrico que tendrá como funciones evacuar con garantías la energía producida en la instalación para su inyección en la red.

El sistema eléctrico constará de los siguientes elementos principales:

- Circuito para evacuación de energía en Baja Tensión
- Medida de energía y protecciones
- Sistema de puesta a tierra

7.1.7.1 Líneas en corriente continua (DC)

Los módulos fotovoltaicos transforman la irradiación solar captada en corriente eléctrica continua, la cual es convertida en corriente alterna por los inversores e inyectada en la red. El tipo de conductor que se utilizará será RZ1-K 0.6/1 kV, clase II, con una sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamiento. Este conductor verifica las condiciones de necesarias para ser instalado en un local de pública concurrencia y a la intemperie (local mojado según ITC-BT-30)

Los módulos cuentan con una caja de conexiones con dos terminales, positiva y negativa. Para conectar los módulos en serie y alcanzar la tensión de trabajo del inversor se realiza un puente entre el terminal positivo de uno y el negativo del siguiente, sucesivamente. Para esto se utilizan los latiguillos de los que viene provisto cada módulo y que parten de la caja de conexiones.

Los cables de cierre de las series de paneles correspondientes a los circuitos de continua discurrirán sujetos a la estructura soporte. Una vez llegados al extremo se emplearán canaletas que permitan el paso de cables de unas filas a otras. Se utilizarán conductores con secciones adecuadas para evitar tanto calentamientos que dañen el aislamiento como caídas de tensión por encima de los límites fijados por el reglamento y recomendaciones existentes a tal efecto.

Los módulos se agrupan en ramas de 16 módulos en serie para conseguir la tensión de trabajo del inversor. Cada rama se cableará en Cu, 6 mm², nivel de aislamiento 0,6/1kV, hasta una caja de conexión concentradora de tres series. Este conductor de 6 mm² será el constituido por los latiguillos de conexión de los paneles, o

por conductores independientes para la conexión de la caja concentradora de series con el primer y último panel de cada serie.

Las cajas concentradoras tienen como función el agrupamiento de varias series en una sola para evitar que al centro de inversores lleguen demasiados terminales. Contará además con una serie de bornas seccionables que permitirán aislar cada serie en caso de avería o labores de mantenimiento. En las cajas de concentradoras se contará también con descargadores de sobretensiones provocadas por causas atmosféricas u otras.

El cableado entre los paneles de cada serie, e incluso el de cierre de la serie y hasta la caja de agrupamiento correspondiente se realizará de un panel al siguiente sujeto mediante bridas a la estructura o a las perforaciones del marco de los paneles, evitándose que queden sueltos o que cuelguen y se enganchen, llegando finalmente hasta la caja concentradora que dispondrá a la entrada de cada serie de un puente seccionable con base fusible para así facilitar las labores de detección de fallos, así como las de mantenimiento y reparación o sustitución de módulos.

Desde cada caja de agrupamiento de series partirá un cable bipolar cuya sección será función de la distancia hasta el centro de inversores.

En el apartado de *Cálculos de secciones y caídas de tensión en las líneas eléctricas y cálculos de elementos de protección*, se justifican cada una de las secciones necesarias para cada tramo, que para el caso de corriente continua, se tendrá:

Tramo 1: De los módulos fotovoltaicos a la Caja concentradoras de Series.

Tramo 2: De la Caja concentradoras de Series al centro de inversores

La conexión de los conductores de los módulos y en general de los cableados en DC se debe realizar con extremo cuidado, ya que una mala conexión puede dar lugar a arcos eléctricos indeseables. Se emplearán entonces los denominados terminales multicontacto, que poseen como su propio nombre indica, conexiones a prueba de contactos.

Los conductores de la instalación deben de ser fácilmente identificables, mediante los colores que presenten los aislamientos, siendo Rojo para el positivo y Negro para el negativo.

7.1.7.2 Líneas en corriente alterna (AC)

Los conductores de los cables utilizados en el tramo de corriente alterna que va desde los Inversores hasta el Cuadro de medida, serán de cobre y de sección adecuada para limitar la caída total de tensión de la instalación a los valores deseados. Estarán aislados con mezclas adecuadas de compuestos poliméricos y debidamente protegidos contra la corrosión que pueda provocar el terreno donde se instalen, debiendo tener además la resistencia mecánica suficiente para soportar los esfuerzos a los que puedan estar sometidos.

Se calculará la sección mínima necesaria para el cableado de la parte de alterna, teniendo en cuenta dos criterios:

- Máxima caída de tensión admisible.
- Máxima corriente admisible.

En el apartado de *Cálculos de secciones y caídas de tensión en las líneas eléctricas y cálculos de elementos de protección*, se justifican cada una de las secciones necesarias para cada tramo, que para el caso de corriente alterna, se tendrá:

Tramo 3: De los inversores al contador incluso se pasando por el cuadro de protección de la instalación fotovoltaica.

Los conductores empleados serán de cobre, con aislamiento tipo RZ-1 0.6/1 kV, clase II, con las secciones adecuadas para evitar caídas de tensión excesivas y calentamientos inapropiados de los conductores. Se tendrá en cuenta que para instalaciones generadoras de baja tensión:

“...la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal.” (ITC-BT 40 pto. 5).

7.1.7.3 Características de los conductores

Características generales

- Norma constructiva:UNE 21123-4.
- Temperatura de servicio (instalación fija): .. -40 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal de servicio: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3500 V.

Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 50265-2-1 ; IEC 60332-1 ; NFC 32070-C2.
- No propagación del incendio: UNE EN 50266-2-4; IEC 60332-3; NFC 32070-C1.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1 ; IEC 60754-1 ; BS 6425-1.
- Reducida emisión de gases tóxicos: NES 713 ; NFC 20454 ; $I_t \leq 1,5$.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 50268 ; IEC 61034 - 1,2.
- Muy baja emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-3 ; IEC 60754-2 ; NFC 20453 ; BS 6425-2 ; $pH \leq 4,3$; $C \leq 10 \mu S/mm$.

Descripción

CONDUCTOR

- Metal: Cobre electrolítico recocido.
- Flexibilidad: Flexible, clase 5, según UNE 21022.
- Temperatura máxima en el conductor: 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

AISLAMIENTO

- Material: Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3.
- Colores: Amarillo/verde, azul, gris, marrón y negro; según UNE 21089-1

CUBIERTA

- Material: Mezcla especial cero halógenos, tipo AFUMEX Z1.
- Color: Verde, con franja de color identificativa de la sección y que permite escribir sobre la misma para identificar circuitos (ver colores en página siguiente).

7.1.7.4 Cálculos de secciones y caídas de tensión en las líneas eléctricas y cálculos de elementos de protección

Para el cálculo eléctrico de secciones y caídas de tensión de los conductores usaremos el método de pérdida de potencia, para lo que aplicaremos las siguientes premisas de partida:

- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red del IDAE (PCT-C Rev.-octubre 2002). En su punto 5.5.2. indica que “Los conductores serán

de cobre y tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de C.C. deberán tener la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior del 1,5% y los de la parte de CA para que la caída de tensión sea inferior del 2%, teniendo en ambos casos como referencia las tensiones correspondientes a cajas de conexiones”.

- ITC-BT-40 (RD 842/2002 de 2 de Agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión). En su punto 5 indica “Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador y la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o instalación interior, no superará el 1,5%, para la intensidad nominal.”

En consecuencia, adoptaremos:

- La máxima caída de tensión admisible de nuestra instalación fotovoltaica será del 1,5% en la parte de alterna y 1,5% en la parte de continua.
- Los conductores serán de Cobre de tipo RZ1-K 0,6/1kV de las secciones adecuadas para cumplir las condiciones anteriores.

Se realizará el cálculo de secciones para las condiciones nominales de máxima potencia mediante el método de pérdidas de potencia, y siempre para el peor de los casos que se nos presente en cada tramo objeto de estudio, definiéndose previamente las caídas de tensión máximas para cada uno de los tramos.

Se calcularán las secciones correspondientes a cada uno de los siguientes tramos:

- Tramo 1: De los módulos fotovoltaicos a la Caja concentradoras de Series.
- Tramo 2: De la Caja concentradoras de Series al inversor
- Tramo 3: Del inversor al contador incluso se pasando por el cuadro de protección de la instalación fotovoltaica.

Los tramos 1, y 2 corresponden a la parte de corriente continua y el tramo 3 a la parte de corriente alterna.

Para el desarrollo matemático del cálculo se emplearán las siguientes expresiones y fórmulas:

Cálculo de potencia (o intensidad)

$$P = \sqrt{3} \cdot V \cdot I \cdot \cos\phi \quad \text{Alterna trifásica}$$

$$P = V \cdot I \cdot \cos\phi \quad \text{Alterna monofásica o continua (cos } \phi = 1)$$

Cálculo de sección (conocida la intensidad o la potencia)

$$s = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{\gamma \cdot e} \quad \text{ó} \quad s = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot V} \quad \text{Alterna trifásica}$$

$$s = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{\gamma \cdot e} \quad \text{ó} \quad s = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot e \cdot V} \quad \text{Alterna monofásica o continua (cos } \phi = 1)$$

Cálculo de la caída de tensión (conocida la intensidad o la potencia)

$$e = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{\gamma \cdot S} \quad \text{ó} \quad e = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot V} \quad \text{Alterna trifásica}$$

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\phi}{\gamma \cdot S} \quad \text{ó} \quad e = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot S \cdot V} \quad \text{Alterna monofásica o continua (cos } \phi = 1)$$

Donde:

- I: Intensidad en Amperios (A).
- P: Potencia en Watios (W).
- V: Tensión en Voltios (V). Tensión de línea en CA trif. y de fase en CA monofásica.
- cos ϕ : Factor de potencia.
- L: Longitud en metros (m).
- S: Sección en mm².
- γ : Conductividad del conductor (para el Cu, $\gamma = 56 \Omega \cdot m$ y para el Al, $\gamma = 35 \Omega \cdot m$).
- e: Caída de tensión en voltios (V)

La relación entre la caída de tensión absoluta y la porcentual viene dada por la siguiente relación:

$$e(\%) = \frac{e \cdot 100}{V}$$

Cálculo de sobrecargas

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_2 \leq 1,45 I_z$$

Donde:

- I_b : intensidad utilizada en el circuito.
- I_z : intensidad admisible de la canalización según la norma UNE 20-460/5-523.
- I_n : intensidad nominal del dispositivo de protección. Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación escogida.
- I_2 : intensidad que asegura efectivamente el funcionamiento del dispositivo de protección.

En la práctica I_2 se toma igual:

- a la intensidad de funcionamiento en el tiempo convencional, para los interruptores automáticos ($1,45 I_n$ como máximo).
- a la intensidad de fusión en el tiempo convencional, para los fusibles ($1,6 I_n$).

Cálculo de cortocircuitos

Para centros de transformación la I_{cc} se puede encontrar tabulada o calcularse mediante la siguiente expresión:

$$I_{cc} = \frac{S_n}{\sqrt{3} * u_{cc} * V}$$

Donde:

- I_{cc} : intensidad de cortocircuito
- S_n : potencia aparente del transformador
- U_{cc} :
- V es la tensión nominal del secundario del transformador

Para las líneas la intensidad de cortocircuito se calcula mediante las siguientes formulas:

**intensidad de cortocircuito en inicio de la línea*

$$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Donde:

- Icc: intensidad de cortocircuito
- V es la tensión nominal de la línea
- Zt: impedancia aguas arriba del punto de cortocircuito la línea, considerando 20 °C

**intensidad de cortocircuito en final de la línea*

$$I_{cc} = \frac{V}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Donde:

- Icc: intensidad de cortocircuito
- V es la tensión nominal de la línea
- Zt: impedancia considerando la propia línea, considerando una temperatura de 80 °C

** La impedancia total hasta el punto de cortocircuito será:*

$$Z_t = (R_t^2 + X_t^2)^{1/2}$$

Donde

- Rt: R1 + R2 ++ Rn (suma de las resistencias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
- Xt: X1 + X2 + + Xn (suma de las reactancias de las líneas aguas arriba hasta el punto de c.c.)
- R = L · 1000 · CR / K · S · n (mohm)
- X = Xu · L / n (mohm)
- R: Resistencia de la línea en mohm.
- X: Reactancia de la línea en mohm.
- L: Longitud de la línea en m.
- CR: Coeficiente de resistividad, extraído de condiciones generales de c.c.
- K: Conductividad del metal.
- S: Sección de la línea en mm².
- Xu: Reactancia de la línea, en mohm por metro.
- n: nº de conductores por fase.

**Tiempo máximo en seg que un conductor soporta un cortocircuito*

$$t = \left(\frac{K * S}{I_{cc}} \right)^2$$

Donde

- t: Tiempo máximo en sg que un conductor soporta una Icc.
- K= Constante que depende de la naturaleza del conductor y de su aislamiento.
- S: Sección de la línea en mm².
- Icc: Intensidad cortocircuito en A.

En la tabla de cálculos eléctricos que se adjunta, pueden observarse los cálculos eléctricos obtenidos para la instalación. En ella puede apreciarse que la máxima caída de tensión admisible con respecto a la del cuadro general de baja tensión es inferior al 1,5% establecido.

Por otro lado, pueden observarse las secciones que finalmente se adoptarán para cada tramo, donde se cumple lo indicado en ITC-BT-40 para el dimensionamiento de los cables. Éste se diseña para una intensidad no inferior al 125% de la máxima intensidad del generador.

Por otro lado, pueden observarse las secciones que finalmente se adoptarán para cada tramo:

Tramo 1: De los módulos fotovoltaicos a la Caja concentradoras de Series.

Sección adoptada: 0,6/1 KV, 2x1x6 mm² Cu.

Tramo 2: De la Caja concentradoras de Series al inversor

Sección adoptada: 0,6/1 KV, 2x1x10 mm² Cu.

Tramo 3: Del inversor al contador incluso se pasando por el cuadro de protección de la instalación fotovoltaica.

Sección adoptada: 0,6/1 KV, 4x1x16 mm² Cu.

INSTALACIÓN DE GENERACIÓN ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA DE 23.520 Wp

Proyecto de Instalación de Generación Eléctrica Fotovoltaica de 20 kW

CÁLCULO DE LÍNEAS ELÉCTRICAS

Línea	Tipo corriente	Potencia (W)	Tensión (V)	Conductor	Conductividad	Longitud (m)	Intensidad (A)	Sección adoptada (mm ²)	Caída de Tensión (V)	Caída de Tensión (%)	Tensión (V)	Intensidad admisible (A)	Sección correcta adm	Resistencia tramo (W)	Pérdidas (W)	Pérdidas (%)
SERIE 1	CC	3.920	493	COBRE	56	25,00	7,96	6	1,184	0,24	492	57,00	SI	0,0708	4,49	0,11
SERIE 2	CC	3.920	493	COBRE	56	24,50	7,96	6	1,160	0,24	492	57,00	SI	0,0694	4,40	0,11
SERIE 3	CC	3.920	493	COBRE	56	16,00	7,96	6	0,758	0,15	492	57,00	SI	0,0453	2,87	0,07
SERIE 4	CC	3.920	493	COBRE	56	25,00	7,96	6	1,184	0,24	492	57,00	SI	0,0708	4,49	0,11
SERIE 5	CC	3.920	493	COBRE	56	24,50	7,96	6	1,160	0,24	492	57,00	SI	0,0694	4,40	0,11
SERIE 6	CC	3.920	493	COBRE	56	16,00	7,96	6	0,758	0,15	492	57,00	SI	0,0453	2,87	0,07
CAJA CONCENTRADORA - INVERSOR 1	CC	11.760	493	COBRE	56	18,00	23,88	10	1,534	0,31	491	76,00	SI	0,0306	17,45	0,15
CAJA CONCENTRADORA - INVERSOR 2	CC	11.760	493	COBRE	56	7,00	23,88	10	0,597	0,12	492	76,00	SI	0,0119	6,79	0,06
INVERSORES-CGBT	AC	23.520	400	COBRE	56	45,00	35,73	16	2,953	0,74	397	105,00	SI	0,0478	61,06	0,26

Para la elección de los elementos de protección se ha calculado los valores de cortocircuito máximo y mínimo en el cuadro de salida y en la caja de agrupación de inversores, así como la intensidad de cortocircuito en la salida del transformador.

	Línea (m)	S (mm ²)	R _{T20} (mΩ)	X _{T20} (mΩ)	Z _{T20} (mΩ)	I _{cc max} (kA)	R _{T80} (mΩ)	X _{T80} (mΩ)	Z _{T80} (mΩ)	I _{cc min} (kA)
TRAFO	-	-	-	-	-	11,367	-	-	-	-
ENBARRADO CONEXIÓN	5	240	6,620	19,784	20,862	11,070	7,200	20,235	21,478	10,752
CAJA AGRUPACIÓN INVERSORES	45	25	56,843	24,554	61,919	3,730	135,771	29,775	138,998	1,661

7.1.7.5 Canalizaciones y conducciones

Para conseguir que el cable quede correctamente instalado sin haber recibido daño alguno y que ofrezca seguridad, estos se instalarán en bandeja y entubados de forma que los tramos de los tubos serán en la medida de lo posible rectilíneos e irán conducidos por los conductos vacíos reservados en la construcción.

Las características de cada uno de los métodos de instalación son los establecidos en la ITC-BT-07 para cables subterráneos entubados, la ITC-BT-20 para cables en bandeja y la ITC-BT-21 para cables entubados y en bandeja.

7.1.8 Protecciones y cuadros de conexiones

La instalación contará con las protecciones y cuadros de conexiones necesarios y adecuados para garantizar la seguridad de las personas, así como evitar daños en los equipos en caso de fallos del sistema, todo de acuerdo con el RD 1663/2000 sobre la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, así como con las Normas Particulares y Condiciones Técnicas de Seguridad elaboradas por Sevillana Endesa en su Cap. VIII, Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a las redes de Baja Tensión.

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

Por otro lado, el REBT describe en su ITC-BT-24 las medidas destinadas a la protección de las personas y animales domésticos contra contactos directos e indirectos, no especificándose en ningún momento su aplicación o no a instalaciones generadoras fotovoltaicas.

Dentro del circuito de evacuación de energía debe distinguirse entre la parte de corriente continua y la de corriente alterna, describiéndose y justificándose a continuación los medios de protección frente a contactos directos e indirectos previstos para cada circuito, de alterna y continua.

7.1.8.1 Protecciones para el circuito de corriente continua

Protección frente a contactos directos.

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

Aislamiento de las partes activas.

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

En lo que respecta a los módulos generadores fotovoltaicos, esta consideración de Clase II la deben cumplir obligatoriamente, estando, igualmente obligados a cumplir las directivas europeas 89/33/EEC, 73/23/ECC, la certificación TÜV Rheinland as Class II para su uso en sistemas de hasta 700V DC, y la IEC 61215 en todos sus puntos.

Las cajas de conexiones de los paneles fotovoltaicos deberán poseer, además del certificado SK2, un grado de estanqueidad IP65, que provee al sistema de un inmejorable aislamiento frente a la humedad e inclemencias meteorológicas.

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

Los positivos y negativos de cada grupo de módulos se conducirán protegidos de acuerdo con la normativa vigente, siendo en todo momento el adecuado para la instalación intemperie, según la norma UNE 21123.

Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en las instrucciones ITC-BT-07, ITC-BT-19, ITC-BT-20 e ITC-BT-21 del REBT. Cada extremo del cable será convenientemente identificado.

Asimismo, en las cajas concentradoras se dispondrán de aquellos puentes seccionables tan útiles para aislar partes de la instalación en caso de fallo o defecto accidental (garantizándose así, por tanto, una pérdida parcial en la generación, y no total, tanto en cuanto se subsana el defecto) y que serán de material apropiado que garantice un doble aislamiento.

Los inversores cuentan con un relé de salida de actuación en caso de fallo en el aislamiento. Con esta condición se garantiza que la corriente de defecto va a ser inferior a 30 mA, que marca el umbral de riesgo eléctrico para las personas. El inversor detendrá su funcionamiento y se activará una alarma visual en el equipo.

Protección mediante barreras, envolventes y obstáculos.

Las cajas de conexión de paneles, así como las cajas concentradoras parciales de series dispondrán de un grado de protección IP65. Por otra parte, se encuentran en altura.

El cableado, en su red principal o troncal, irá tendido, bien por bandeja metálica, bien por el interior de tubo corrugado reforzado, el cual tendrá, en sus racores de unión a cajas o envolventes, un grado de protección adecuado.

Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

Dadas las características constructivas de la instalación se dificulta el acceso a los módulos, cajas y cableado de conexión, dada la altura de la instalación, que a su vez está en el interior de un recinto cerrado y vigilado, impidiéndose de este modo que se produzcan los contactos fortuitos con partes activas de la instalación.

Las cajas concentradoras de series parciales irán adosadas a las estructuras soporte y fuera de un alcance accidental. Dispondrán obligatoriamente de llave para su apertura y cierre.

Protección contra cortocircuitos.

La corriente de cortocircuito del generador fotovoltaico es ligeramente superior a la de operación, por lo que una situación de cortocircuito no es problemática para esta parte del circuito. Pero para el inversor sí puede serlo, de modo que se instalará un fusible de 10 A en cada polo del generador fotovoltaico.

Protección contra sobrecargas.

El propio fusible mencionado en el apartado anterior protegerá el circuito frente a sobrecargas. Para ello será del tipo gG y contará con la función adicional de facilitar las tareas de mantenimiento.

Protección contra sobretensiones.

En las cajas de concentradoras de serie, se dispondrá de descargadores de sobretensiones DG YPV 1000 de la Marca DEHN o similar, provocadas por causas atmosféricas u otras.

Los inversores llevarán integrada protecciones que derivarán a tierra cualquier sobretensión que se presente.

Protección contra polarización inversa.

Integrada en el inversor.

Protección contra contactos indirectos.

En principio la exigencia de un nivel de aislamiento de Clase II podría ser suficiente para garantizar que no se producirá un fallo en el aislamiento que provoque

una situación de peligro ante un contacto indirecto. Aún así, los inversores incorporarán equipos de vigilancia permanente de aislamiento, cuya misión será la de detectar y avisar de un fallo en el aislamiento de la instalación. Ello, unido y complementado con la configuración flotante del generador (como se describirá más adelante), nos posibilitará que el defecto pueda ser reparado antes de que ocurra un segundo defecto (contacto indirecto de alguna persona) que entonces, sí podría resultar peligroso ya que el primer defecto representaría un camino por el que la corriente de retorno podría circular con facilidad.

No procedería la instalación de un interruptor diferencial en el circuito de continua, ya que son equipos con un nivel de estandarización muy bajo y que requieren una inversión alta. Además, al adoptar la configuración flotante de la parte de continua, es decir, al no conectarla a tierra por las razones expuestas más adelante, se carecería de la referencia necesaria para el funcionamiento de este equipo. La protección de circuitos de corriente continua mediante interruptores diferenciales no es una práctica común en la industria.

7.1.8.2 Protecciones para el circuito de corriente alterna

Protección frente a contactos directos.

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

Aislamiento de las partes activas.

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

El cableado de interconexión entre los inversores y el cuadro de salida se realizará íntegramente con cables unipolares de doble aislamiento 0,6/1 KV, garantizándose así, por tanto, la Clase II.

Las fases y neutros se conducirán separados y protegidos de acuerdo con la normativa vigente, siendo en todo momento el adecuado para la instalación interior.

Para la colocación de los conductores se seguirá lo señalado en las instrucciones ITC-BT-07, ITC-BT-19, ITC-BT-20 e ITC-BT-21 del REBT. Cada extremo del cable será convenientemente identificado.

Protección mediante barreras, envolventes y obstáculos.

En este caso, el cableado de alterna en baja tensión discurrirá por en el interior del edificio de los inversores, en bandejas con tapas adosadas a paredes, bien por el interior de tubo corrugado reforzado en zanjas, el cual tendrá, en sus racores de unión a cajas o envolventes, un grado de protección adecuado, por lo que la protección mecánica queda entonces patente.

Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.

Derivado de su instalación, descrita en el párrafo anterior, queda patente que esta parte de la instalación cumple perfectamente el objetivo de la protección por fuera de alcance por alejamiento.

Protección contra cortocircuitos y sobrecargas:

El propio inversor cuenta con protecciones ante cortocircuitos y sobrecarga integradas. Además de estas, se instalarán interruptores automáticos magnetotérmico en el cuadro que se prevé a la salida de los Inversores para cada inversor, así como protecciones magnetotérmica y diferenciales en el cuadro de salida.

Fallos a tierra.

Se instalará, como se ha dicho anteriormente, protección diferencial conjuntamente al interruptor automático magnetotérmico previsto en el cuadro de salida, para así poder actuar en caso de derivaciones de corriente en este circuito

Desequilibrios en la red.

Se contará con un interruptor automático de interconexión para operaciones de desconexión-conexión de la instalación en caso de desequilibrios de tensión o frecuencia en la red, con un relé de enclavamiento. Este interruptor permitirá también la desconexión manual. Este sistema estará integrado en cada inversor.

Protección frente a contactos indirectos.

Se instalará un interruptor diferencial, por exigencia del RD 1663/2000, cuya misión será la de desactivar el circuito en el momento en que se produce una derivación

de corriente. Las derivaciones de corriente no sólo se producen por fallos en el aislamiento, sino que también pueden ser el efecto de un contacto directo, por lo que puede considerarse que el interruptor diferencial también representa una protección frente a contactos directos.

El interruptor diferencial no protegerá en ningún caso frente a posibles derivaciones en la parte de continua, debido a que el transformador de aislamiento galvánico que disponen los inversores independiza los circuitos.

7.1.8.3 Protecciones propias del inversor

Los inversores dispondrán de un transformador de aislamiento galvánico para garantizar la total independencia de los circuitos de continua y alterna. La configuración de este aislamiento se denomina "AISLAMIENTO GALVÁNICO EN BAJA FRECUENCIA", siendo la configuración más segura posible ya que impide la inyección de corriente continua a la red.

Asimismo, los inversores cumplirán con la normativa establecida en el Real Decreto 1663/2000 de 29 de Septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de Baja Tensión, de modo que satisfarán las siguientes condiciones generales más importantes:

- Las funciones de protección de máxima y mínima frecuencia y máxima y mínima tensión a que se refiere el Artículo 11 del RD citado anteriormente estarán integradas en el equipo inversor, y las maniobras de desconexión-conexión por actuación de las mismas serán realizadas mediante un contactor que realizará el rearme automático del equipo una vez que se restablezcan las condiciones normales de suministro de la red. Este contactor cumplirá con lo especificado en el apto 7 del Art. 11 del RD 1663/2000 por el que podrán integrarse estas protecciones (como así es de hecho para el inversor seleccionado) en el propio inversor.
- La protección para la interconexión de máxima y mínima frecuencia estará dentro de los valores de 51 y 49 Hz, respectivamente y los de máxima y mínima tensión entre 1,1 y 0,85 Um, respectivamente, existiendo imposibilidad de modificar los valores de ajuste de las protecciones por el usuario mediante software.

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

Además de lo indicado, los inversores contarán con las siguientes protecciones eléctricas:

- Polarizaciones inversas.
- Fallos de aislamiento.
- Anti-isla con desconexión automática.
- Cortocircuitos y sobrecargas en la salida.
- Seccionador DC opcional.
- Descargadores contra sobretensiones en la entrada y a la salida

No obstante en la caja de agrupación de inversores, se colocará por cada inversor un interruptor automático magnetotérmico.

7.1.8.4 Protecciones en cuadro de salida

En el cuadro de salida se dispondrán el siguiente conjunto de protecciones:

- Interruptor-seccionador general manual de corte en carga, cuatro polos, 50 A, cuya función principal es la de servir como interruptor frontera de la instalación permitiendo la desconexión de todo el generador fotovoltaico en cuanto esto sea necesario. Tendrá la capacidad de poderse condonar mediante candado cuando sea preciso.
- En cumplimiento con lo expresado en el Real Decreto 1663/2000, se instalará un interruptor diferencial para la protección de las personas en el caso de derivación de algún elemento de la instalación. Será tetrapolar, de 63 A de intensidad nominal con 30 mA de sensibilidad
- Protección general magnetotérmica mediante un interruptor automático-magnetotérmico de cuatro polos y 50 A de intensidad nominal y 15 kA de poder de corte

- Protección en alterna frente a sobretensiones mediante el descargador DG TT 230 400 de la Marca DEHN o similar

El cuadro de salida se albergara en la pared del Centro de Transformación, antes de pasar por el módulo de medida.

7.1.9 Puesta a tierra

La puesta a tierra de las masas de una instalación es, en general, una medida que tiene por objeto proteger a las personas en el caso de que un defecto provoque la aparición de tensión donde normalmente no debe de haberla.

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

El Pliego de Condiciones Técnicas del IDAE indica en su punto 5.9.3. indica lo mismo que lo indicado en el art. 12 del RD 1663/2000 pero no refleja la independencia con respecto a las masas del resto del suministro.

Por otro lado, la ITC-BT-40 del REBT indica en su punto 8.2.3. para instalaciones generadoras interconectadas, conectadas a instalaciones receptoras, que puedan ser alimentadas, de forma simultánea o independiente, por dichos grupos o por la Red de Distribución Pública que cuando la instalación receptora esté acoplada a una Red de Distribución pública que tenga el neutro puesto a tierra, el esquema de puesta a tierra será el TT y se conectarán las masas de la instalación y receptores a una tierra independiente de la del neutro de la Red de Distribución.

Con todo ello, la red de tierras establecida para el generador fotovoltaico será de la siguiente forma:

- Los marcos de los módulos y las estructuras soporte se conectarán a la tierra siguiendo la normativa vigente en este tipo de instalaciones; es decir, sin alterar las condiciones de puesta a tierra de la red de la empresa distribuidora.
- La parte de corriente continua permanecerá sin conexión a tierra, es decir, en modo flotante. Se protegerá contra contactos directos e indirectos mediante aislamiento de clase II o doble aislamiento en los equipos. La parte de corriente alterna se conectará a la tierra del edificio.

Por tanto, tal y como ha quedado descrito, dispondremos de un mallado para la red de tierras de la instalación.

7.1.10 Sistema de evacuación y medida de la energía.

7.1.10.1 Conexión a red y evacuación.

El punto de conexión en baja tensión de la instalación fotovoltaica a la red de distribución de Endesa se establecerá en una Caja General de Protección (CGP) exclusivamente destinada a tal fin y que se ubicará en el cuadro de salida de la instalación fotovoltaica a instalar en el interior de la caseta del centro de transformación del parque.

Cumplirá con la Norma ENDESA NNL010, y su esquema será el C.G.P. 7 – 160 ó el C.G.P. 9 – 160.

La evacuación a la red de la energía producida se realizará a través del punto de conexión acordado con la compañía distribuidora, siendo conducida la energía producida por el generador solar hasta la correspondiente salida del Cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación y Exportación de Energía.

7.1.10.2 Medida

Los elementos para la medida de la energía neta producida por la instalación fotovoltaica estarán ubicados en el denominado “módulo de salida”. Este módulo se instalará a la salida de la instalación fotovoltaica, lo más cerca posible de la acometida y se encontrará debidamente identificado. El módulo de salida no estará dotado en ningún caso de fusibles.

El módulo de salida será de tipo armario para su instalación en intemperie o de doble aislamiento para su instalación en interior, Ambos cumplirán lo especificado para ellos en la Norma ENDESA NNL007 y serán precintables.

El contador de energía neta fotovoltaica producida tendrá la capacidad de medir en ambos sentidos.

El equipo de medida de la instalación fotovoltaica, en base a la potencia que desarrolla la instalación, estará compuesto por los siguientes elementos:

- 1 Contador estático trifásico multifunción, de clase 2 ó mejor en energía activa, con aplicaciones bidireccional, reactiva y cambio automático de tarifas.

- Envolvente, que cumpla con la Norma ENDESA NNL007, tipo C.M.P. 2 sin bases fusibles. La conexión se efectuará directamente a bornas de conexión situadas en el interior de la envolvente.

En cualquiera caso, las características del equipo de medida serán tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica (suma de la potencia de los inversores que intervienen en todas las fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento) se encuentre entre el 45% de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión del equipo de medida.

El módulo de salida debe ir precintado con ENDESA.

El armario para la instalación del módulo de medida, se situará en la pared del centro de transformación.

7.1.11 Resumen del presupuesto

Una estimación del presupuesto por contrata de las obras e instalaciones contempladas en el presente Proyecto asciende a la cantidad de 93.787,48 Euros (NOVENTA Y TRES MIL SETECIENTOS OCHENTA Y SIETE con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS)

7.1.12 Conclusiones

Atendiendo a lo anteriormente expuesto, y con la documentación que se detalla, el Técnico que suscribe entiende disponer de los elementos de juicio necesarios para la emisión de informe favorable sobre la autorización de la instalación objeto del presente Proyecto Técnico, previas las oportunas comprobaciones y verificaciones.

7.2 Pliego de condiciones generales

7.2.1 Definición y alcance del pliego

7.2.1.1 Objeto

El presente Pliego regirá en unión de las disposiciones que con carácter general y particular se indican, y tienen por objeto la ordenación de las condiciones técnico-facultativas que han de regir en la ejecución de las obras e instalaciones contempladas en el presente Proyecto.

7.2.1.2 Cuerpo normativo

El cuerpo normativo de aplicación en la ejecución de las obras objeto del presente proyecto será el formado por toda la LEGISLACIÓN DE OBLIGADO CUMPLIMIENTO que le sea de aplicación en la fecha de la forma del Contrato de adjudicación de las obras.

Si entre la normativa de aplicación existiesen discrepancias, se aplicarán las más restrictivas, salvo que por parte de la Dirección Facultativa se manifieste por escrito lo contrario en el Libro de Ordenes.

Será responsabilidad del Contratista cualquier decisión tomada en los supuestos anteriores si esta no está firmada en el Libro de Órdenes por la Dirección Facultativa y por tanto estará obligado a asumir las consecuencias que deriven de las órdenes que debe tomar la Dirección Facultativa para corregir la situación creada.

7.2.1.3 Documentos que definen las obras

El presente Pliego, conjuntamente con los otros documentos, Memorias, Planos y Mediciones, forman el proyecto que servirá de base para la ejecución de las obras. Los planos constituyen los documentos que definen la obra en forma geométrica y cuantitativa.

7.2.1.4 Compatibilidad y relación entre dichos documentos

Lo mencionado en la Memoria y omitido en los Planos, o viceversa, habrá de ser ejecutado como si estuviese expuesto en ambos documentos. En caso de contradicción entre los Planos y la Memoria, prevalecerá lo prescrito en los primeros.

Las omisiones en Planos o las descripciones erróneas de los detalles de obra que sean manifiestamente indispensables para llevar a cabo el espíritu o la intención expuestos en la Memoria y Planos, o que, por uso y costumbre, deben ser realizados, no sólo no eximen al contratista de la obligación de ejecutar esos detalles de obra omitidos o erróneamente descritos, sino que, por el contrario, deberán ser ejecutados como si hubieran sido completa y correctamente especificados, sin que suponga variación en el presupuesto de la unidad o el capítulo.

7.2.2 Condiciones facultativas

7.2.2.1 Obligaciones del contratista.

Artº 1. Condiciones técnicas.

Las presentes condiciones técnicas serán de obligada observación por el contratista a quien se adjudique la obra, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar la obra con estricta sujeción a las mismas en la propuesta que formule y que sirva de base a la adjudicación.

Artº 2. Marcha de los trabajos.

Para la ejecución del programa de desarrollo de la obra, el contratista deberá tener siempre en la obra un número de obreros proporcionado a la extensión de los trabajos y clases de estos que estén ejecutándose.

Artº 3. Personal.

Todos los trabajos han de ejecutarse por personas especialmente preparadas. Cada oficio ordenará su trabajo armónicamente con los demás procurando siempre facilitar la marcha de los mismos, en ventaja de la buena ejecución y rapidez de la construcción, ajustándose a la planificación económica prevista en el proyecto.

El contratista permanecerá en la obra durante la jornada de trabajo, pudiendo estar representado por un encargado apto, autorizado por escrito, para recibir instrucciones verbales y firmar recibos y planos o comunicaciones que se lo dirijan.

Artº 4. Precauciones a adoptar durante la construcción.

Las precauciones a adoptar durante la construcción serán las previstas en la Ley de Prevención de Riesgos Laborales y la normativa que la desarrolla y complementa.

El contratista se sujetará a las leyes, Reglamentos y Ordenanzas vigentes, así como a los que se dicten durante la ejecución de las obras.

Artº 5. Responsabilidades del contratista.

En la ejecución de las obras que se hayan contratado, el contratista será el único responsable, no teniendo derecho a indemnización alguna por el mayor precio a que pudiera costarle, ni por las erradas maniobras que cometiese durante la construcción, siendo de su cuenta y riesgo e independiente de la inspección del Ingeniero. Asimismo será responsable ante los Tribunales de los accidentes que, por inexperiencia o descuido, sobrevinieran, tanto en la construcción como en los andamios, ateniéndose en todo a las disposiciones de Policía Urbana y leyes comunes sobre la materia.

Artº 6. Desperfectos en propiedades colindantes.

Si el contratista causase algún desperfecto en propiedades colindantes tendrá que restaurarlas por su cuenta dejándolas en el estado en que las encontró al comienzo de la obra. El contratista adoptará cuantas medidas encuentre necesarias para evitar la caída de operarios, desprendimiento de herramientas y materiales que puedan herir o matar a alguna persona.

Artº 7. Seguro de incendios.

Queda obligado el contratista a asegurar las obras en Compañía de reconocida solvencia inscrita en el Registro de Ministerio de Hacienda en virtud de la vigente Ley de Seguros. En caso de no asegurar las obras se entiende que es el contratista el asegurador.

La póliza habrá de extenderse con la condición especial de que si bien el contratista la suscribe con dicho carácter es requisito indispensable que, en caso de siniestros una vez justificada su cuantía, el importe íntegro de la indemnización lo cobre la entidad propietaria, para ir pagando la obra que se reconstruya a medida que esta se vaya realizando, previas las certificaciones facultativas, como los demás trabajos de la construcción.

Artº 8. Obligaciones no especificadas.

Es obligación del contratista ejecutar cuanto sea necesario para la terminación completa y buena construcción y aspecto de las obras, aunque algún detalle complementario no se halle expresamente determinado en estas condiciones, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga el Ingeniero-Director.

Las dudas que pudieran ocurrir en las condiciones y demás documentos del contrato se resolverán por el Ingeniero-Director así como la inteligencia e interpretación de los planos, detalles y descripciones debiendo someterse el contratista a lo que dicho facultativo decida.

Artº 9. Documentos que puede reclamar el contratista.

El contratista conforme a lo dispuesto en el Pliego de Condiciones, podrá sacar a sus expensas copias de los documentos del Proyecto de Contrata, cuyos originales le serán facilitadas por el Ingeniero-Director, el cual autorizará con su firma las copias, si el contratista lo desea.

Artº 10. Seguros.

El contratista estará asegurado en Compañía solvente para cubrir todos los accidentes que ocurran en la obra, si la Compañía no los abonase, los abonará el contratista directamente.

En cualquier momento estos documentos podrán ser exigidos por la propiedad y la Dirección Facultativa.

7.2.2.2 Facultades de la dirección técnica

Artº 1. Interpretación de los documentos de Proyecto.

El contratista queda obligado a que todas las dudas que surjan en la interpretación de los documentos del Proyecto o posteriormente durante la ejecución de los trabajos serán resueltas por la Dirección Facultativa de acuerdo con el presente Pliego de Condiciones.

Las especificaciones no descritas en el presente Pliego con relación al Proyecto deben considerarse como datos en cuenta en la formulación del Presupuesto por parte de la Empresa que realice las obras así como el grado de calidad de las mismas.

En las circunstancias en que se vertieran conceptos en los documentos escritos que no fueran reflejados en los Planos del Proyecto, el criterio a seguir lo decidirá la Dirección Facultativa de las obras, recíprocamente cuando en los documentos gráficos

aparecieran conceptos que no se ven reflejados en los documentos escritos, la especificación de los mismos, será decidida por la Dirección Facultativa de las obras.

La Contrata deberá consultar previamente cuantas dudas estime oportunas para una correcta interpretación de la calidad constructiva y de características del Proyecto.

Artº 2. Aceptación de materiales.

Los materiales serán reconocidos antes de su puesta en obra por la Dirección Facultativa, sin cuya aprobación no podrán emplearse en dicha obra; para ello la contrata proporcionará las muestras que para su examen solicite la Dirección Facultativa, ésta se reserva el derecho de desechar aquellos que no reúnan las condiciones que a su juicio, no considere aptas. Los materiales desechados serán retirados de la obra en el plazo más breve. Las muestras de los materiales una vez que hayan sido aceptados, serán guardados juntamente con los certificados de los análisis para su posterior comparación y contraste.

Artº 3. Mala ejecución.

Si a juicio de la Dirección Facultativa hubiera alguna parte de la obra mal ejecutada, el contratista tendrá la obligación de demolerla y volverla a realizar cuantas veces sea necesario, hasta que quede a satisfacción de dicha Dirección, no otorgando estos aumentos de trabajo derecho a percibir ninguna indemnización de ningún género, aunque las condiciones de mala ejecución de la obra se hubiesen notado después de la recepción provisional, sin que ello pueda repercutir en los plazos parciales o en el total de ejecución de la obra.

Artº 4. Reformas en el proyecto.

Si durante el curso de las obras el Ingeniero-Director estimase conveniente introducir modificaciones en el proyecto, el contratista estará obligado a realizarlas, siempre y cuando la cantidad de las obras nuevamente proyectadas no aumentasen en una sexta parte las de igual índole, consignadas en el Presupuesto de Contrata, abonándosele la parte que resulte con arreglo a los precios del Proyecto.

7.2.2.3 Disposiciones varias

Artº 1. Replanteo.

Como actividad previa a cualquier otra de la obra se procederá por la Dirección Facultativa a la comprobación del replanteo de las obras en presencia del Contratista marcando sobre el terreno conveniente todos los puntos necesarios para su ejecución. De esta operación se extenderá acta por duplicado que firmará la Dirección Facultativa y la Contrata, la cual, facilitará por su cuenta todos los medios necesarios para la ejecución de los referidos replanteos y señalamiento de los mismos, cuidando bajo su responsabilidad de las señales o datos fijados para su determinación. Asimismo para el resto de replanteos que se verifiquen en obra, estos se realizarán por el Contratista con la consiguiente aprobación de la Dirección Facultativa para el inicio de la correspondiente unidad.

Artº 2. Libro de Ordenes, Asistencia e Incidencias.

Con objeto de que en todo momento se pueda tener un conocimiento exacto de la ejecución e incidencias de la obra, se llevará, mientras dure la misma, el Libro de Ordenes Asistencia e Incidencias, en el que se reflejarán las visitas facultativas realizadas por la Dirección de la obra, incidencias surgidas y en general, todos aquellos datos que sirvan para determinar con exactitud si por la contrata se han cumplido los plazos y fases de ejecución previstas para la realización del proyecto.

El Ingeniero-Director de la obra, y los demás facultativos colaboradores en la dirección de las mismas, irán dejando constancia, mediante las oportunas referencias, de sus visitas e inspecciones y las incidencias que surjan en el transcurso de ellas y obliguen a cualquier modificación en el proyecto o la ejecución de las obras, las cuales serán de obligado cumplimiento.

Las anotaciones en el Libro de Ordenes, Asistencias e Incidencias, harán fe a efectos de determinar las posibles causas de resolución e incidencias del contrato. Sin embargo, cuando el contratista no estuviese conforme, podrá alegar en su descargo todas aquellas razones que abonen su postura, aportando las pruebas que estime pertinentes. Efectuar una orden a través del correspondiente asiento en este Libro, no será obstáculo para que cuando la Dirección Facultativa lo juzgue conveniente, se efectúe la misma también por oficio. Dicha orden se reflejará también en el Libro de Ordenes.

Artº 3. Modificaciones en las unidades de Obra.

Cualquier modificaciones en las unidades de obra que suponga la realización de distinto número de aquellas, más o menos de las figuradas en el estado de mediciones del presupuesto, deberá ser conocida y aprobada previamente a su ejecución por el Director Facultativo, haciéndose constar en el Libro de Obra, tanto la autorización citada como la comprobación posterior de su ejecución.

En caso de no obtener esta autorización, el contratista no podrá pretender, en ningún caso, el abono de las unidades de obra que se hubiesen ejecutado de más respecto a las figuradas en el proyecto.

Artº 4. Controles de obra: Pruebas y ensayos.

Se ordenará cuando se estime oportuno, realizar las pruebas y ensayos, análisis y extracción de muestras de obra realizada para comprobar que tanto los materiales como las unidades de obra están en perfectas condiciones y cumplen lo establecido en este Pliego. El abono de todas las pruebas y ensayos será de cuenta del contratista.

Artº 5. Correspondencia oficial.

El contratista tendrá derecho a que se le acuse recibo, si lo pide, de las comunicaciones y reclamaciones que dirija al Ingeniero-Director y a su vez está obligado a devolver a dicho Ingeniero, ya en originales, ya en copias, todas las ordenes y avisos que de él reciba poniendo al pie el "enterado" y su firma.

Artº 6. Accesos a la obra.

Se facilitarán los accesos a todas las partes de la obra por medio de chaperas, andamiaje con tablonés, pasamanos, etc., de tal manera que todas las personas que accedan a los diversos sitios de la obra tengan la seguridad necesaria para la revisión de los diferentes trabajos.

Artº 7. Gastos de obra.

Serán por cuenta del promotor salvo que se indique en contrato, los gastos referentes a licencia de obras, honorarios de Proyecto y Dirección Facultativa, así como todos los originados para dotar a la obra de acometidas de agua, electricidad, etc.

7.3 Pliego condiciones técnicas particulares

7.3.1 Objeto.

La presente especificación tiene por objeto determinar las condiciones, las características y el alcance para los trabajos de obra civil y montaje requeridos para la instalación en baja tensión, tanto de corriente continua, como de corriente alterna, así como de las instalaciones comunes de evacuación en Baja Tensión, de la energía eléctrica generada por la Instalación Solar Fotovoltaica.

La Instalación Solar Fotovoltaica proyectada dispondrá de 2 inversores con una potencia nominal de 10 kW por inversor. La evacuación conjunta de la energía producida por la instalación solar fotovoltaica se resuelve en baja tensión.

7.3.1.1 Situación y características de la instalación

La Instalación Solar Fotovoltaica aquí proyectada se encuentra situada, en un edificio en el municipio de Alcalá de Guadaira, Sevilla.

7.3.2 Descripción de los trabajos y suministros.

7.3.2.1 Descripción general.

- Montaje de estructura metálica que sujetarán los paneles fotovoltaicos.
- Montaje de todos los elementos necesarios, cajas, herrajes, tendidos de cables, puestas a tierra, etc.
- Montaje de los paneles fotovoltaicos sobre las estructuras soporte.
- Conexión de todos los elementos de la instalación.
- Pruebas en vacío y puesta en servicio de la instalación.

En este apartado debe destacarse que el suministro de todos los elementos de la instalación será por parte del contratista.

7.3.2.2 Implantación en obra

El contratista está obligado durante las obras a mantener perfectamente limpias las diferentes zonas, elementos y construcciones de las instalaciones.

El contratista retirará en un plazo no superior a un mes a partir de la finalización de la obra, todas sus instalaciones precisas para la ejecución de ésta, y limpiará cualquier residuo en la zona afectada.

7.3.2.3 Montaje electromecánico

El montaje electromecánico a realizar será el siguiente: El montaje electromecánico de intemperie incluye el transporte, izado, nivelación, sujeción, fijación de la estructura metálica, fijación de conductos y accesorios para cables, tierra, etc. A dicha estructura, y en general la realización de todas aquellas operaciones necesarias para la puesta a punto del seguidor solar según se indican en los planos en planta.

Se realizará el montaje de herrajes auxiliares para fijación de mandos, cajas de centralización, etc., así como el transporte desde su lugar de almacenamiento hasta su ubicación final utilizando todos los medios necesarios tales como herramientas, grúas, vehículos de transporte, etc.

Serán suministro del contratista todos los elementos de la instalación.

Como criterio general, el montaje incluirá la ejecución de taladros y suministro de tornillería, así como los materiales y trabajos necesarios para la fijación de las placas de identificación.

7.3.2.4 Módulos fotovoltaicos

Todos los módulos cumplirán las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, así como estar certificados por algún laboratorio reconocido, lo que se acreditará mediante la presentación del certificado oficial correspondiente.

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 o la fecha de fabricación.

Se utilizarán módulos que se ajusten a las características técnicas descritas a continuación.

Los módulos deberán llevar los diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tendrán un grado de protección IP65.

Los marcos laterales serán de aluminio o acero inoxidable. Para que un módulo resulte aceptable, su potencia máxima y corriente de cortocircuito reales referidos a Condiciones Estándar de Medida (CEM). 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 encapsulado.

7.3.2.5 Estructura soporte

Las estructuras soporte deberán cumplir las especificaciones de este apartado. En todos los casos se dará cumplimiento a lo obligado por la NBE y demás normas aplicables. La estructura soporte de los módulos resistirá, con los módulos instalados, la sobrecarga de viento y nieve, de acuerdo con lo indicado en la normativa básica de la edificación NBE-AE-88.

El diseño y la construcción de la estructura y el sistema de fijación de módulos, permitirá las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos, siguiendo las indicaciones del fabricante.

Las partes de sujeción para el módulo fotovoltaico serán suficientes en número, teniendo en cuenta el área de apoyo y posición relativa, de forma que no se produzcan flexiones en los módulos superiores a las permitidas por el fabricante y los métodos homologados para el modelo de módulo.

El diseño de la estructura se realizará para la orientación y el ángulo de orientación especificado para el generador fotovoltaico, teniendo en cuenta la facilidad de montaje y desmontaje, y la necesidad de sustitución de elementos.

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, cumpliendo la norma MV-106. En el caso de ser la estructura 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.

7.3.2.6 Inversor

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 del día.

Cada inversor dispondrá de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorporará los controles automáticos imprescindibles que aseguren su adecuada supervisión y manejo.

Los inversores tendrán un grado de protección mínimo IP20 para inversores en el interior de edificios, y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso se cumplirá la legislación vigente.

Los inversores estarán garantizados para operación en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 y 40°C de temperatura, y entre 0 y 85% de humedad relativa.

7.3.2.7 Sistema eléctrico

La instalación cumplirá con todas las consideraciones expuestas en el Real Decreto 1663/2000, así como con la propuesta de seguridad del pliego técnico que nos ocupa y contará con los siguientes elementos de protección.

Protecciones eléctricas

Puesta a tierra de la carcasa del inversor.

Aislamiento Clase II: en todos los componentes. Módulos, cableado, cajas de conexión, etc.

Fusible: en cada polo del generador fotovoltaico, con función seccionadora.

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

Todos los conductores serán de cobre, y su sección la suficiente para asegurar que las pérdidas de tensión en cables y cajas de conexión sean inferiores al 1,5% en el

tramo DC y al 1,5 % en el tramo AC. Todos los cables serán adecuados para uso en intemperie, al aire o enterrado (UNE 21123).

Se respetará el RBT en lo que a conducciones de cable se refiere.

Contadores

Cumplirán todo lo recogido en la ITC-BT-16 y en el RD 1663/2000. Así se instalarán dos contadores unidireccionales ajustados a la normativa metrológica vigente y su precisión deberá ser como mínimo la correspondiente a la de clase de precisión 2, regulada por el Real Decreto 875/1984, de 28 de marzo.

Cableado eléctrico

Es el medio por el cual circula la corriente o intensidad. Se calcula en función de las condiciones y de la intensidad de cada zona de trabajo. El cableado de conexión entre paneles se recomienda realizarlo de 6 mm²., siendo la sección de los cables de conexión al inversor y desde el inversor al punto de conexión, función de las distancias, pero nunca inferiores a 10 mm².

Puesta a tierra y sobretensiones.

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

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

Según RD 1663/2000, donde se fijan las condiciones técnicas para la conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de BT, la puesta a tierra se realizará de forma que no altere la de la compañía eléctrica distribuidora, con el fin de no transmitir defectos a la misma.

Cableado de intemperie y de interior.

Se realizará toda la interconexión de equipos. Para ello se tenderá y destenderá el cable necesario.

Conexión de paneles fotovoltaicos hasta caja de interconexión, conexión desde ésta hasta el inversor, interconexión desde inversor hasta caja de centralización, tendiendo los cables necesarios.

Montaje de bornas suplementarias y conexión de las mangueras, con toda la tornillería y material de montaje necesario.

El contratista suministrará todos los cables correspondientes a este apartado, quedando incluidos en el alcance del contratista todos los elementos auxiliares indicados.

7.3.3 Puesta a tierra de las instalaciones fotovoltaicas

Todas las instalaciones cumplirán con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000 (artículo 12) sobre las condiciones de puesta a tierra en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.

Todas las masas de la instalación fotovoltaica, tanto de la sección continua como de la alterna, estarán conectadas a una única tierra. Esta tierra será independiente de la del neutro de la empresa distribuidora, de acuerdo con el Reglamento de Baja Tensión.

La red de tierras se hará a través de picas de cobre de configuración redonda, alta resistencia y máxima rigidez. Para la conexión de los dispositivos al circuito de puesta a tierra, será necesario disponer de bornas o elementos de conexión que garanticen una unión perfecta, teniendo en cuenta los esfuerzos dinámicos y térmicos que se producen en caso de cortocircuito.

Para la puesta a tierra de la instalación se seguirá lo señalado en las instrucciones MI.BT.18.

7.3.4 Operación del sistema

7.3.4.1 Puesta en marcha

El correcto funcionamiento de los paneles se comprobará antes de su instalación, facilitando así la detección de posibles fallos de funcionamiento. Se evaluará que tanto la tensión como la intensidad sean los especificados por el fabricante.

Tanto la compañía de distribución eléctrica, como la administración pública han de realizar las comprobaciones necesarias de la instalación previa conexión a red, para verificar que todas las protecciones del sistema funcionan correctamente. Una vez verificado el correcto funcionamiento del sistema se procederá a su conexión a la red.

7.3.4.2 Programa de mantenimiento

El objeto es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de las instalaciones de energía solar fotovoltaica conectada a red.

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 vida útil de la misma.

Plan de mantenimiento preventivo: operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones y otros, que aplicados a la instalación deben permitir mantener dentro de los límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la misma.

El mantenimiento tanto preventivo como correctivo se realizará por personal técnico cualificado, bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

7.3.5 Seguridad e higiene.

Se dotará a la instalación fotovoltaica de una toma de tierra para una mayor seguridad. Esta estará totalmente separada de la toma de tierra de la conexión de fuerza. Se recomienda la separación de las tierras de continua y alterna de la instalación FV.

Igualmente se recomienda la utilización de materiales y elementos con aislamiento "Clase II".

7.3.5.1 Seguridad en el montaje de la instalación

Para los trabajos en altura, los operarios deben ir atados para evitar accidentes. En el momento de colocar los paneles se han de cumplir las siguientes condiciones de seguridad:

- La estructura soporte de los paneles ha de ser capaz de soportar esfuerzos mecánicos con vientos de hasta 140 Km./h.
- Las estructuras han de estar hechas de materiales resistentes a la intemperie y sin mantenimiento.
- Los tornillos de sujeción y otros accesorios han de resistir esfuerzos mecánicos, han de ser inoxidable y con arandelas plásticas para impedir la corrosión galvánica.
- Es necesario asegurarse de que la fijación de los tornillos al techo sea suficientemente profunda como para que ésta no se rompa (si aplica).
- Las operaciones de soldadura con estaño y de agujereado a la pared se harán con las gafas de protección adecuadas.
- Los materiales utilizados en la estructura de soporte han de garantizar una larga duración sin necesidad de un gran mantenimiento. En la práctica, actualmente, suelen ser de aluminio anodizado, hierro galvanizado, madera tratada o bien, acero inoxidable en caso de ambiente corrosivo. Con elementos metálicos, es necesario evitar la formación del par galvánico entre el marco de las placas y la estructura soporte, aparte de prevenir su conexión a la toma de tierra independientemente de la red eléctrica.

En general, se cumplirá con toda la normativa vigente, y se dispondrá de un plan de seguridad y salud específico realizado por un técnico competente.

7.3.6 Condiciones de los medios de protección

Todos los medios de protección personal o elementos de protección colectiva, tendrán fijado un periodo de vida útil, desechándose a su término.

Cuando por las circunstancias del trabajo se produzca un deterioro más rápido de una determinada prenda o equipo, se repondrá ésta, independientemente de la duración prevista o fecha de entrega.

Aquellas prendas que por su uso hayan adquirido más holguras o tolerancias de las admitidas por el fabricante, serán repuestas inmediatamente.

7.3.6.1 Protecciones individuales

Todos los Equipos de Protección Individual (EPI) cumplirán con lo establecido en el R.D. 1407/1.992 de 20 de noviembre, y modificaciones posteriores, por el que se adoptan en España los criterios de la Normativa Europea (Directiva 89/656/CE).

Dispondrán del consiguiente certificado y contendrán de forma visible el sello (CE) correspondiente.

Anclajes para cinturón de seguridad: tendrán la suficiente resistencia para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos de acuerdo con su función protectora.

Cables de sujeción de cinturón de seguridad: tendrán la suficiente sección para soportar los esfuerzos a que puedan estar sometidos.

Se fijarán a los anclajes que se dispongan en los puntos fuertes. Se tenderán cables de 10 mm de diámetro mínimo, de manera que posibiliten el desplazamiento de los operarios a través del mosquetón del cinturón de seguridad.

7.3.6.2 Protecciones colectivas

Señalización y balizamiento: Las señales, cintas y balizas estarán de acuerdo con la normativa vigente.

Pórticos protectores de tendidos aéreos: se construirán a base de soportes y dintel debidamente señalizados. Se situarán carteles a ambos lados del pórtico anunciando la limitación de altura.

Topes para desplazamiento de camiones: se podrán realizar con tablonces embridados, fijados al terreno por medio de redondos hincados al mismo o de otra forma eficaz.

Tapas para pequeños huecos o arquetas: sus características y colocación impedirán con garantía la caída de personas y objetos.

Plataformas de trabajo: tendrán como mínimo 60 cm de ancho y las situadas a más de 2 m del suelo estarán dotadas de barandilla de 90 cm de altura con listón intermedio y rodapié.

Riego: las zonas de paso de vehículos y maquinaria se regarán convenientemente para evitar el levantamiento de polvo.

7.3.6.3 Replanteo y señalización

Todos los obstáculos y conducciones serán señalizados y conocidos por los operarios. Se respetará una distancia de 5 metros a las líneas eléctricas aéreas de alta tensión y 1 metro para las enterradas.

La señalización se mantendrá bien dispuesta en todo momento.

Los bordes de las excavaciones estarán vallados y los pasos para peatones estarán señalizados de forma que no invadan la zona de obras.

Todo tipo de señalización se colocará antes de iniciar los trabajos

7.3.6.4 Excavación, carga y transporte de materiales

Antes de comenzar los trabajos se señalizará el tajo, teniendo presente la parte de los accesos que pudiera verse afectada por la posible caída de materiales.

Todos los objetos, tanto aéreos como enterrados, habrán sido señalizados y detectados, indicando claramente a los operadores/conductores la situación de dichos obstáculos.

Se prestará especial atención a las líneas eléctricas aéreas, guardando una distancia de seguridad de 5 metros entre las máquinas y las partes en tensión. En casos especiales, deberán ponerse en contacto con el servicio de seguridad.

Toda manipulación en las máquinas se hará a motor parado.

Toda la zona de trabajo estará señalizada y acotada, estando prohibido que la máquina vehículo de obra se salga de esa zona, aunque sea para maniobrar.

Será preceptivo que la Dirección de Obra dé el visto bueno a toda la señalización.

Si en algún tajo fuese necesario trabajar en horas nocturnas se dispondrá de suficiente iluminación, la cual será más intensa en los puntos que se consideren más peligrosos.

En la zona de los trabajos sólo permanecerá el personal del tajo correspondiente, el cual estará debidamente enterado de su cometido y de los riesgos generales del mismo. Estará absolutamente prohibido permanecer en el radio de acción de las máquinas o vehículos trabajando.

7.3.6.5 Relleno de zanjas

Durante el relleno con máquina no permanecerá nadie en las proximidades de la misma.

El personal encargado de igualar las tierras se mantendrá a la distancia de seguridad de la máquina.

Igualmente, el operador del compactador observará la distancia de seguridad con las máquinas y con los restantes operarios del tajo.

El encargado del tajo indicará los puntos que haya que rellenar con especial cuidado por las proximidades o cruces con otras conducciones, e indicará al operador del compactador la zona a compactar, las zonas en que deba dar la vuelta y restantes maniobras de la máquina.

7.3.6.6 Acopio y colocación de tubos

Los ganchos, eslingas y útiles empleados en el manejo de las conducciones estarán siempre en perfecto estado. La zona de acopios se habrá previsto antes de la llegada de la tubería.

Los tubos estarán perfectamente acuíñados para evitar los deslizamientos imprevistos. Está prohibido permanecer bajo una carga suspendida. El gobierno de los tubos deberá hacerse con una cuerda y a distancia.

7.3.6.7 Normas generales de comportamiento

Es necesaria su colaboración. Respete las presentes Normas Generales y coopere para conseguir que no haya accidentes. Para ello debe:

- Usar correctamente todo el equipo individual de seguridad que se le asigne (casco, gafas, guantes, etc.) y cuidar de su conservación.
- Ayudar a mantener el orden y limpieza de la obra.
- Advertir a sus mandos de cualquier peligro que observe en la obra.
- No inutilizar nunca los dispositivos de seguridad, ni quitar una protección.
- Respetar a los compañeros para ser respetado.
- No utilizar ninguna máquina o herramienta, ni hacer un trabajo sin saber cómo se hace. Preguntar antes.
- No realizar reparaciones mecánicas ni eléctricas sin orden previa. Avisar al mando.
- No usar anillos durante el trabajo, si éste es manual.
- No cometer temeridades.

7.3.6.8 Normas de comportamiento por oficios y actividades

Indicamos a continuación las normas generales, tanto de Seguridad como de Comportamiento, para los distintos oficios y/o actividades que intervienen en la obra.

Soldador

En caso de trabajos en recintos confinados, tomar las medidas necesarias para que los humos desprendidos no le afecten. Conectar la masa lo más cerca posible del punto de soldeo. -No realizar soldeos en las proximidades de materiales inflamables o combustibles, o protegerlas de forma adecuada. Extremar las precauciones en cuanto a los humos desprendidos al soldar materiales pintados, cadmiados, etc. No efectuar soldeos sobre recipientes que hayan contenido productos combustibles. Evitar contactos con elementos conductores que puedan estar bajo tensión, aunque se trate de la pinza. Solicitar la reparación del grupo de soldeo cuando se observe algún deterioro o anomalía en su funcionamiento.

Manejo de materiales

Hacer el levantamiento de cargas a mano flexionando las piernas, sin doblar la columna vertebral. Para transportar pesos a mano (cubos de mortero, de agua, etc.) es

siempre preferible ir equilibrado llevando dos. No hacer giros bruscos de cintura cuando se está cargado. Al cargar o descargar materiales o máquinas por rampas, nadie debe situarse en la trayectoria de la carga. Al utilizar carretillas de mano para el transporte de materiales, no tirar de la carretilla dando la espalda al camino. Antes de bascular la carretilla al borde de una zanja o similar colocar un tope. Al hacer operaciones en equipo, debe haber una única voz de mando.

Electricidad

Hacer siempre la desconexión de máquinas eléctricas por medio del interruptor correspondiente, nunca en el enchufe.

No conectar ningún aparato introduciendo los cables pelados en el enchufe. No desenchufar nunca tirando del cable.

Antes de accionar un interruptor, asegurarse de que corresponde a la máquina que interesa y que junto a ella no hay nadie inadvertido. Cuidar que los cables no se deterioren al estar sobre aristas o sean pisados o impactados. No hacer reparaciones eléctricas. En caso de ser necesarias, avisar a la persona autorizada para ello. Avisar al encargado de las anomalías que perciba en el funcionamiento de cualquier máquina y hacerlas constar, en su caso, en el parte de trabajo.

Herramientas manuales

Cada herramienta debe utilizarse para su fin específico. Las llaves no son martillos ni los destornilladores cinceles. –Se debe solicitar la inmediata sustitución de cualquier herramienta en mal estado. Las rebabas son peligrosas en las herramientas. Los mangos de las herramientas deben estar en buen estado y sólidamente fijados. De no ser así, deben repararse adecuadamente o ser sustituidos. Al hacer fuerza con una herramienta, se debe prever la trayectoria de la mano o del cuerpo en caso de que aquella se escapara. No realizar nunca ninguna operación sobre máquinas en funcionamiento. Trabajando en altura o al borde de zanjas o terraplenes, se debe impedir la caída de la herramienta a niveles inferiores.

Utilización correcta de escalera de mano. Herramienta manual. Riesgos. Señalización de riesgos eléctricos. Soldadura eléctrica. Protección.

7.3.7 Recepción y pruebas

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.

La dirección de Obra podrá inspeccionar todos los materiales y/o equipos tanto en fábrica como en obra y es obligación del Adjudicatario tomar las medidas oportunas para facilitar los ensayos y pruebas de funcionamiento.

La dirección de Obra podrá designar los laboratorios que estime oportunos para la ejecución de los ensayos.

Todos los gastos necesarios para la realización de los ensayos y pruebas de funcionamiento serán por cuenta del Adjudicatario, los cuales estarán incluidos en la oferta económica y relacionados en el Plan de Control de Calidad.

La dirección de Obra podrá pedir ensayos y pruebas complementarias a las presentadas en el Plan de Control de Calidad, cuyo importe correrá a cargo del Adjudicatario hasta un límite máximo del Presupuesto de Adjudicación.

El técnico o técnicos designados como responsable de calidad en obra, tendrá libre acceso a las mismas, así como a la fábrica que el adjudicatario emplee para la fabricación de los materiales.

En el caso de que el representante de la Dirección de Obra no esté presente en el ensayo, el Adjudicatario le proporcionará toda la información relativa, incluyendo los respectivos protocolos y resultados.

Los ensayos y pruebas no tendrán en ningún caso carácter destructivo. No obstante, los daños que pudieran ocasionarse como consecuencia de los mismos, serán de cuenta del Adjudicatario.

La inspección no eximirá al Adjudicatario de sus garantías y de la responsabilidad del funcionamiento satisfactorio de la obra en su conjunto.

Las pruebas a realizar por el instalador, con independencia de lo indicado con anterioridad en este PCT, serán como mínimo las siguientes:

Funcionamiento y puesta en marcha de todos los sistemas, para comprobar su calibración, rendimiento y funcionamiento. A las mismas asistirán los representantes del Titular y del Adjudicatario que firmaran el correspondiente certificado.

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.

Entrega de toda la documentación requerida en este PCT.

Retirada de obra de todo el material sobrante.

Limpieza de las zonas ocupadas, con transporte de todos los desechos a vertedero.

Durante este período el suministrador será el único responsable de la operación de los sistemas suministrados, si bien deberá adiestrar al personal de operación.

Todos los elementos suministrados, así como la instalación en su conjunto, estarán protegidos frente a defectos de fabricación, instalación o diseño por una garantía de tres años, salvo para los módulos fotovoltaicos, para los que la garantía será de 8 años contados a partir de la fecha de la firma del acta de recepción provisional.

No obstante, el instalador quedará obligado a la reparación de los fallos de funcionamiento que se puedan producir si se apreciase que su origen procede de defectos ocultos de diseño, construcción, materiales o montaje, comprometiéndose a subsanarlos sin cargo alguno. En cualquier caso, deberá atenerse a lo establecido en la legislación vigente en cuanto a vicios ocultos.

7.3.8 Garantías

Sin perjuicio de cualquier posible reclamación a terceros, la instalación será reparada de acuerdo con estas condiciones generales si ha sufrido una avería a causa de un defecto de montaje o de cualquiera de los componentes, siempre que haya sido manipulada correctamente de acuerdo con lo establecido en el manual de instrucciones.

La garantía se concede a favor del comprador de la instalación, lo que deberá justificarse debidamente mediante el correspondiente certificado de garantía, con la fecha que se acredite en la certificación de la instalación.

7.3.9 Condiciones económicas

7.3.9.1 Mediciones

Artº 1. Forma de medición.

La medición del conjunto de unidades de obra que constituyen el proyecto se verificará aplicando a cada unidad de obra la unidad de medida que le sea apropiada y con arreglo a las mismas unidades adoptadas en el presupuesto, unidad completa, partida alzada, metros cuadrados, cúbicos o lineales, kilogramos, etc.

Tanto las mediciones parciales como las que se ejecuten al final de la obra, se realizarán conjuntamente con el contratista, levantándose las correspondientes actas que serán firmadas por ambas partes.

Todas las mediciones que se efectúen comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el contratista derecho a reclamación de ninguna especie por las diferencias que se produjeran entre las mediciones que se ejecuten y las que figuren en el proyecto, así como tampoco por los errores de clasificación de las diversas unidades de obra que figuren en los estados de valoración.

Artº 2. Valoración de unidades no expresadas en este Pliego.

La valoración de las obras no expresadas en este Pliego se verificará aplicando a cada una de ellas la medida que le sea más apropiada y en forma de condiciones que estime justas el Ingeniero, multiplicando el resultado final por el precio correspondiente.

Artº 3. Equivocaciones en el presupuesto.

Se supone que el contratista ha hecho un detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto, y por lo tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre errores posibles o equivocaciones del mismo, no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios, de tal suerte que si la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna, si por el contrario el número de unidades fuera inferior, se descontará del presupuesto.

7.3.9.2 Valoraciones

Artº 1. Valoraciones

Las valoraciones de las unidades de obra que figuran en el presente proyecto, se efectuarán multiplicando el número de estas por el precio unitario asignado a las mismas en el presupuesto.

En el precio unitario aludido en el párrafo anterior se consideran incluidos los gastos del transporte de materiales, las indemnizaciones o pagos que hayan de hacerse por cualquier concepto, así como todo tipo de impuestos fiscales que graven los materiales por el Estado, Provincia o Municipio, durante la ejecución de las obras, y toda clase de cargas sociales. También serán de cuenta del contratista los honorarios, las tasas y demás gravámenes que se originan con ocasión de las inspecciones, aprobación y comprobación de las obras e instalaciones.

El contratista no tendrá derecho por ello a pedir indemnización alguna por las causas enumeradas. En el precio de cada unidad de obra van comprendidos los de todos los materiales accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra terminada y en disposición de recibiese.

Artº 2. Valoración de las obras no incluidas ó incompletas.

Las obras no incluidas se abonarán con arreglo a precios consignados en el Presupuesto, sin que pueda pretenderse cada valoración de la obra fraccionada en otra forma que la establecida en los cuadros de descomposición de precios.

Artº 3. Precios contradictorios.

Si ocurriese algún caso excepcional e imprevisto en el cual fuese necesaria la designación de precios contradictorios entre la propiedad y el contratista, estos precios deberán fijarse con arreglo a los determinados para unidades análogas, después de haber convenido lo mismo el Ingeniero en representación de la Propiedad y el contratista.

Artº 4. Relaciones valoradas.

El Contratista de la obra formulará mensualmente una relación valorada de los trabajos ejecutados desde la anterior liquidación con sujeción a los precios del presupuesto.

La Dirección Facultativa, que presenciara las operaciones de valoración y medición, tendrá un plazo de diez días para examinarlas. Deberá dentro de este plazo dar su conformidad o, en caso contrario, hacer las observaciones que considere convenientes.

Estas relaciones valoradas no tendrán más que carácter provisional a buena cuenta, y no suponen la aprobación de las obras que en ellas se comprenden. Se formará multiplicando los resultados de la medición por los precios correspondientes, y descontando si hubiera lugar la cantidad correspondiente al tanto por ciento de baja o mejora producido en la licitación.

Artº 5. Obras que se abonarán al contratista: Precio de las mismas.

Se abonarán al contratista la obra que realmente se ejecute con sujeción al proyecto que sirve de base al contrato, o a las modificaciones del mismo, autorizadas por la superioridad, o a las órdenes que con arreglo a sus facultades le haya comunicado por escrito el Director de la obra, siempre que dicha obra se halle ajustada a los preceptos del contrato y sin que su importe pueda exceder de la cifra total de los presupuestos aprobados. Por consiguiente, el número de unidades que se consignan en el Proyecto o en el Presupuesto no podrá servirle de fundamento para entablar reclamaciones de ninguna especie, salvo en los casos de rescisión.

Tanto en las certificaciones de obra como en la liquidación final, se abonarán las obras hechas por el contratista a los precios de ejecución material que figuran el presupuesto para cada unidad de obra.

Si excepcionalmente se hubiera realizado algún trabajo que no se halle reglado exactamente en las condiciones de la contrata pero que sin embargo sea admisible a juicio del Director, se dará conocimiento de ello, proponiendo a la vez la rebaja de precios que se estime justa, y si aquella resolviese aceptar la obra, quedará el contratista obligado a conformarse con la rebaja acordada.

Cuando se juzgue necesario emplear materiales para ejecutar obras que no figuren en el proyecto, se evaluará su importe a los precios asignados a otras obras o

materiales análogos si los hubiera, y cuando no, se discutirá entre el Director de la obra y el contratista, sometiéndoles a la aprobación superior.

Los nuevos precios convenidos por uno u otro procedimiento se sujetarán siempre a lo establecido en el contrato general de la obra.

Al resultado de la valoración hecha de este modo, se le aumentará el tanto por ciento adoptado para formar el presupuesto de la contrata, y de la cifra que se obtenga se descontará lo que proporcionalmente corresponda a la rebaja hecha, en el caso de que exista ésta.

Cuando el contratista, con la autorización del Director de la obra emplease materiales de más esmerada preparación o de mayor tamaño que lo estipulado en el proyecto, sustituyéndose la clase de fábrica por otra que tenga asignado mayor precio, ejecutándose con mayores dimensiones o cualquier otra modificación que resulte beneficiosa a juicio de la Propiedad, no tendrá derecho, sin embargo, sino a lo que correspondería si hubiese construido la obra con estricta sujeción a lo proyectado y contratado.

Artº 6. Abono de las partidas alzadas.

Las cantidades calculadas para obras accesorias, aunque figuren por una partidaalzada del presupuesto, no serán abonadas sino a los precios de la contrata, según las condiciones de la misma y los proyectos particulares que para ellos se formen o en su defecto, por lo que resulte de la medición final.

Para la ejecución material de las partidas alzadas figuradas en el proyecto de obra, deberá obtenerse la aprobación de la Dirección Facultativa. A tal efecto, antes de proceder a su realización se someterá a su consideración el detalle desglosado del importe de la misma, el cual, si es de conformidad podrá ejecutarse.

7.3.10 Condiciones legales

7.3.10.1 Recepción de obras

Artº 1. Recepción de las obras.

Una vez terminadas las obras, y hallándose en las condiciones exigidas, se procederá a la recepción de las mismas.

Al acto de recepción concurrirán la propiedad, el facultativo encargado de la dirección de la obra y el contratista, levantándose el acta correspondiente. En caso de que las obras no se hallen en estado de ser recibidas se actuará conforme a lo dispuesto en contrato establecido.

El plazo de la garantía comenzará a contarse a partir de la fecha de la recepción de la obra. Al realizarse la recepción de las obras deberá presentar el contratista las pertinentes autorizaciones de los Organismos oficiales de la provincia para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran. No se efectuará esa recepción de las obras si no se cumple este requisito.

Artº 2. Plazo de garantía.

Sin perjuicio de las garantías que expresamente se detallan en el contrato el contratista garantiza en general todas las obras que ejecute, así como los materiales empleados en ellas y su buena manipulación.

El plazo de garantía será el establecido en contrato y durante este período el contratista corregirá los defectos observados, eliminará las obras rechazadas y reparará las averías que por dicha causa se produzcan, todo ello por su cuenta y sin derecho a indemnización alguna, ejecutándose en caso de resistencia dichas obras por la Administración con cargo a la fianza.

El contratista garantiza a la Propiedad contra toda reclamación de tercera persona, derivada del incumplimiento de sus obligaciones económicas o disposiciones legales relacionadas con la obra. Una vez aprobada la recepción y liquidación definitiva de las obras, la Propiedad tomará acuerdo respecto a las retenciones efectuadas.

Tras la recepción de la obra el contratista quedará relevado de toda responsabilidad salvo lo referente a los vicios ocultos de la construcción debidos a incumplimiento doloso del contrato por parte del empresario, de los cuales responderá en

el término de 15 años. Transcurrido este plazo quedará totalmente extinguida la responsabilidad.

Artº 3. Pruebas para la recepción.

Con carácter previo a la ejecución de las unidades de obra, los materiales habrán de ser reconocidos y aprobados por la Dirección Facultativa. Si se hubiese efectuado su manipulación o colocación sin obtener dicha conformidad deberán ser retirados todos aquellos que la citada dirección rechaza, dentro de un plazo de treinta días.

El contratista presentará oportunamente muestras de cada clase de material a la aprobación de la Dirección Facultativa, las cuales conservarán para efectuar en su día comparación o cotejo con los que se empleen en obra.

Siempre que la Dirección Facultativa lo estime necesario serán efectuadas por cuenta de la contrata las pruebas y análisis que permitan apreciar las condiciones de los materiales a emplear.

7.3.10.2 Cargos al contratista

Artº 1. Planos para las instalaciones.

El contratista, de acuerdo con la Dirección Facultativa entregará en el acto de la recepción provisional, los planos de todas las instalaciones ejecutadas en la obra, con las modificaciones o estado definitivo en que hay quedado.

Artº 2. Autorizaciones y Licencias.

El contratista se compromete igualmente a entregar las autorizaciones que perceptivamente tienen que expresar las delegaciones Provinciales de Industria, Sanidad, etc, y autoridades locales, para la puesta en servicio de las referidas instalaciones.

Son también de cuenta del contratista todos los arbitrios, licencias municipales, vallas, alumbrado, multas, etc, que ocasionen las obras desde su inicio hasta su total terminación, salvo que se especifique lo contrario en el contrato entre la Propiedad y el contratista.

Artº 3. Conservación durante el plazo de garantía.

El contratista durante el tiempo que media entre la recepción provisional y la definitiva, será el conservador de las obras, donde tendrá el personal suficiente para atender a todas las averías y reparaciones que puedan presentarse, aunque el establecimiento fuese ocupado o utilizado por la propiedad antes de la recepción definitiva.

7.3.10.3 Disposiciones varias

Artº 1. Normas de aplicación.

Para todo aquello no detallado expresamente en los artículos anteriores, y en especial sobre las condiciones que deberán reunir los materiales que se emplean en obra, así como la ejecución de cada unidad de obra, y las normas para su medición y valoración regirá el Pliego de Condiciones Técnicas de la Dirección General de Arquitectura.

Se cumplimentarán todas las normas vigentes y las sucesivas que se publiquen en el transcurso de las obras.

Artº 2. Suspensión de las obras.

Cuando la entidad propietaria desee suspender la ejecución de las obras tendrá que avisarlo con un mes de anticipación y el contratista tendrá que suspender los trabajos sin derecho a indemnización, siempre que se le abone el importe de la obra ejecutada y el valor de los materiales acumulados al pie de obra, al precio corriente en la localidad; igual se hará en los casos de rescisión justificada.

Si la suspensión de las obras fuese motivada por el contratista, el propietario se reserva el derecho a la rescisión del contrato, abonando al contratista tan sólo la obra ejecutada con pérdida de la retención como indemnización de perjuicios irrogados a la entidad propietaria; quedando obligado el contratista a responder de los perjuicios superiores a esta cantidad, salvo que se indique lo contrario en el contrato.

En caso de muerte o de quiebra del contratista, quedará rescindida la contrata, a no ser que los herederos o los síndicos de la quiebra ofrezcan llevarla a cabo bajo las condiciones estipuladas en la misma. El propietario puede admitir o desechar el ofrecimiento, sin que en este caso tengan aquellos derecho a indemnización alguna.

Tanto en estos casos de rescisión como en los que legalmente se pudiesen presentar, las herramientas y demás elementos de trabajo que sean de pertenencia del contratista, tendrá éste obligación a recogerlos en un plazo de ocho días; de no ser así se entiende que los abandona a favor de la obra.

Artº 3. Prorroga de las obras.

Si se diese el caso de que por alguna contingencia, la Empresa Constructora solicitase una ampliación de plazo para la terminación de las obras, este se determinará de acuerdo con la Dirección Facultativa y siempre y cuando las causas alegadas sean por motivos ajenos al discurrir normal de la obra.

Artº 4. Rescisión de contrato.

En caso de que hubiese rescisión de contrato, la valoración de las obras incompletas se haría aplicando los precios del presupuesto, sin que el contratista tenga derecho alguno a reclamación. Si no existiesen precios descompuestos, o en el precio dado no estuviesen claramente especificados, se aplicarán a los materiales los precios corrientes de almacén de la localidad.

Artº 5. Personal en obra.

Todo el personal que desarrolle cualquier actividad en la obra, deberá tener su situación laboral de acuerdo con la legislación vigente.

7.3.11 Condiciones técnicas generales

Artº 1. Calidad de los materiales.

Todos los materiales a emplear en la presente obra serán de primera calidad y reunirán las condiciones exigidas vigentes referentes a materiales y prototipos de construcción.

Artº 2. Pruebas y ensayos de materiales.

Todos los materiales a que este capítulo se refiere 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 de las obras, bien entendido que será rechazado el que no reúna las condiciones exigidas por la buena práctica de la construcción.

Artº 3. Materiales no consignados en proyecto.

Los materiales no consignados en proyecto que dieran lugar a precios contradictorios reunirán las condiciones de bondad necesarias, a juicio de la Dirección Facultativa, no teniendo el contratista derecho a reclamación alguna por estas condiciones exigidas.

Artº 4. Condiciones generales de ejecución.

Todos los trabajos, incluidos en el presente proyecto se ejecutarán esmeradamente, con arreglo a las buenas prácticas de la construcción, de acuerdo con las condiciones establecidas en el Pliego de Condiciones de la Edificación de la Dirección General de Arquitectura y cumpliendo estrictamente las instrucciones recibidas por la Dirección Facultativa, no pudiendo por tanto servir de pretexto al contratista el bajo contrato, 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.

7.3.12 Cumplimiento de los plazos

El contratista está obligado al cumplimiento de los plazos parciales fijados definitivamente por la Propiedad, así como del plazo final para la total terminación de obra.

Si el retraso fuera producido por motivos no imputables al contratista y ésta se ofreciera a cumplir sus compromisos mediante prórroga del tiempo convenido, se concederá por la Propiedad un plazo que será, por lo menos, igual al tiempo perdido.

El contratista dará comienzo a las obras una vez firmada el Acta de Inicio de las mismas.

7.3.13 Plan de obra y relación de maquinaria

Al inicio de las obras, el contratista estará obligado ante el requerimiento de la Dirección Técnica a complementar el Plan de Obra que hay previsto con la relación de medios humanos y su cualificación profesional, así como con la relación de medios auxiliares y maquinaria que se compromete a mantener durante la ejecución de las obras.

Asimismo, el contratista deberá aumentar los medios auxiliares y personal técnico, siempre que la Administración compruebe que ello es necesario para el desarrollo de las obras en los plazos previstos.

La aceptación del Plan de Obra y de la relación de medios auxiliares propuestos no implicará exención alguna de responsabilidad para el contratista, en caso de incumplimiento de los plazos parciales o del final.

7.3.13.1 Materiales en depósito

Los materiales que se entreguen por la propiedad al contratista se considerarán en depósito desde el momento de la entrega, siendo el contratista responsable de su custodia y conservación hasta tanto la obra sea recibida.

A tal fin, el contratista responde con la fianza de cumplimiento de los daños, deterioros, pérdidas, extravíos, robos o cualquier otro accidente que puedan sufrir los citados materiales.

7.3.13.2 Maquinaria y medios auxiliares

Toda la maquinaria y medios auxiliares empleados por el contratista serán de su exclusiva cuenta, sin que en ningún caso pueda exigirse que la Administración se las abone, ya que su coste presumible y gastos de amortización y conservación han sido tenidos en cuenta en la formación de los distintos precios. No podrá, el contratista, alegando lo costoso de las instalaciones auxiliares, exigir que se le abone cantidad alguna en concepto de anticipo sobre dichos medios.

7.3.14 Control de calidad e inspección y control

Previamente al inicio de las obras, el contratista deberá presentar al Ingeniero-Director, para su aprobación, el Plan de Control de Calidad y el de Puntos de Inspección y Control de la obra, que será de aplicación tanto a la obra civil como a los equipos eléctricos y mecánicos a instalar.

Para la ejecución de todas las unidades de obra, estas se someterán a los controles establecidos por la normativa legal de vigente aplicación, o los que por cualquier motivo considerase necesario la Dirección Facultativa, siendo el coste de los mismos por cuenta del contratista.

En los mencionados planes se recogerá de forma clara la identificación de cada unidad de obra, el tipo de ensayo a realizar y la normativa de aplicación, la frecuencia de realización de cada tipo de ensayo, y las condiciones de aceptación o rechazo. Para materiales y equipos definirá los certificados de origen, pruebas y garantías que deberá aportar el proveedor de los mismos, así como las pruebas y ensayos a realizar en obra, la frecuencia de los mismos y las condiciones de aceptación o rechazo.

7.3.15 Manuales de mantenimiento y planos "as built"

Concluidas las obras, el contratista está obligado a entregar a la Propiedad los "Manuales de Mantenimiento" de aquellas instalaciones o equipos que hubiese instalado, así como los planos "As-Built" de todas las obras realizadas. Tanto los manuales como los planos se entregarán por triplicado. En los citados manuales de mantenimiento se recogerán, tanto la descripción detallada de los equipos o instalaciones, como lista de repuestos, operaciones de mantenimiento preventivo y operativo y, en general, todo lo necesario para el correcto funcionamiento y conservación de las citadas instalaciones y/o equipos.

7.4 Estudio básico de seguridad y salud

7.4.1 Antecedentes y objeto

Se redacta el presente Estudio Básico de Seguridad y Salud de acuerdo con lo establecido en el apartado 1 del Artículo 4 del R.D. 1627/1997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.

Es el objetivo del mismo es la prevención de todos los riesgos que indudablemente se producen en cualquier proceso laboral y está encaminado a proteger la integridad de las personas y los bienes, indicando y recomendando los medios y métodos que habrán de emplearse, así como las secuencias de los procesos laborales adecuados en cada trabajo específico, a fin de que contando con la colaboración de todas las personas que intervienen en los trabajos a conseguir un RIESGO NULO durante el desarrollo de los mismos.

Se atenderá especialmente a los trabajos de mayor riesgo, y se cuidarán las medidas para las protecciones individuales y colectivas, señalizaciones, instalaciones provisionales de obra y primeros auxilios.

En aplicación de este Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista de la obra elaborará el Plan de Seguridad y Salud en el trabajo aplicable a la obra, en el que se analizarán, estudiarán, desarrollarán y complementarán las previsiones contenidas en este estudio, en función de sus propios sistemas y medios de ejecución de la obra.

7.4.2 Identificación de la obra

7.4.2.1 Tipo de Obra

Las obras objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, consisten en la ejecución de la instalación de un generador fotovoltaico concebido mediante un sistema fijo (sin seguimiento solar) y se ubica apoyado en la cubierta de un edificio en Alcalá de Guadaíra, Sevilla.

7.4.2.2 Situación

Ubicación: Termino Municipal de Alcalá de Guadaira.

Ciudad: Alcalá de Guadaira

Provincia: Sevilla

7.4.2.3 Características del local

Las actuaciones a realizar se ejecutarán dentro del recinto del edificio, en la cubierta del edificio, y en la caseta del centro de transformación, cuyas características y dimensiones se recogen en planos adjuntos.

7.4.2.4 Accesos, comunicaciones e infraestructuras

El edificio dispone de acceso desde la vía pública, y todas las infraestructuras de instalaciones necesarias para la ejecución de las obras.

7.4.2.5 Servicios y redes de distribución afectadas por la obra

No se producirá ningún tipo de afección a las infraestructuras y servicios existentes, salvo las derivadas de la ejecución de la conexión en baja tensión.

7.4.2.6 Autor del Estudio Básico de Seguridad y Salud

Técnico: Santos Rodríguez Reyes

D.N.I.: 48 814 180 S
 Dirección: C/ Las Pajas, 12.
 Ciudad: Olivares (Sevilla)
 C. postal: 41.804

7.4.2.7 Presupuesto total de ejecución de la obra

El presupuesto de ejecución material de la obra asciende a 65.134,72 Euros.

7.4.2.8 Plazo de ejecución

El plazo de ejecución se estima en 1,15 meses.

7.4.2.9 Número de trabajadores

De acuerdo con las Mediciones y Presupuesto del Proyecto, y los descompuestos de las diferentes partidas, el coste directo de ejecución correspondiente a la mano de obra es de 3.740,39 Euros, y dado que el coste horario medio por trabajador es de 17,90 Euros/hora se tiene.

Importe del coste de la mano de obra.	3.740,39 Euros
Precio medio hora/trabajador	17,90 Euros.
Número de horas de trabajo	$3.740,39 \text{ Euros} / 17,9 \text{ Euros/hora} = 208,96 \text{ horas}$
Número de jornadas de trabajo	$208,96 \text{ horas} / 8 \text{ horas/jornada} = 26,12 \text{ jornadas}$
Días de duración de la obra	$1,15 \text{ meses} \times 22 \text{ días/mes} = 25,3 \text{ días}$
Número de operarios	$26,12 \text{ jornadas} / 25,3 \text{ días} = 1,03 \text{ Operarios}$
Redondeo número de operarios	2 Operarios

7.4.3 Normas de seguridad aplicables a la obra

Será de obligado cumplimiento la normativa legal de vigente aplicación, de entre la que cabe destacar:

- Ley 31/ 1.995 de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1.997 sobre Señalización de seguridad en el trabajo.
- Real Decreto 486/1.997 sobre Seguridad y Salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1.997 sobre Manipulación de cargas.
- Real Decreto 773/1.997 sobre Utilización de Equipos de Protección Individual.
- Real Decreto 39/1.997. Reglamento de los Servicios de Prevención.
- Real Decreto 1215/1.997 sobre Utilización de Equipos de Trabajo.
- Real Decreto 1627/1.997 por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
- Estatuto de los Trabajadores.

Adicionalmente, serán de aplicación las Condiciones Técnicas y Prescripciones Reglamentarias de aplicación a cada uno de los trabajos.

7.4.4 Descripción, características y programación de la obra

7.4.4.1 Características generales de la obra

Como ya anteriormente se ha indicado, la obra objeto del presente Estudio Básico de Seguridad y Salud, corresponde con la instalación de un generador fotovoltaico concebido mediante un sistema fijo (sin seguimiento solar) y se ubica apoyado en la cubierta de un edificio en Alcalá de Guadaira, Sevilla.

En la Memoria Descriptiva y Planos del Proyecto en el que se integra este Estudio, se recoge una descripción detallada de las características de estas obras e instalaciones.

7.4.4.2 Fases de ejecución de la obra

En coherencia con las características de la obra, se han previsto las siguientes fases de ejecución:

- Trabajos previos.
- Montaje de estructura metálica que sujetarán los paneles fotovoltaicos.
- Montaje de todos los elementos necesarios, cajas, herrajes, tendidos de cables, puestas a tierra, etc.
- Montaje de los paneles fotovoltaicos sobre las estructuras soporte.
- Conexión de todos los elementos de la instalación.
- Pruebas en vacío y puesta en servicio de la instalación.

7.4.5 Análisis general de riesgos y prevención de los mismos

Se realiza a continuación un análisis y evaluación de riesgos asociados a la ejecución de la obra, con indicación de las medidas preventivas a adoptar, y los equipos de protección a emplear. No obstante, como medidas preventivas de carácter general se tendrá en cuenta:

Actividades de la obra:

- Se mantendrán limpias las áreas de trabajo, evitando acumulación de escombros y montículos de tierra.
- Se colocarán barandillas en los bordes de los desniveles (0,90 m.).
- Las cargas deberán ir paletizadas con el fin de evitar el deslizamiento de cualquier material en la maniobra de izado y traslado.
- Se apilarán ordenadamente los elementos auxiliares antes y después de utilizarlos.

Los oficios que intervienen en la obra:

- Se mantendrán los tajos limpios de escombros o medios auxiliares.
- No se permitirá la realización de fuego en la obra bajo ningún concepto, evitándose así incendios, asfixias, etc...
- Los envases almacenados deben permanecer correctamente cerrados.
- Se vigilará que los locales o lugares de trabajo donde sea necesaria la utilización de maquinaria que produzcan polvo estén perfectamente ventilados.
- Se cuidará que cada oficio que por necesidad de los medios auxiliares necesiten corriente eléctrica, la tomen de los cuadros de distribución de equipados con puesta a tierra, así como conectar los aparatos con las clavijas macho hembra para tal fin.

Medios auxiliares:

- Se extremará el cuidado oportuno para instalar andamios y borriquetas en planos horizontales. Si por cualquier motivo esto no fuese posible, se calzarán adecuadamente con elementos resistentes y se tomarán medidas para evitar el deslizamiento de los citados elementos y vuelcos.

- Antes de la utilización de cualquier medio auxiliar, se comprobará el estado del mismo desechando todo aquel que no cumpla con las prescripciones mínimas.
- Los medios auxiliares deberán poseer los elementos propios adecuados para la prevención de la seguridad.

Maquinaria para intervenir en la obra:

- Se recibirá en la obra la maquinaria que cumpla con las condiciones de seguridad dispuestas para cada una en la legislación vigente, desechando aquellas que no lo cumplan.
- No se dejarán las máquinas funcionando si no existe un operario pendiente de su utilización.
- Para la maquinaria portátil o de fácil traslado, se tendrá en cuenta que posea los elementos de seguridad diseñados para la misma, que esté conectada correctamente en el cuadro de distribución, que los cables no estén pelados o dañados. No se trabajará con la mencionada maquinaria en presencia de agua, sólo se utilizará aquella que esté diseñada para tal fin.
- Las máquinas de uso corriente y de pequeño tamaño suelen tener elementos que por su utilización en el trabajo requerido se desgastan, por lo que hay que evitar apurar al máximo dicho material para evitar riesgos leves ligeramente dañinos.

Instalaciones de la obra:

- Se suministrarán andamios y borriquetas en perfecto estado, no acumulando los materiales a manipular de forma desordenada.
- No se trabajará sin comprobar que la instalación no posee tensión eléctrica.
- Se comprobará antes del inicio de la jornada laboral en estado de las bombonas de butano, propano y/o acetileno.
- No se manejarán productos tóxicos en lugares cerrados o sin ventilación.

Desmontaje de las instalaciones provisionales de la obra:

- Antes de la eliminación o retirada de los elementos auxiliares e instalaciones provisionales de la obra, se comprobará que los servicios están desconectados.

7.4.5.1 Análisis de riesgos

Riesgos derivados del emplazamiento de las obras y su entorno

Riesgos relacionados con el paso de personas ajenas a la obra por las zonas colindantes a la obra y al edificio.

Riesgos derivados de la Organización de la obra

En accesos y vías de circulación

- Caídas de objetos.
- Caídas de personas al mismo nivel.
- Caídas de personas a distinto nivel.
- Atropellos.

Emplazamientos y montajes de equipos, maquinarias y otros

- Caídas de personas en operaciones de montaje.
- Caídas de cargas de elementos de elevación.
- Caídas de objetos de izado de cargas.
- Caídas de personas al manipular la carga en el aire.

Situación de locales, zonas de almacenamiento y acopios

- Aplastamiento por vuelco de apilado de saco.
- Aplastamiento por vuelco de apilado de ladrillos.
- Caídas de distinto nivel de material apilado.
- Caídas de objetos de izado de cargas.

Ubicación de construcciones auxiliares.

- Golpes de personas por el transporte de grandes piezas en suspensión.

- Atrapamientos durante maniobras de ubicación por vuelco o desplome de piezas.
- Aplastamiento de manos o pies al recibir piezas.
- Cortes o golpes por el manejo de herramientas manuales o máquinas.
- Riesgos derivados de la realización de trabajos con fuertes vientos.

Instalaciones provisionales de obras

- Contactos eléctricos directos o indirectos. Mal comportamiento de las tomas de tierras.
- Los derivados de caídas de tensión en la instalación por sobrecarga.
- Mal funcionamiento de mecanismos y sistemas de protección.

Riesgos derivados de la ejecución de las obras

Trabajos previos

- Caída de personas y/u objetos a mismo nivel.
- Caída de personas y/u objetos a distinto nivel.
- Desplome y vuelco de paramentos.
- Golpes y cortes por el uso de herramientas manuales.
- Electrocutión.
- Riesgos derivados de la realización de trabajos en ambientes pulverulentos.
- Riesgos a terceros por intromisión descontrolada en la obra, en horas de descanso o de trabajo.
- Repercusiones en la estructura de otras dependencias del edificio.
- Interferencias por conducciones subterráneas.

Instalaciones eléctricas

- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Cortes por manejo de herramientas manuales, guías o conductores.
- Pinchazos en las manos por manejo de guías o conductores.
- Electrocutión.

- Golpes por herramientas manuales.
- Quemaduras por mecheros durante operaciones de calentamiento del macarrón protector.

Instalaciones mecánicas

- Caídas al mismo o distinto nivel.
- Cortes en las manos por objetos o herramientas.
- Atrapamientos entre piezas pesadas.
- Explosión (sopletes, botellas de gases tomados, bombonas).
- Los propios del uso de soldadura autógena.
- Pisadas sobre objetos o materiales punzantes.
- Quemaduras.

7.4.5.2 Medidas de prevención

Medidas de seguridad. Riesgos derivados emplazamiento en obras y su entorno

Relativas al emplazamiento

- Se cortará el paso del acerado del edificio, cuando exista paso de vehículos al interior de la obra, colocando personal para realizar las señalizaciones oportunas.
- Cualquier anomalía observada se comunicará por el encargado (capataz o vigilante de seguridad) de inmediato tras proceder al desalojo de los tajos expuestos a riesgo.
- Guardar una distancia de seguridad que puede variar según el voltaje de la línea que en ningún caso será menor de 6 m.

Relativas al entorno

- Se prohibirá el paso a toda persona ajena a la obra advirtiéndose en carteles bien visibles en entrada.

Medidas de seguridad y salud para los riesgos derivados de la organización

Acceso y vías de circulación

- En accesos y vías de circulación se mantendrá acotada la zona en la que se realizarán los trabajos y si no fuera suficiente, para evitar daños se mantendrá una persona como vigilante y dirigiendo maniobras de vehículos o máquinas relacionados con la obra en su momento.

Acopios

- Mantener un buen trabajo en el apilado de material susceptible de apilar, que dé buena estabilidad a la pila de material.

Medidas de seguridad y salud para los riesgos derivados de las obras

Trabajos previos

- Señalización aérea de zona de trabajo.
- Evitar apilados de tierras materiales junto al borde de huecos.
- Protección personal adecuada (cascos, botas, guantes, etc...).
- Se contemplan en este Estudio Básico de Seguridad y Salud el apuntalamiento como elementos de seguridad

Instalaciones eléctricas

- En la fase de apertura y cierre de rozas se esmerará el orden y la limpieza de la obra para evitar riesgos de pisadas o tropezones.
- La herramienta a utilizar por los electricistas instaladores estará protegida con material aislante normalizado contra los contactos con la energía eléctrica.
- Para evitar la conexión accidental a la red de la instalación eléctrica, el último cableado que se ejecutará será el que irá del cuadro general al de la Compañía Suministradora, guardando en lugar seguro los mecanismos necesarios para la conexión que serán los últimos en instalarse.

- Las pruebas de funcionamiento de la instalación eléctrica serán anunciadas a todo el personal de la obra antes de ser iniciadas.
- Protección personal adecuada (casco, botas, guantes, etc...).
- Los riesgos derivados de la instalación eléctrica de obra, se protegerán conforme a lo que establece el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- Toda maquinaria cuyo funcionamiento sea por medio de energía eléctrica, tendrá su correspondiente puesta a tierra. Asimismo los cuadros eléctricos estarán dotados de puesta a tierra e interruptores diferenciales que funcionaran correctamente en todo momento.
- Los cables no estarán por tierra, se habilitaran mástiles y largueros donde atar los cables de tal forma que se pueda circular y trabajar por debajo de ellos.

Cuadros de obra:

- Toda instalación eléctrica debe estar convenientemente dividida en varios circuitos, con objeto de limitar las consecuencias resultantes de un posible defecto en cualquiera de ellos. Esta división facilitara la localización de fallos y el trabajo de mantenimiento.
- El armario y la instrumentación utilizada deben adaptarse a las condiciones de empleo, particularmente duras, de las obras.
- Los armarios pueden clasificarse en las siguientes categorías, según su destino:

Armarios de distribución general: Material semi-fijo y Cuadros de alimentación portátil: Material móvil.

- La construcción de estos cuadros deberá cumplir con lo estipulado en la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo y en el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.
- La carcasa de los cuadros eléctricos de obra deberá ser de material aislante o de doble aislamiento, con un grado de estanqueidad contra proyecciones de agua. Según normas UNE el grado de protección ha de ser IP-447.

- Los aparatos y dispositivos del cuadro deberán presentar una protección IP-20 y llevarán las partes activas totalmente protegidas.
- En el cuadro se instalarán protecciones contra cortocircuitos y sobrecargas, a base de magnetotérmicos. También se instalarán interruptores de corte sensibles a las corrientes de defecto, o sea interruptores diferenciales. Se procurará que sean de la máxima sensibilidad posible, de 30 o 10 mA.
- Para la protección contra contactos eléctricos indirectos, y para que actúen los interruptores diferenciales, será necesaria la puesta a tierra de las masas de la maquinaria eléctrica. La toma de tierra se instalará al lado del cuadro eléctrico y de este partirán los conductores de protección a conectarse a las máquinas o aparatos de la obra.
- Las tomas de corriente se realizarán con material clasificado como IP-445, se instalarán en los laterales del armario.

Instalaciones mecánicas

- El transporte de tramos de tubería a hombro por un solo hombre se realizará inclinando la carga hacia atrás, de tal forma que el extremo que va por delante supere la altura de un hombre.
- Se mantendrán limpios de cascotes y recortes los lugares de trabajo.
- Se prohíbe soldar con plomo en lugares cerrados.
- El lugar destinado a almacenar las bombonas o botellas de gases licuados tendrán ventilación constante por corriente de aire, puerta con cerradura de seguridad e iluminación artificial en su caso.
- Colocar señales normalizadas de "peligro explosión" y "prohibido fumar" sobre puerta de almacén.
- Se evitará soldar con las botellas o bombonas de gases expuestas al sol.
- La ubicación "in situ" de aparatos sanitarios (bañeras, bidés, inodoros, piletas, fregaderos y similares) serán efectuadas por un mínimo de tres operarios, dos controlan la pieza mientras el tercero la recibe, para evitar accidentes por caídas o desplomes de los aparatos.
- Protección personal adecuada (casco, botas, guantes, etc...).

7.4.6 Señalización de los riesgos

7.4.6.1 Señalización de los riesgos del trabajo

Como complemento de la protección colectiva y de los equipos de protección individual anteriormente indicados, se ha previsto el empleo de una señalización normalizada, que recuerde en todo momento los riesgos existentes a todos los que trabajan en la obra.

7.4.6.2 Señalización vial

Aunque los trabajos a realizar no originan riesgos importantes para los operarios por la presencia de la vecindad o del tráfico rodado, es necesario que en los momentos en los que así se requiera se organice la circulación de vehículos de la manera más segura, mediante la instalación de la oportuna señalización vial.

7.4.7 Instalaciones provisionales para los trabajadores

Las instalaciones provisionales para los trabajadores se dispondrán en las propias dependencias del edificio, y deberán reunir las adecuadas condiciones higiénico-sanitarias, y disponer de las correspondientes acometidas de servicios (Electricidad, agua y saneamiento).

7.4.8 Prevención asistencial en caso de accidente laboral

7.4.8.1 Primeros Auxilios

Será necesario disponer de un local con botiquín de primeros auxilios, en el que se den las primeras atenciones sanitarias a los posibles accidentados. El botiquín contendrá como mínimo:

- Un frasco conteniendo agua oxigenada.
- Un frasco conteniendo alcohol de 96 grados.
- Un frasco conteniendo tintura de yodo.
- Un frasco conteniendo mercurio cromo.
- Un frasco conteniendo amoníaco.
- Una caja de gasa estéril.
- Una caja de algodón hidrófilo estéril.
- Un rollo de esparadrapo.
- Un torniquete.
- Una bolsa para agua o hielo.
- Una bolsa conteniendo guantes esterilizados.
- Un termómetro clínico.
- Una caja de apósitos autoadhesivos.
- Una caja de analgésicos.
- Un tubo de pomada para quemaduras

7.4.8.2 Medicina Preventiva

Con el fin de lograr evitar en lo posible las enfermedades profesionales en esta obra, así como los accidentes derivados de trastornos físicos, psíquicos, alcoholismo y resto de las toxicomanías peligrosas, en cumplimiento de la legislación laboral vigente, se realizarán los reconocimientos médicos previos a la contratación de los trabajadores de la obra, y los preceptivos de ser realizados al año de su contratación.

7.4.8.3 Evacuación de accidentados

La evacuación de accidentados se realizará siempre por personal sanitario especializado, bajo ningún concepto el accidentado será movilizad

inexperto con el fin de evitar posibles lesiones o agravar las ya producidas. En la zona de vestuarios existirá cartel donde quede recogido el Centro de Salud más próximo, así como el teléfono y dirección del mismo.

7.4.9 Obligaciones del promotor

Antes del inicio de los trabajos, el promotor designará un Coordinador en materia de Seguridad y Salud, cuando en la ejecución de las obras intervengan más de una empresa, o una empresa y trabajadores autónomos o diversos trabajadores autónomos.

La designación del Coordinador en materia de Seguridad y Salud no eximirá al promotor de las responsabilidades.

7.4.10 Coordinador en materia de seguridad y salud

El Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra, deberá desarrollar las siguientes funciones:

- Coordinar la aplicación de los principios generales de prevención y seguridad.
- Coordinar las actividades de la obra para garantizar que las empresas y personal actuante apliquen de manera coherente y responsable los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales durante la ejecución de la obra, y en particular, en las actividades a que se refiere el Artículo 10 del Real Decreto 1627/1.997.
- Aprobar el Plan de Seguridad y Salud elaborado por el contratista y, en su caso, las modificaciones introducidas en el mismo.
- Organizar la coordinación de actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
- Coordinar las acciones y funciones de control de la aplicación correcta de los métodos de trabajo.
- Adoptar las medidas necesarias para que solo las personas autorizadas puedan acceder a la obra.

La Dirección Facultativa asumirá estas funciones cuando no fuera necesario la designación del Coordinador.

7.4.11 Plan de seguridad y salud en el trabajo

En aplicación de este Estudio Básico de Seguridad y Salud, el contratista, antes del inicio de la obra, elaborará un Plan de Seguridad y Salud en el que se analicen, estudien, desarrollen y complementen las previsiones contenidas en este Estudio en función de su propio sistema de ejecución de obra. En dicho Plan se incluirán, en su caso, las propuestas de medidas alternativas de prevención que el contratista proponga con la correspondiente justificación técnica, y que no podrán implicar disminución de los niveles de protección previstos en este Estudio.

El Plan de Seguridad y Salud deberá ser aprobado, antes del inicio de la obra, por el Coordinador en materia de Seguridad y Salud durante la ejecución de la obra. Este podrá ser modificado por el contratista en función del proceso de ejecución de la misma, de la evolución de los trabajos y de las posibles incidencias o modificaciones que puedan surgir a lo largo de la obra, pero que siempre con la aprobación expresa del Coordinador. Cuando no fuera necesaria la designación del Coordinador, las funciones que se le atribuyen serán asumidas por la Dirección Facultativa.

Quienes intervengan en la ejecución de la obra, así como las personas u órganos con responsabilidades en materia de prevención en las empresas intervinientes en la misma y los representantes de los trabajadores, podrán presentar por escrito y de manera razonada, las sugerencias y alternativas que estimen oportunas. El Plan estará en la obra a disposición de la Dirección Facultativa.

7.4.12 Obligaciones de contratistas y subcontratistas

El contratista y subcontratistas estarán obligados a:

1. Aplicar los principios de acción preventiva que se recogen en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de limpieza.
 - La elección del emplazamiento de los puestos y áreas de trabajo, teniendo en cuenta sus condiciones de acceso y la determinación de las vías o zonas de desplazamiento o circulación.
 - La manipulación de distintos materiales y la utilización de medios auxiliares.
 - El mantenimiento, el control previo a la puesta en servicio y control periódico de las instalaciones y dispositivos necesarios para la ejecución de las obras, con objeto de corregir los defectos que pudieran afectar a la seguridad y salud de los trabajadores.
 - La delimitación y acondicionamiento de las zonas de almacenamiento y depósito de materiales, en particular si se trata de materias peligrosas.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir y hacer cumplir a su personal lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.
3. Cumplir la normativa en materia de prevención de riesgos laborales, teniendo en cuenta las obligaciones sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, así como cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
4. Informar y proporcionar las instrucciones adecuadas a los trabajadores autónomos sobre todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiera a seguridad y salud.

5. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud durante la ejecución de la obra.

Serán responsables de la ejecución correcta de las medidas preventivas fijadas en el Plan y en lo relativo a las obligaciones que le correspondan directamente o, en su caso, a los trabajos autónomos por ellos contratados. Además responderán solidariamente de las consecuencias que se deriven del incumplimiento de las medidas previstas en el Plan.

Las responsabilidades del Coordinador, Dirección Facultativa y el Promotor no eximirán de sus responsabilidades a los contratistas y a los subcontratistas.

7.4.13 Obligaciones de los trabajadores autónomos

Los trabajadores autónomos están obligados a:

1. Aplicar los principios de la acción preventiva que se recoge en el Artículo 15 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, y en particular:
 - El mantenimiento de la obra en buen estado de orden y limpieza.
 - El almacenamiento y evacuación de residuos y escombros.
 - La recogida de materiales peligrosos utilizados.
 - La adaptación del período de tiempo efectivo que habrá de dedicarse a los distintos trabajos o fases de trabajo.
 - La cooperación entre todos los intervinientes en la obra.
 - Las interacciones o incompatibilidades con cualquier otro trabajo o actividad.
2. Cumplir las disposiciones mínimas establecidas en el Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997.
3. Ajustar su actuación conforme a los deberes sobre coordinación de las actividades empresariales previstas en el Artículo 24 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales, participando en particular en cualquier medida de su actuación coordinada que se hubiera establecido.
4. Cumplir con las obligaciones establecidas para los trabajadores en el Artículo 29, apartados 1 y 2 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales.
5. Utilizar equipos de trabajo que se ajusten a lo dispuesto en el Real Decreto 1215/1.997.
6. Elegir y utilizar equipos de protección individual en los términos previstos en el Real Decreto 773/1.997.
7. Atender las indicaciones y cumplir las instrucciones del Coordinador en materia de seguridad y salud.

Los trabajadores autónomos deberán cumplir lo establecido en el Plan de Seguridad y Salud.

7.4.14 Libro de incidencias

En cada centro de trabajo existirá, con fines de control y seguimiento del Plan de Seguridad y Salud, un Libro de Incidencias que constará de hojas por duplicado y que será facilitado por el Colegio profesional al que pertenezca el técnico que haya aprobado el Plan de Seguridad y Salud.

Deberá mantenerse siempre en obra y en poder del Coordinador. Tendrán acceso al Libro, la Dirección Facultativa, los contratistas y subcontratistas, los trabajadores autónomos, las personas con responsabilidades en materia de prevención de las empresas intervinientes, los representantes de los trabajadores, y los técnicos especializados de las Administraciones públicas competentes en esta materia, quienes podrán hacer anotaciones en el mismo.

Efectuada una anotación en el Libro de Incidencias, el Coordinador estará obligado a remitir en el plazo de veinticuatro horas una copia a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará dichas anotaciones al contratista y a los representantes de los trabajadores.

7.4.15 Paralización de los trabajos

Cuando el Coordinador y durante la ejecución de las obras, observase incumplimiento de las medidas de seguridad y salud, advertirá al contratista y dejará constancia de tal incumplimiento en el Libro de Incidencias, quedando facultado para, en circunstancias de riesgo grave e inminente para la seguridad y salud de los trabajadores, disponer la paralización de trabajos o, en su caso, de la totalidad de la obra.

Dará cuenta de este hecho a los efectos oportunos, a la Inspección de Trabajo y Seguridad Social de la provincia en que se realiza la obra. Igualmente notificará al contratista, y en su caso a los subcontratistas y/o autónomos afectados de la paralización y a los representantes de los trabajadores.

7.4.16 Derechos de los trabajadores

Los contratistas y subcontratistas deberán garantizar que los trabajadores reciban una información adecuada y comprensible de todas las medidas que hayan de adoptarse en lo que se refiere a su seguridad y salud en la obra.

Una copia del Plan de Seguridad y Salud y de sus posibles modificaciones, a los efectos de su conocimiento y seguimiento, será facilitada por el contratista a los representantes de los trabajadores en el centro de trabajo.

7.4.17 Disposiciones mínimas de seguridad y salud que deben aplicarse en las obras

Las obligaciones previstas en las tres partes del Anexo IV del Real Decreto 1627/1.997, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, se aplicarán siempre que lo exijan las características de la obra o de la actividad, las circunstancias o cualquier riesgo.

7.5 Presupuesto y mediciones

A continuación se presentará las mediciones y presupuesto de las diferentes partidas que componen la instalación

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA									
01.01	u PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO 240 Wp Suministro y colocación de panel solar fotovoltaico monocristalino de silicio, células de alto rendimiento, marco de aluminio pintado y caja de conexiones IP-65, de dimensiones 1675x1001x31 mm. y 21,2 Kg de peso, marca SOLARWORLD o similar, de 245 Wpico, incluyendo pequeño material de fijación, incluso cableado de los mismos hasta la caja de agrupación de series.								
							96,00	336,00	32.256,00
01.02	u ESTRUCTURA SOPORTE PANELES Suministro, montaje e instalación de estructura soporte sobre cubierta plana o inclinada standard, para instalación de paneles fotovoltaicos, incluso puesta a tierra de la misma, marca HILTI o similar.								
							96,00	90,88	8.724,48
01.03	u INVERSOR TRIFASICO 10 KW Suministro, montaje e instalación de inversores trifásicos conectado a red, marca INGETEAM, mod. INGECONSUN 10 o similar de 10 kW de potencia nominal. Puesta a tierra de los mismos, incluso pequeño material de fijación y cableado del mismo.								
							2,00	6.036,00	12.072,00
01.04	u MONITORIZACIÓN Suministro e instalación del Sistema de adquisición de datos para tele-control de inversores.								
							1,00	1.253,28	1.253,28
TOTAL CAPÍTULO 01 INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....									54.305,76

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02 INTERCONEXIONES									
02.01	<p>u CAJA CONCENTRADORA DE SERIES (CCS)</p> <p>Suministro y montaje incluso cableado de armario estanco de PVC de dimensiones apropiadas, IP65, con función de caja de concentración parcial de series, a ubicar en estructura existente, en instalación sobre cubierta y a la intemperie, para agrupamiento de hasta 3 series de 16 paneles, con llave de cierre en puerta y compuesto por los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 6 Bases Fusibles unipolares cortocircuitos seccionables con fusibles cilíndricos tipo gG, talla 0, de 10A. - 2 conjuntos de embarrados, para positivo y negativo, concentrador de intensidades, para int. nominal mínima de 40 A. - Descargadores de sobretensión DG YPV 1000 o similar - Bornas y elementos auxiliares. 								
							2,00	245,37	490,74
02.02	<p>u CAJA DE AGRUPACIÓN DE INVERSORES CA</p> <p>Suministro y montaje incluso cableado de armario de PVC tipo interior, de dimensiones apropiadas, con función de caja de caja global de alterna, a ubicar en el Centro de Inversores, para agrupamiento de las salidas alternas de los inversores, compuesto por los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 2 Interruptores automático magnetotérmico de 4x20 A, 6 KA. - Bornas y elementos auxiliares. 								
							1,00	153,05	153,05
02.03	<p>u CUADRO GENERAL DE SALIDA</p> <p>Suministro y montaje de cuadro de salida de la instalación solar fotovoltaica, compuesto por armario metálico o poliéster, IP65, de dimensiones apropiadas alojando en su interior los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 1 interruptor-seccionador de corte en carga de 4x50 A, con maneta de accionamiento condenable mediante candado. - 1 Interruptor con protección diferencial de 4x63 A y sensibilidad 30 mA. - 1 Interruptor automático magnetotérmico de 4x50 A, 15 KA. - Descargadores de sobretensión DG TT 230/400 o similar 								
							1,00	717,72	717,72
02.04	<p>m CONEXIÓN ENTRE LAS CCS E INVERSORES</p> <p>Suministro y montaje sobre bandeja instalada del puente de interconexión entre las cajas concentradoras de series y los inversores, realizado con cable de cobre, tipo RZ1-K 0,6/1 kV de 2x1x10 mm². Incluido la conexión a las dos cajas concentradora de series y a los dos inversores.</p>								
							25,00	5,78	144,50

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
02.05	<p>m CONEXIÓN ENTRE INVERSORES Y EL CUADRO DE MEDIDA</p> <p>Suministro e instalación en tubo termoplástico instalado en zanja, de la línea trifásica de interconexión entre la caja de agrupación de inversores en corriente alterna y el módulo de medida, realizado con cable de cobre, tipo RZ1-K 0,6/1 kV de 4X1x16 mm². Incluido la conexión a la caja de agrupación y al módulo de medida.</p>						40,00	13,84	553,60
02.06	<p>u EQUIPO DE MEDIDA</p> <p>Suministro y conexionado de equipo de medida en baja tensión definido por compañía distribuidora. Incluso cableado. Compuesto por los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Armario contador provisto de una mirilla para alojamiento contador. - Contador trifásico electrónico bidireccional programable. -Caja General de Protección. <p>Totalmente instalado y embebido en el monolito descrito anteriormente.</p>						1,00	905,72	905,72
02.07	<p>m CONEXIÓN ENTRE EL CUADRO DE MEDIDA Y CAJA DE CONEXIONADO</p> <p>Suministro e instalación en tubo termoplástico instalado, de la línea trifásica de interconexión entre el módulo de medida y la caja de conexionado o embarrado en el punto de conexión, realizado con cable de cobre, tipo RZ1-K 0,6/1 kV de 4x1x16 mm². Incluido la conexión a la caja de agrupación y al módulo de medida.</p>						5,50	26,37	145,04
TOTAL CAPÍTULO 02 INTERCONEXIONES									3.110,37

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 03 OBRA CIVIL									
03.01	u CANALIZACIÓN ENTRE CUBIERTA Y SALA INVERSORES Suministro y montaje de canalización entre cubierta y sala de inversores. Incluso material necesario.						1,00	158,82	158,82
03.02	m BANDEJA CANALIZACIÓN EN CUBIERTA Suministro y colocación de bandeja perforada de chapa galvanizada de 150x60 mm.de 3 m. de longitud, sin separadores y con cubierta , montada sobre la cubierta exterior conforme al reglamento electrotécnico de baja tensión. Incluso pequeño material de fijación y completamente instalado para la colocación posterior de los cables de corriente continua.						10,00	10,13	101,30
03.03	m CANALIZACIÓN BT PARA LÍNEA DE UNIÓN INVERSOR PUNTO DE CONEXIÓN Canalización de línea BT desde centro de inversores hasta el punto de conexión determinado por Compañía enterrada bajo terreno, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm. de ancho y 85 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HM-25/P/20/l, montaje de tubos de material termoplástico de 110 mm. de diámetro y arquetas de cambio de dirección, relleno con una capa de hormigón HM-25/P/20/l hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente, relleno y compactado nuevamente con la tierra extraída de zanja. Retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación.						40,00	28,23	1.129,20
03.04	u CASETA INVERSORES Suministro y montaje del cerramiento compuesto por paneles modulares tipo sandwich, que proporcionen protección mecánica a los inversores y cuadros eléctricos de dimensiones adecuadas, delimitando el acceso a los mismos únicamente a personal especializado. Dotado de la ventilación necesaria.						1,00	600,00	600,00
03.05	u AYUDAS DE ALBAÑILERÍA Ayuda de albañilería a instalaciones de electricidad, incluyendo mano de obra en carga y descarga, materiales, apertura y tapado de rozas y recibidos, i/p.p. de material auxiliar, limpieza y medios auxiliares.						1,00	729,27	729,27
TOTAL CAPÍTULO 03 OBRA CIVIL									2.718,59

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 04 LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN									
04.01	u LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN								
	Realización de proyecto de ejecución, visado en Colegio Profesional y asistencia técnica a la propiedad de cara a la tramitación administrativa, legalización y puesta en marcha de las instalaciones.								
							1,00	5.000,00	5.000,00
	TOTAL CAPÍTULO 04 LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....								5.000,00
	TOTAL.....								65.134,72

RESUMEN DE PRESUPUESTO

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA.....	54.305,76	83,37
02	INTERCONEXIONES.....	3.110,37	4,78
03	OBRA CIVIL.....	2.718,59	4,17
04	LEGALIZACIÓN DE LA INSTALACIÓN.....	5.000,00	7,68
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	65.134,72	
	13,00% Gastos generales.....	8.467,51	
	6,00% Beneficio industrial.....	3.908,08	
	SUMA DE G.G. y B.I.	12.375,59	
	21,00% I.V.A.....	16.277,17	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	93.787,48	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	93.787,48	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de NOVENTA Y TRES MIL SETECIENTOS OCHENTA Y SIETE EUROS con CUARENTA Y OCHO CÉNTIMOS

, a 6 de Marzo de 2013.

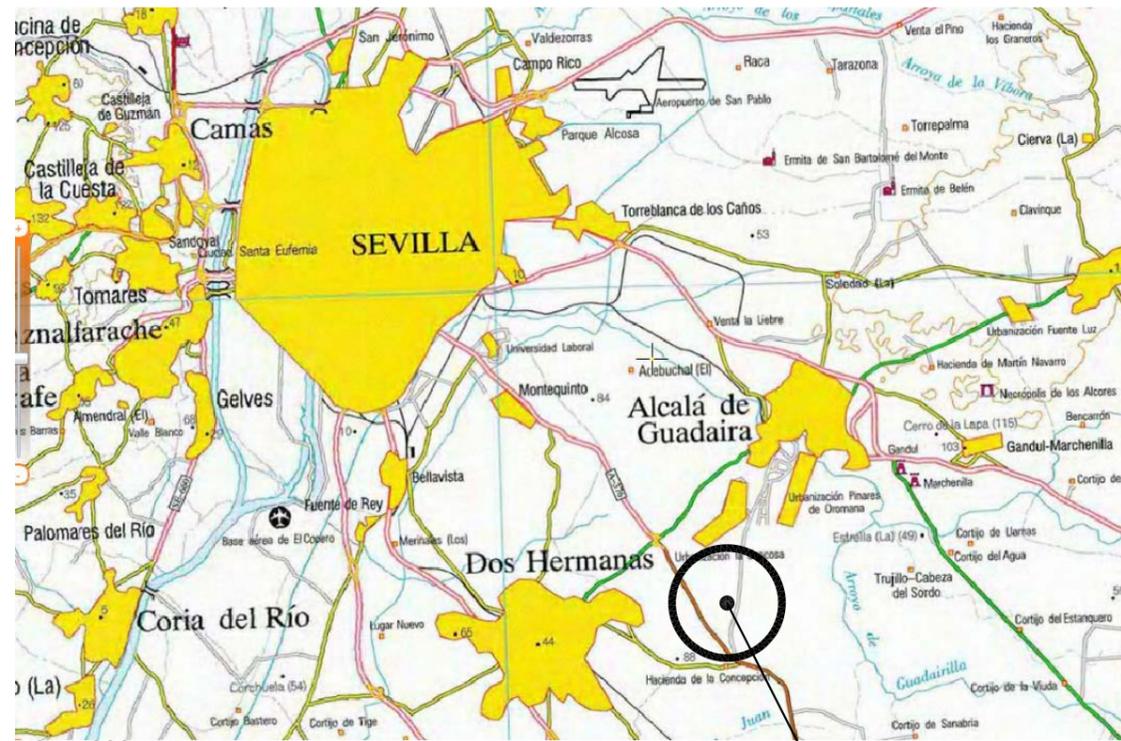
El promotor

La dirección facultativa

7.6 Planos

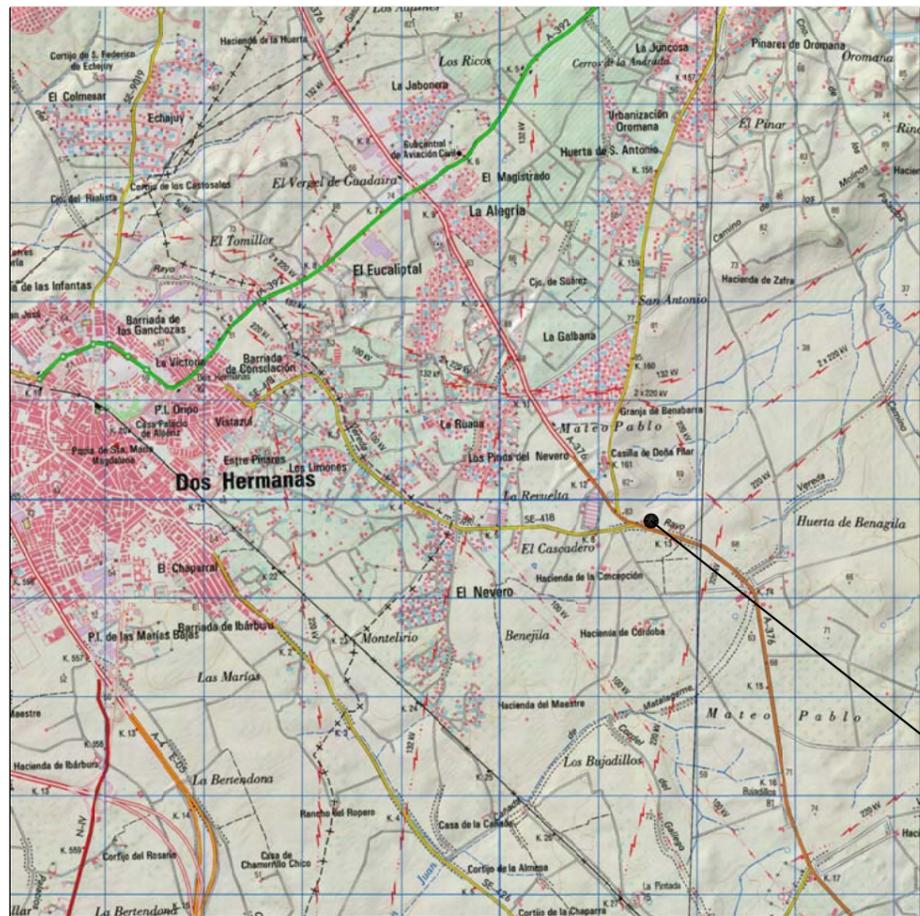
A continuación se presenta la siguiente relación de planos:

1. SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO
2. MONTAJE DE LOS MÓDULOS
3. ESQUEMA DE CONEXIÓN
4. UBICACIÓN CENTRO TRANSFORMACIÓN
5. ESQUEMA UNIFILAR CONEXIÓN A RED
6. ESQUEMA UNIFILAR AUTOCONSUMO



ESCALA 1/2.500

SITUACION



ESCALA 1/10.000

EMPLAZAMIENTO

COORDENADAS DE POSICIÓN DE LA INSTALACIÓN

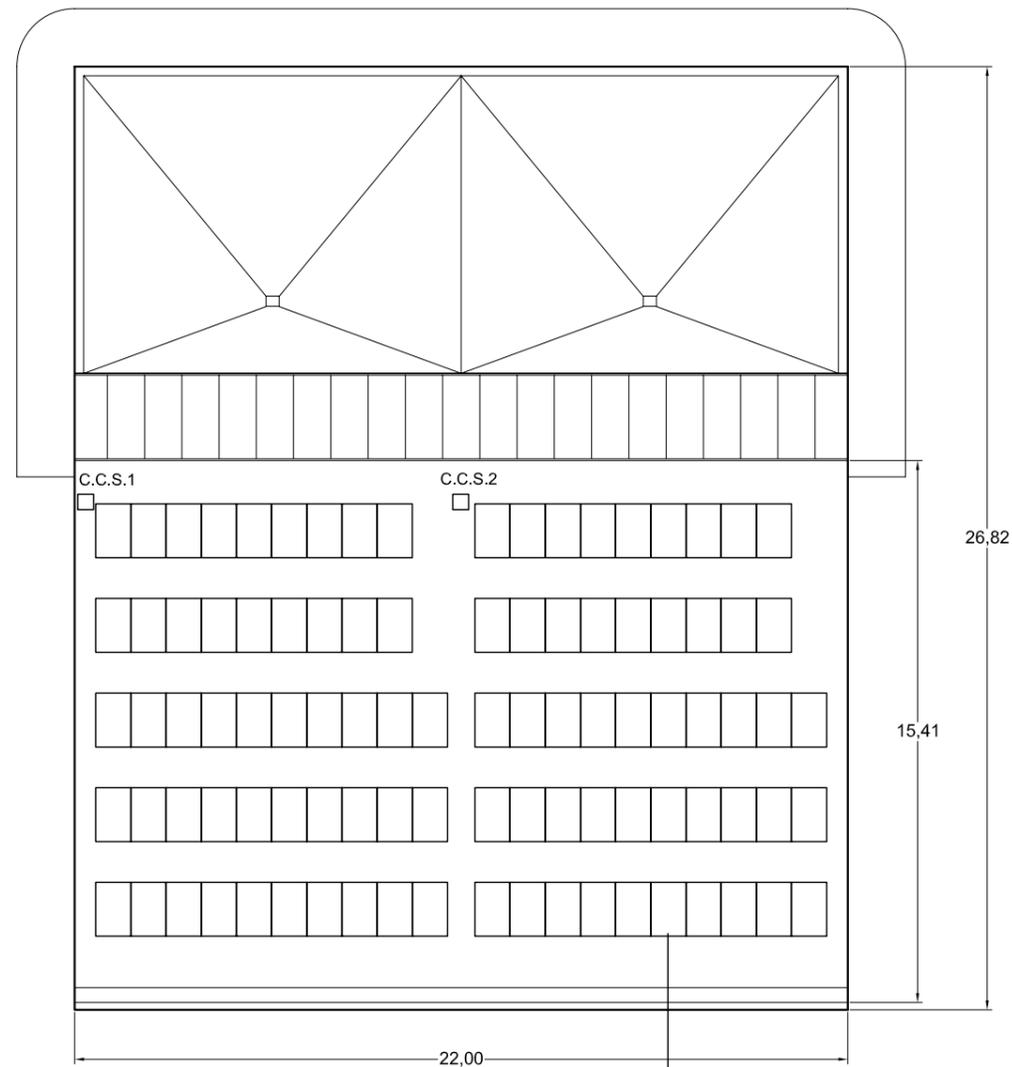
COORDENADAS DATUM ETRS89

37° 18' 9" N LONGITUD 5° 52' 41" W LATITUD

COORDENADAS UTM30

X=244903 Y=4132340

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO
FECHA	MAR.-2013	PROYECTO FIN DE CARRERA INSTALACION DE GENERACION ELECTRICA FOTOVOLTAICA DE 20kW		
DIBUJADO	MAR.-2013			
COMPROBADO	MAR.-2013			
		SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO	ESCALA	Varias
			AUTOR:	PLANO Nº
		SANTOS RODRÍGUEZ REYES - D.N.I. 48. 814. 180-S		

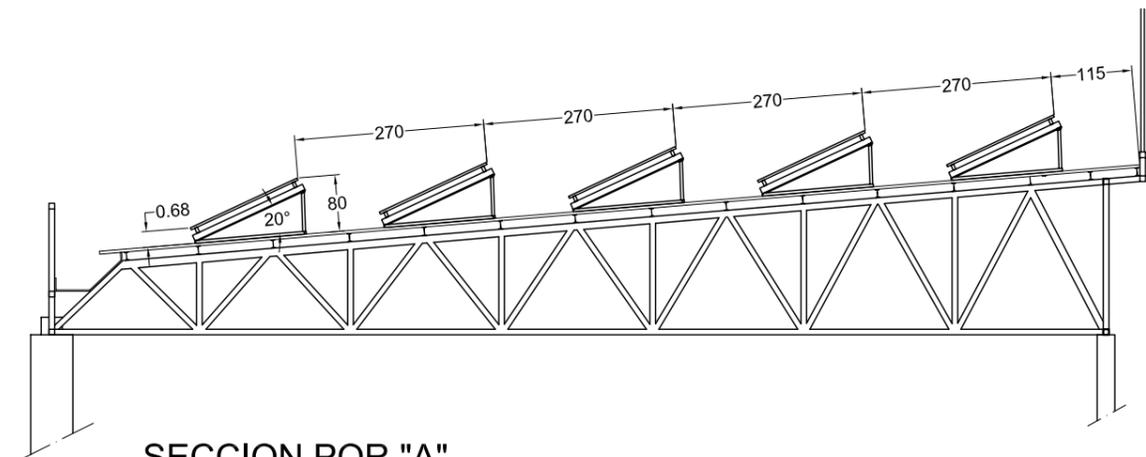


VISTA EN PLANTA
E = 1:200

← SECCION "A"

NOTAS:

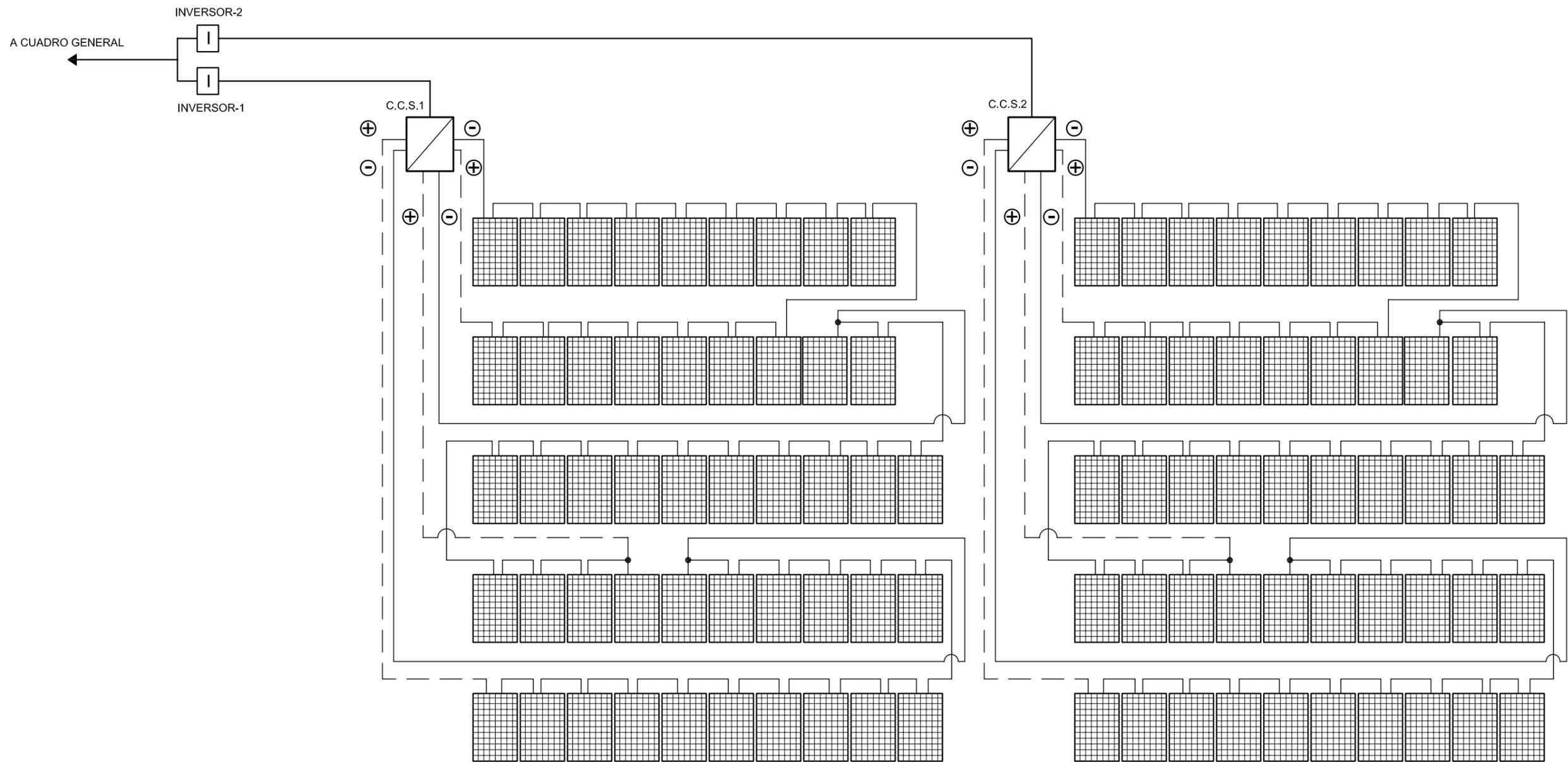
96 MODULOS EN CUBIERTA CHAPA EXTERIOR.
 MODELO: SUNMODULE PLUS SW 245 mono DE SOLARWORLD
 PARA CUBIERTA DE CHAPA: SOPORTES DE MODULOS
 FOTOVOLTAICOS EN AL. INCLINABLES 25° TIPO VIGA TRANSVERSAL
 COGIDOS CON SOPORTES PARA CUBIERTA DE CHAPA TRAPEZOIDAL
 Y ESPARRAGOS PASANTES A LAS CORREAS.



SECCION POR "A"

E = 1:100
 COTAS EN cm.

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO
FECHA	MAR.-2013	PROYECTO FIN DE CARRERA INSTALACION DE GENERACION ELECTRICA FOTOVOLTAICA DE 20kW		
DIBUJADO	MAR.-2013			
COMPROBADO	MAR.-2013			
				
		MONTAJE DE LOS MODULOS AUTOR: SANTOS RODRIGUEZ REYES - D.N.I. 48. 814. 180-S	ESCALA	
			Varias	
			PLANO Nº	2/6



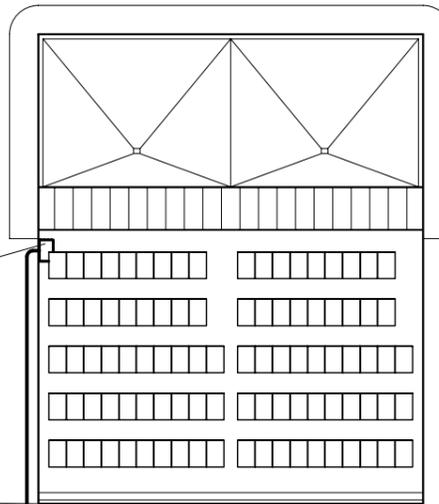
LEYENDA

-  MODULO FOTOVOLTAICA
-  CAJA CONCENTRADORA DE SERIES
-  INVERSOR
-  POLO POSITIVO
-  POLO NEGATIVO

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO
FECHA	MAR.-2013	PROYECTO FIN DE CARRERA INSTALACION DE GENERACION ELECTRICA FOTOVOLTAICA DE 20 kW		
DIBUJADO	MAR.-2013			
COMPROBADO	MAR.-2013			
		ESQUEMA DE CONEXIONADO	ESCALA	
		AUTOR:	S/E	PLANO Nº
		SANTOS RODRÍGUEZ REYES - D.N.I. 48. 814. 180-S	3/6	



APARCAMIENTOS



INVERSORES

CONDUCTO ELÉCTRICO

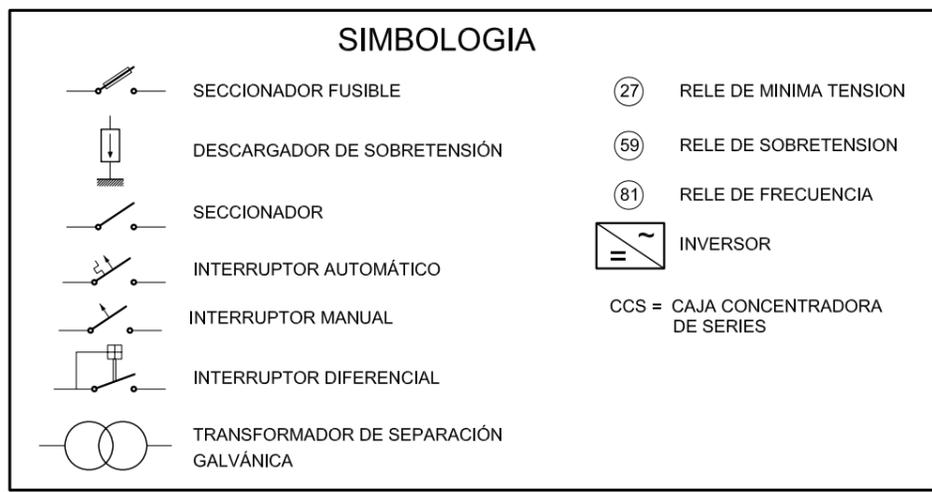
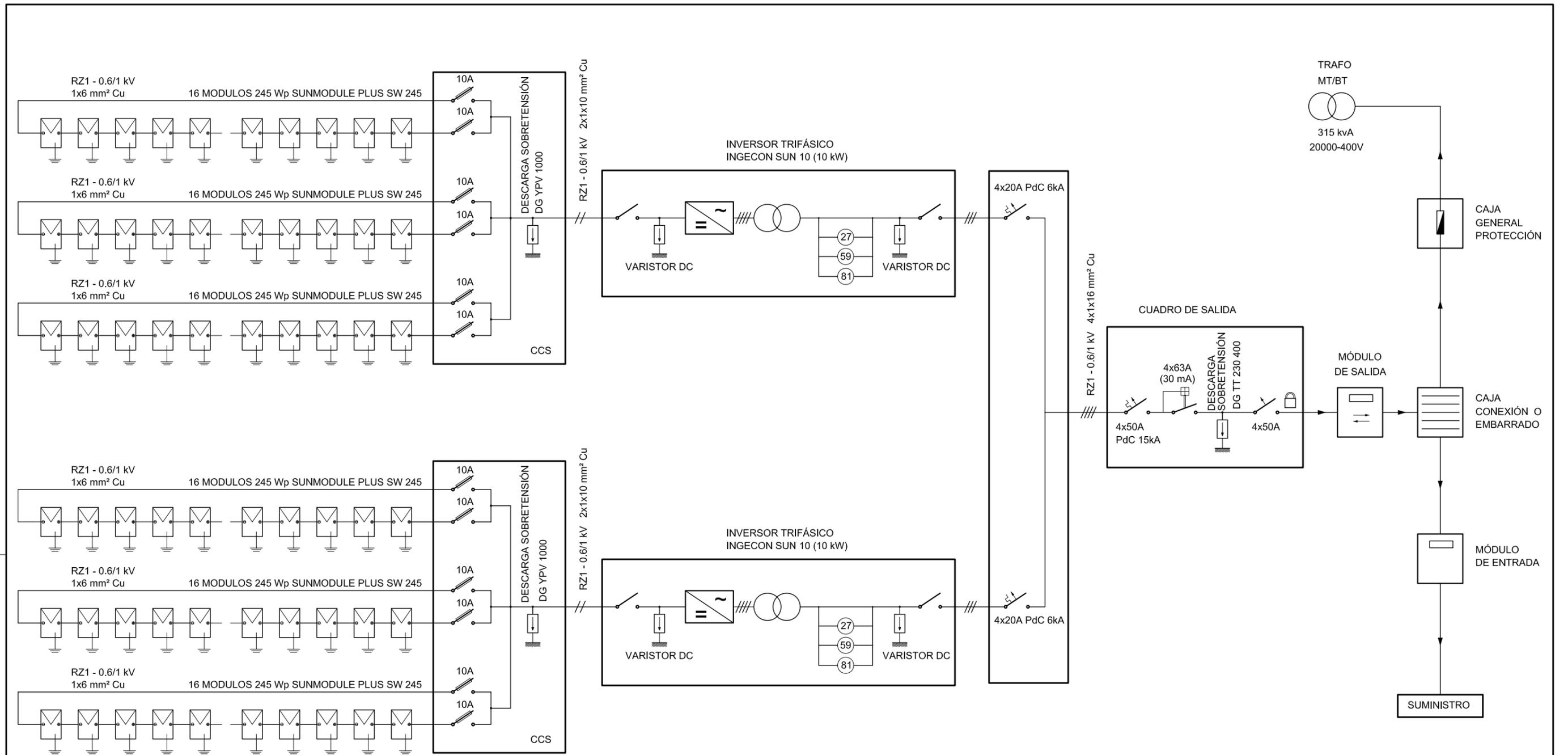
PROTECCIÓN GENERAL
Y CENTRO DE MEDIDA

C.T.

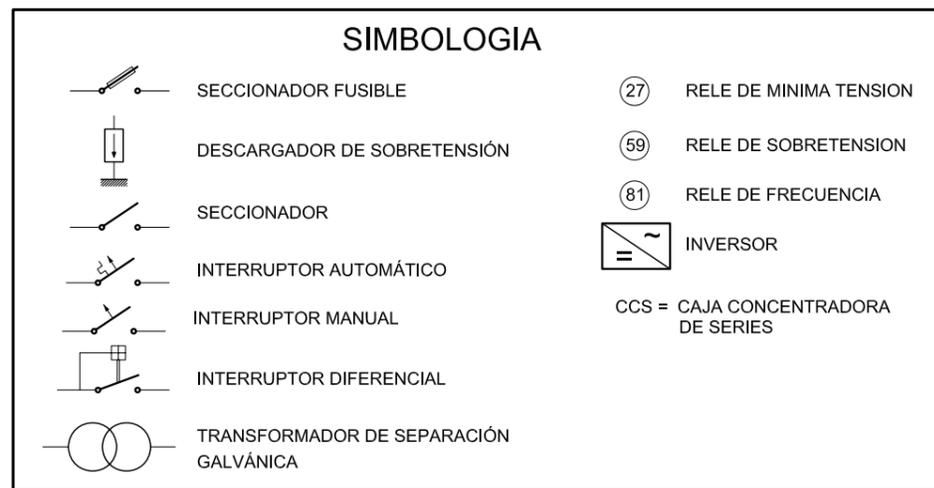
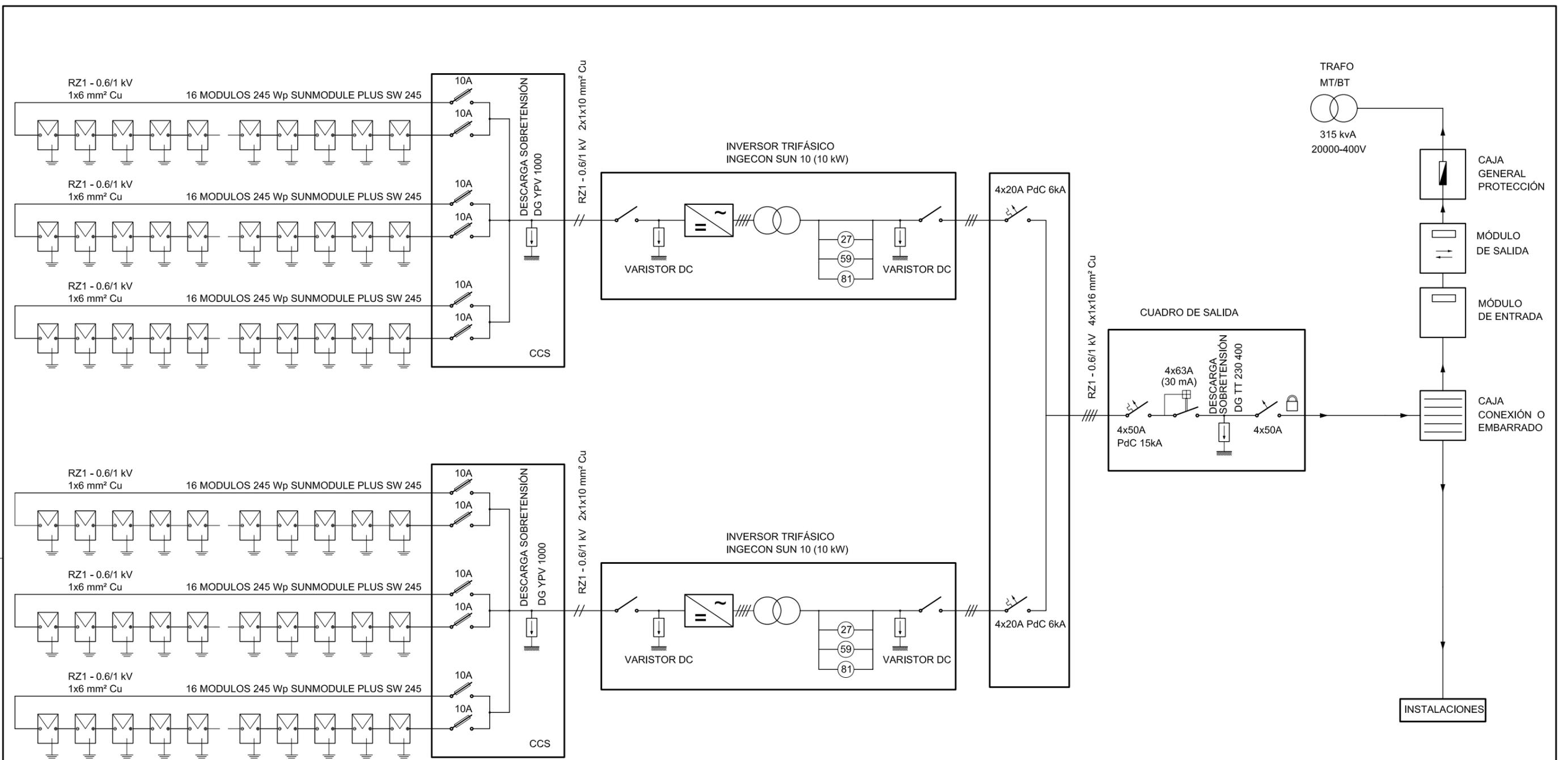
↑
ACCESO

CARRETERA

Nº REV.	FECHA	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO
FECHA	MAR.-2013	PROYECTO FIN DE CARRERA INSTALACION DE GENERACION ELECTRICA FOTOVOLTAICA DE 20kW		
DIBUJADO	MAR.-2013			
COMPROBADO	MAR.-2013			
		UBICACIÓN CENTRO DE TRANSFORMACIÓN Y RECORRIDO CONDUCTO ELÉCTRICO	ESCALA	
			1:400	
		AUTOR:		PLANO Nº
SANTOS RODRÍGUEZ REYES - D.N.I. 48. 814. 180-S		4/6		



Nº REV.	FECHA	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO
FECHA	MAR.-2013	PROYECTO FIN DE CARRERA		
DIBUJADO	MAR.-2013	INSTALACION DE GENERACION ELECTRICA FOTOVOLTAICA DE 20kW		
COMPROBADO	MAR.-2013	ESQUEMA UNIFILAR CONEXION A RED		
		AUTOR:		ESCALA
		SANTOS RODRÍGUEZ REYES - D.N.I. 48. 814. 180-S		S/E
				PLANO Nº
				5/6



Nº REV.	FECHA	DESCRIPCION	REVISADO	APROBADO
FECHA	MAR.-2013	PROYECTO FIN DE CARRERA		
DIBUJADO	MAR.-2013	INSTALACION DE GENERACION ELECTRICA FOTOVOLTAICA DE 20kW		
COMPROBADO	MAR.-2013	ESQUEMA UNIFILAR AUTOCONSUMO		
		AUTOR:		ESCALA
		SANTOS RODRÍGUEZ REYES - D.N.I. 48. 814. 180-S		S/E
				PLANO Nº
				6/6