



TITULO DEL PROYECTO.

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 99 kW_n SOBRE CUBIERTA DE
POLIDEPORTIVO MUNICIPAL Y DE APARCAMIENTO
CONTIGUOCONECTADA A RED DE B.T.**

Avinguda Rei Jaume II de Mallorca sn, Petra.

AUTOR DEL PROYECTO.: Berna Oliver Bestard.

INGENIERO INDUSTRIAL.



FECHA DE REDACCIÓN
ABRIL 2009

PRESUPUESTO: (euros)
787.990,40 €

TOMO
1 de 1

INDICE GENERAL

Documento nº 1: Memoria y Anejos.

MEMORIA

1. Antecedentes.
2. Objeto del Proyecto.
3. Clasificación, Calificación y Tramitación de la Actividad.
4. Ejercicio de la Actividad y Normativa Aplicable.
5. Generalidades.
6. Relación de Vecinos y Organismos Afectados.
7. Impacto Ambiental
8. Instalación Fotovoltaica.
9. Expropiaciones.
10. Plazo de Ejecución.
11. Clasificación del Contratista.
12. Revisión de Precios.
13. Trabajadores en la Obra.
14. Medidas de Seguridad y Salud.
15. Justificación de los Precios.
16. Presupuesto.
17. Documentos del Proyecto.
18. Declaración de obra Completa.
19. Conclusión.

ANEJOS

1. Cálculos.
2. Estudio de Seguridad y Salud.
3. Ficha Gestión de Residuos.

Documento nº 2: Planos.

- Plano nº 01: Situación General.
Plano nº 02: Planta de la Instalación.
Plano nº 03: Distribución de módulos por inversor.
Plano nº 04: Esquema de la Instalación.
Plano nº 05: Detalle zanja

Documento nº 3: Pliego de Condiciones.

Documento nº 4: Presupuesto.

MEMORIA

1. ANTECEDENTES

Se describe en el presente proyecto una instalación tipo de paneles fotovoltaicos conectados en Baja Tensión al armario de la estación transformadora con número 13645 denominada Fabrica Bovedillas situada, tal y como se puede observar en los planos, frente al pabellón polideportivo. La instalación contará con un centro de contaje en B. T. desde el cual se verterá la energía eléctrica a la red a través del C. D. más próximo a este armario, existente en la zona.

La instalación de paneles fotovoltaicos se realizará encima de la cubierta del polideportivo municipal de Petra. Dicha instalación se realizará sobre raíles instalados sobre el panel tipo sandwich, en los cuales irán ensambladas las diferentes estructuras sin forzar la resistencia del panel sandwich o del material de la cubierta. Dicha instalación será realizada que en caso de necesidad sea desmontable.

Dicho tipo de instalación es idónea para este caso, ya que se puede aprovechar el punto de consumo de la nave para realizar la evacuación de energía a la red, se ahorran costes en obra civil ya que la cubierta hace la función de elemento pasivo de protección.

Una planta fotovoltaica produce electricidad limpia mediante paneles solares, y debidamente convertida es vertida en su totalidad a la red eléctrica.

Las instalaciones a realizar serán de tipo desmontable (similar a un invernadero), la duración estimada de la instalación es de 25 años.

El entorno macroeconómico actual viene marcado principalmente por los compromisos de reducciones de contaminación atmosférica. El Protocolo de Kyoto ha impulsado la política energética de los últimos años y el desarrollo de las energías renovables:

- El Libro Blanco de la Energía, de la Unión Europea propone a sus estados miembros el objetivo de conseguir un 12% de producción energética mediante el uso de energías renovables.
- El Plan de Ahorro Energético y el Plan de Fomento de las Energías Renovables (www.idae.es), se proponen el mismo objetivo para el año 2010, fijando el objetivo de conseguir 150 MW en energía solar fotovoltaica conectada a red.
- El Pla Director Sectorial Energètic de les Illes Balears
- El Pla Territorial de Mallorca realiza una clara apuesta por el desarrollo de las energías renovables, proponiendo un impulso de la energía solar fotovoltaica como herramienta de autoabastecimiento energético.

Los Reales Decretos 661/2007, 1578/2008, y 1663/2000, definen los parámetros técnicos y económicos que regulan las instalaciones fotovoltaicas conectadas a red, en que se basa el diseño de la presente instalación.

2. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto del presente proyecto es el de definir y describir las instalaciones y condiciones técnicas de que constará una instalación fotovoltaica de 99 Kw_n (potencia nominal de los inversores a instalar) instalada encima de cubierta de nave industrial, para cumplimentar con la normativa vigente aplicable a esta actividad y para obtener los permisos pertinentes de los Organismos Oficiales, necesarios para su instalación y conexión a la red, así como dar a conocer en detalle la actividad de la instalación y las ventajas que su funcionamiento reportará para la zona y su entorno.

3. CLASIFICACIÓN, CALIFICACIÓN Y TRAMITACIÓN DE LA ACTIVIDAD

Según la definición de actividades reguladas en polígonos industriales y la normativa que les afecta este tipo de instalación tienen USO PERMITIDO en este tipo de ubicaciones.

Según el ejercicio a realizar en la actividad, y aplicando la ley 16/2006, de 17 de Octubre, de Régimen jurídico de las licencias integradas de actividad de las Islas Baleares, por lo que se considerará ACTIVIDAD PERMANENTE INOCUA. Debido a que es una instalación de energía eléctrica de transporte y distribución eléctrica sin personal adscrito, como marca dicha ley.

REAL DECRETO 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, por el que se establece la metodología para la actualización y sistematización del sistema jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial, clasifica este tipo de instalación en el grupo b1.1.1 ya que es una instalación que únicamente utiliza como energía primaria la solar fotovoltaica.

Decreto 19/1996 – Nomenclátor de Actividades Molestas, Insalubres, Nocivas y Peligrosas		
Número de Orden		IX.04
Molesta	Por ruidos y vibraciones	-
	Por olores, humos y/o emanaciones	-
Nocivas e Insalubres	Por contaminación	-
	Por vertidos	-
	Por radiaciones ionizantes	-
Peligrosas	Incendios según la Q	-
	Incendios según productos de combustión	-
	Por emisión de sustancias tóxicas	-
	Por emisión de radiaciones ionizantes	-
	Explosión por sobrepresión	-
CNAE		40104

4. EJERCICIO DE LA ACTIVIDAD Y NORMATIVA APLICABLE

La actividad objeto de este proyecto será la instalación de una instalación fotovoltaica conectada a red.

Se han tenido en cuenta y se dará cumplimiento de las siguientes normas:

- Condiciones Técnicas de conexión para los productores en Régimen Especial.
- Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación. aprobado por Real Decreto 3275/1982. de noviembre, B.O.E. 1-12-82.
- Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Baja Tensión.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación, Real Decreto 3275/1982. Aprobadas por orden del MINER de 18 de octubre de 1984, B.O.E. de 25-10-84.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización suministro y procedimiento de autorización de instalaciones de energía eléctrica (B.O.E. de 27 de Diciembre de 2000).
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
- Reglamento de Verificaciones Eléctricas y regularidad en el Suministro de Energía, Decreto de 12 de Marzo de 1954 y Real Decreto 1725/84 de 18 de Julio.

- Real Decreto 2949/1982 de 15 de Octubre de Acometidas Eléctricas.
- Orden 14-7-97 de la Consejería de Industria, Trabajo y Turismo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos técnicos de determinados tipos de instalaciones industriales.
- Normas UNE y recomendaciones UNESA.
- Ordenanzas municipales del ayuntamiento de Petra
- Normas Particulares de la compañía suministradora
- Normas y recomendaciones del diseño del edificio
- CEI 61330 UNE-EN 61330
- Centros de Transformación prefabricados
- RU 1303^a
- Centros de transformación prefabricados de hormigón
- NBE-X
- Normas básicas de la edificación
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión R.D. 242/2002 e Instrucciones complementarias
- Ley 54/1997 del sector eléctrico
- Decret 58/2001 Pla Director sectorial energètic de les Illes Balears
- R.D. 1955/2000 por el que se regulan las actividades de transporte , distribución comercialización suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica
- Ley de Prevención de Riesgos Laborales Ley 31/1995
- CTE: Código Técnico de la Edificación.
- NNSS del ayuntamiento de Inca.

5. GENERALIDADES

5.1 EMPLAZAMIENTO Y NATURALEZA DE LA EDIFICACIÓN

Esta actividad estará emplazada encima de la cubierta del polideportivo municipal situado en en la Avenida Rey Jaime II de Mallorca sn perteneciente al T. M. de Petra. La línea de evacuación cruzara el aparcamiento en superficie situado frente al pabellón, hasta alcanzar el modulo de medida que se instalara junto al armario de distribución existente.

La referencia catastral de la parcela donde se encuentra el pabellón es 07041A007000250000IM.

Las coordenadas UTM de los cuatro vértices del pabellón son:

X1	510390	X2	510382
Y1	4385325	Y2	4385316
X3	510382	X4	510406
Y3	4385274	Y4	4385282

Según la memoria del Pla Territorial de Mallorca que habla del “Desarrollo de las energías renovables”, la Unión Europea se ha comprometido para el año 2010 en que las fuentes energéticas renovables lleguen al 12% del consumo de energía primaria de los países miembros.

Estos compromisos deben ser asumidos no tan solo por las administraciones centrales sino también por el resto de administraciones públicas y por el conjunto de la ciudadanía. Las energías renovables con mayor potencial en la isla de Mallorca son la solar y la biomasa, y puede suponer **una oportunidad para mejorar el autoabastecimiento energético de la isla**, teniendo en cuenta sus condiciones climatológicas. **Debido a la diversidad de aplicaciones posibles, se sugiere fomentar las campañas de información y divulgación, así como abrir líneas de subvención o financieras para facilitar el acceso a esta tecnología a los usuarios potenciales.**

5.2- HORARIO, SUPERFICIE Y OCUPACIÓN

La instalación funcionará permanentemente, pero sólo verterá energía eléctrica a la red si las condiciones técnicas y climatológicas lo permiten.

La superficie total de la cubierta del pabellón municipal en el plano horizontal de de 1179'25 m² , la superficie real ocupada por paneles es de 309'68 m² , con lo que obtenemos unos coeficientes de ocupación:

	DESCRIPCIÓN SUPERFICIE	SUPERFICIE	% DE LA OCUPACIÓN
Pabellón	S de toda la cubierta	1179'25	100%
	S ocupada por paneles	309'68	26'26%
Aparcamiento	S de toda la cubierta	447'2	100%
	S ocupada por paneles	155'04	34'67%

La instalación fotovoltaica ocupa el 26'26 % de la superficie de la cubierta del polideportivo y el 34'67% de la cubierta del aparcamiento, instalándose los inversores bajo las placas, de modo que no ocuparán mas superficie.

La superficie ocupada de las cubiertas, será ocupada por 414 paneles fotovoltaicos de la marca ATERSA y con una potencia pico de 270Wp.

5.3- PERSONAL

Esta instalación no necesita de personal presente durante su funcionamiento. Solamente será necesario realizar revisiones periódicamente para comprobar su perfecto estado.

5.4- MATERIAS PRIMAS Y PRODUCTOS ACABADOS

Para realizar su función, esta instalación no necesita de materias primas, solamente transforma la energía solar en electricidad susceptible de ser vendida a la compañía distribuidora de energía eléctrica.

5.5- COMBUSTIBLES

Esta instalación no necesita ningún tipo de combustible.

6. RELACIÓN DE VECINOS Y ORGANISMOS AFECTADOS

Dadas las características de la red y debido al recorrido de esta, los vecinos y Organismos afectados son:

Ajuntament de Petra

Motivo: Propietario del pabellón

Gesa Compañía Distribuidora:

Motivo: Enlace con red B.T.

7. IMPACTO AMBIENTAL

7.1- VENTAJAS AMBIENTALES

Evita la contaminación: las placas solares fotovoltaicas son la mejor tecnología disponible para la producción solar de electricidad, ya que transforman un recurso renovable como la radiación solar en electricidad sin ningún tipo de emisión de contaminante o generación de residuos. La producción de electricidad con este tipo de instalaciones evita la generación de la misma cantidad de energía en centrales térmicas, que en las Illes Balears fundamentalmente son de carbón y fuel.

No hay ningún tipo de transferencia de contaminación entre medios y no genera ningún tipo de residuo con su funcionamiento.

La instalación supone un ahorro de energía utilizando racionalmente un recurso renovable como es la radiación solar, implicando un ahorro de emisiones contaminantes (CO₂, SO₂, NO_x, residuos radioactivos...).Aprovecha un recurso local abundante y renovable, el sol.

Contribuye al suministro energético de las islas. Adaptación producción – demanda. Máxima producción en verano cuando hay más demanda en las Illes Balears.

Descentraliza la producción, reduce los costes de transporte de electricidad al acercar producción y consumo, reduciéndose las pérdidas de transporte.

Derivada de las anteriores, contribuye a cumplir los compromisos en materia medioambiental, energética y de reducción de emisiones:

- Libro Blanco de la Energía, la Unión Europea propone a sus estados miembros el objetivo de conseguir un 12% de producción energética mediante el uso de energías renovables.
- Plan de Ahorro Energético y el Plan de Fomento de las Energías Renovables
- Pla Director Sectorial Energètic de les Illes Balears.
- Pla Territorial de Mallorca, impulso de la energía solar fotovoltaica como herramienta de autoabastecimiento energético.
- Compromisos locales de los Consells Insulars y de los Ayuntamientos

7.1.1.- Ahorro de energía primaria para el país

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

Los kWh eléctricos generados con la planta fotovoltaica ahorran la quema de gran cantidad de combustibles.

Además, a esto se ha de añadir el gasto energético derivado de la extracción y transporte de este combustible, juntamente con la reducción del impacto ambiental derivado de ahorro de emisiones de CO₂, SO₂, NO_x y demás...

7.1.2.- Ahorro de emisiones gaseosas a la atmósfera

El dióxido de carbono(CO₂) aunque no es directamente contaminante, produce efecto invernadero, por lo que también es interesante apreciar la cantidad de este gas que se dejara de emanar. Para un hidrocarburo convencional (gas-oil, fuel, carbón) se puede considerar a una emanación de 1 kg de CO₂ por cada kWh eléctrico generado en una central térmica convencional.

En cuanto al resto de emisiones gaseosas, éstas dependerán del combustible que se evita quemar. La producción eléctrica en las Illes Balears se basa en el carbón y los combustibles líquidos.

REDUCCIÓN DE EMISIÓN DE CONTAMINANTES / kWh PRODUCIDO

CO ₂	0.60 kg
SO ₂	1.33kg
NO _x	1.67kg

REDUCCIÓN DE EMISSION DE CONTAMINANTES ANUAL:

- A lo largo de todo el año se estima que se dejara de emitir un total de 93.895'2 Kg de CO₂.
- A lo largo de todo el año se estima que se dejara de emitir un total de 208.134'36 Kg de SO₂.
- A lo largo de todo el año se estima que se dejara de emitir un total de 261.341'64 Kg de NO_x

EVALUACIÓN CUANTIFICADA DE ENERGÍA QUE VA A SER TRANSFERIDA A LA RED ANUALMENTE

Potencia instalada:	111'78 kW
Horas previstas de producción anual:	1400 h
Energía prevista a transferir anual:	156.492 kWh

7.1.3 Estimación de la energía producida mensualmente

Se realiza un estudio energético para valorar la energía producida por los colectores mes a mes, ya que este dato es fundamental para el estudio de viabilidad económica.

Teniendo en cuenta que la irradiancia solar sólo es captable a ciertas horas del día, dando como resultado la siguiente tabla resumen de horas aprovechables según mes:

MES	hsp/dia
ENERO	4,26
FEBRERO	5,24
MARZO	5,53
ABRIL	6,08
MAYO	6,68
JUNIO	7,2
JULIO	7,09
AGOSTO	6,74
SEPTIEMBRE	5,66
OCTUBRE	5,01
NOVIEMBRE	4,14
DICIEMBRE	3,87
MEDIA	5,63

Según estas horas de aprovechamiento solar se ha calculado la energía que produce la instalación de 99 KW_n mensualmente:

MES	Energia producida (kWh)
ENERO	14761,67
FEBRERO	15814,63
MARZO	19162,45
ABRIL	20388,67
MAYO	23147,40
JUNIO	24144,48
JULIO	24568,13
AGOSTO	23355,31
SEPTIEMBRE	18980,24
OCTUBRE	17360,55
NOVIEMBRE	13883,08
DICIEMBRE	13410,25
ANUAL	124.762,28

Dándonos una suma de 124.762 KWh producidos a lo largo de todo el año.

7.1.4 Impacto visual

Dada la planimetría de la zona, la visión de la instalación de las placas fotovoltaicas únicamente se realizará horizontalmente encima de la cubierta de la nave, haciendo su impacto visual mínimo.

Las líneas eléctricas discurrirán enterradas, por lo que no causarán ningún impacto visual.

7.1.5 Impacto acústico

Esta instalación no causa ningún impacto acústico, ya que los equipos instalados no producen ruido alguno.

7.1.6 Impacto sobre el territorio

La instalación no crea impacto alguno sobre el territorio, ya que se realizará en cima de la cubierta del pabellón ya construido instalándose los paneles encima de la cubierta, minimizando el impacto visual y los esfuerzos que debería soportar la estructura que aguanta los paneles.

8. INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA

8.1.- DESCRIPCIÓN TÉCNICA DE LA INSTALACIÓN

El sistema se basa en la transformación de la corriente continua generada por los paneles solares, en corriente alterna de la misma calidad (tensión, frecuencia, ...) que la que circula por la red de distribución eléctrica. Esta transformación se realiza a través del inversor, elemento que tiene además otras funciones:

- Realizar el acople automático con la red
- Incorporar parte de las protecciones requeridas por la Legislación vigente

En el punto de conexión con la red eléctrica de ENDESA Distribución Eléctrica, S.L.U. se instalará un sistema de contaje que servirá para facturar la energía vendida en B.T.

Tipo de conexión	Trifásica a 230/400V
Potencia del equipo fotovoltaico	414 paneles solares de 270 Wp/ u Total de 111.780 Wp
Potencia nominal de la instalación	99kW (coincide con la potencia nominal de los inversores en corriente alterna 99 kW)
Ubicación del Generador fotovoltaico	Acoplados raíles anclados a la cubierta
Potencia máxima de la instalación en CA	99 kW

Desde el punto de conexión al cuadro de protección y contaje en B.T. a instalar se realizará una red de baja tensión de forma subterránea, desde este Cuadro de Distribución-Protección se conectara a la línea en BT existente que sale de la E.T. 13645 "Fabrica de Bovedillas", siguiendo las normas de Cía. Distribuidora.

El neutro y la Tierra serán independientes.

La potencia en pico de los paneles solares es la producida en unas condiciones de ensayo de 1000 W/m². La radiación solar máxima alcanzable en las Illes Balears, al mediodía, en un día de verano, sobre una superficie inclinada 30° apenas alcanza 850 W/m² de media horaria máxima.

Por tanto la potencia máxima producida por el campo de paneles siempre será inferior a su nominal en un 20 %. De este modo, se puede sobredimensionar la potencia pico instalada de los paneles solares en aproximadamente un 15%. Por otro lado el inversor dispone de una limitación de potencia establecida en su programación, lo que garantiza su conexión a campos de módulos fotovoltaicos de una potencia superior a la del equipo.

8.2.- UBICACIÓN EQUIPOS

- **Campo de paneles fotovoltaicos:** colocación sobre estructuras sujetas a raíles colocados encima de la estructura portante de la cubierta del polideportivo y del aparcamiento contiguo.

- **Inversores:** se instalarán sujetos a la estructura portante de los paneles, bajo estos.
- **Cuadro de protecciones inversores.:** Se instalará, tal y como se puede observar en planos, en el exterior del pabellón, sobre uno de sus cerramientos laterales.
- **CGP + Módulo medida + módulo salida:** Se instalará en el muro de cerramiento de la parcela, junto al armario de distribución eléctrica propiedad de la compañía existente.

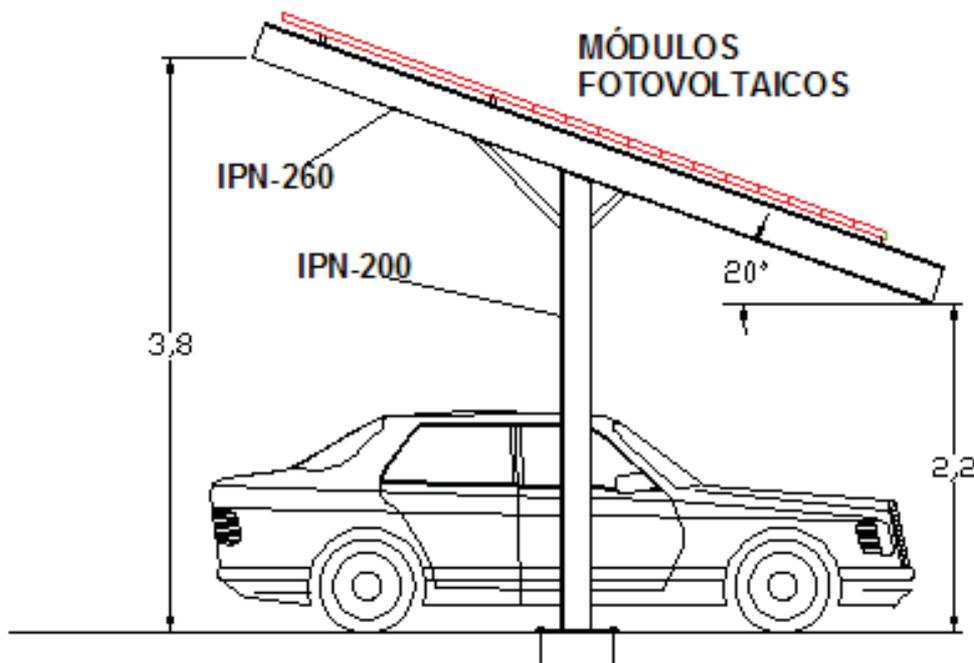
8.3.- ESTRUCTURA PORTANTE

Antes de empezar el montaje de la estructura portante, se instalarán las medidas de seguridad incluidas en el pliego de esta memoria, asegurándonos la seguridad para los operarios situados en la cubierta.

8.3.1 Estructura cubierta de aparcamiento.

Estructura compuesta por 21 postes IPN 200 (montados cada 5m), sobre los cuales se soldarán cerchas de IPN 260 con una inclinación de 20°, esta consola soldada sobre placa de acero 400 x 400 x 15.

Toda la estructura será cubierta mediante chapa trapezoidal “MT-32” galvanizada, atornillada sobre tres tubos 60 x 40 x 3 soldados sobre las consolas. A estos tubos se atornillará la omega de sujeción de los módulos.



8.3.2 Estructura de sujeción y orientación de las placas.

Uno de los elementos más importantes en toda instalación fotovoltaica para asegurar un completo aprovechamiento de la radiación solar es la estructura

soporte. Es la encargada en sustentar los módulos solares y darle la inclinación más adecuada en cada caso para optimizar el rendimiento energético.



Se construyen con perfiles de acero galvanizado en caliente y cumple las normas UNE 37-501 y UNE 37-508, con un espesor mínimo de revestimiento de 80 micras de espesor de zinc para asegura una protección completa contra las inclemencias climatológicas y, por tanto, una mayor duración y mantenimiento. Cumple con la normativa básica de la edificación (NBE-AE-88) y dimensionado con la norma NBE-EA-95, por lo que será capaz de soportar los módulos y las sobrecargas de nieve y viento.

Se instalará una estructura fija con una inclinación que permita maximizar la producción anual para inyectar a la red eléctrica, siendo fijada a las correas mediante tornillos.

La gama de estructuras ha sido diseñada para garantizar su eficacia y duración, facilitar su transporte y manipulación, y optimizar su integración en el medio, respondiendo a los criterios marcados por la comisión de Medio Ambiente de la Unión Europea.

Los pasos a seguir en el montaje de las estructuras son los siguientes:

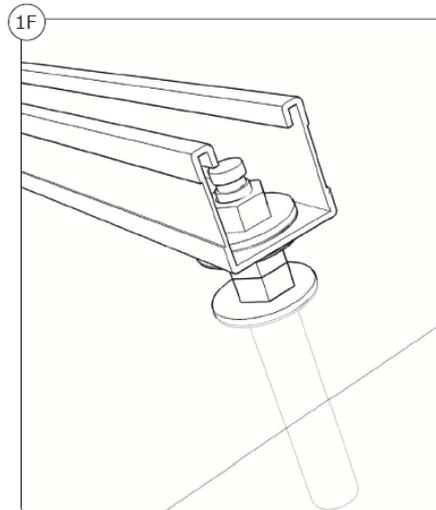
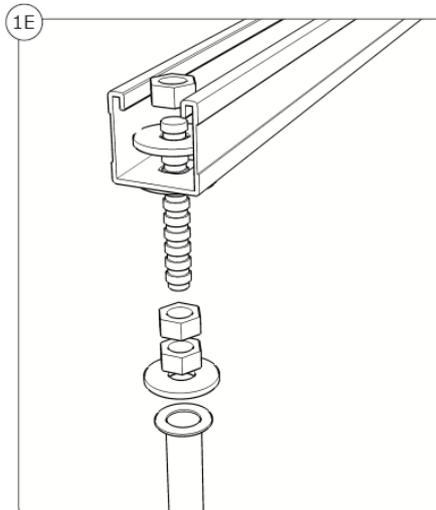
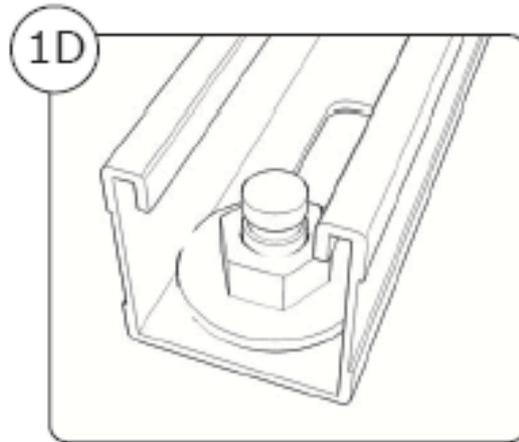
1. Sujeción del carril a la superficie

Primero de todo se taladrará la cubierta en aquellos puntos donde se atornillará la estructura portante a la del pabellón. Una vez agujereada la

cubierta se atornillarán unos espárragos a las correas de la estructura del pabellón, a continuación se impermeabilizarán los agujeros para evitar filtraciones del agua procedente de la lluvia evitando goteras.

Se procederá a cortar el saliente de la varilla por encima del carril donde quedan fijados los paneles, para evitar posibles accidentes (1D).

De tal manera que no sobresaldrá ninguna varilla que pueda provocar un accidente. (1E, 1F)

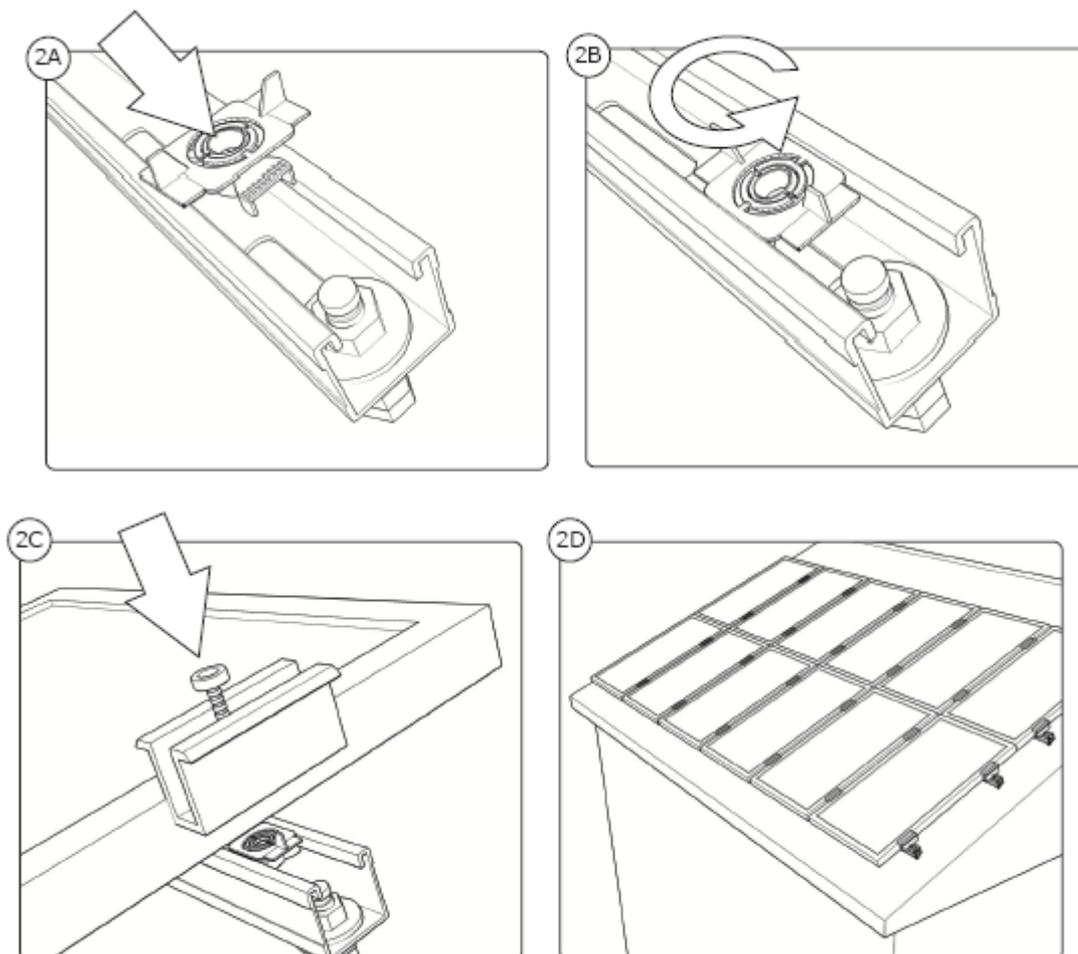


2. Sujeción del carril a la superficie

Una vez colocados los raíles donde irán sujetos los paneles, se procede a la fijación de los módulos sobre estos raíles. Esta acción se realiza a través de

un perfil OMEGA el cual sujeta el módulo a la estructura. (2C).
Previamente a la colocación del perfil OMEGA se habrá instalado en los
raíles la tuerca de carriles que se encarga de la sujeción del perfil OMEGA a
la estructura de raíles (2A, 2B).

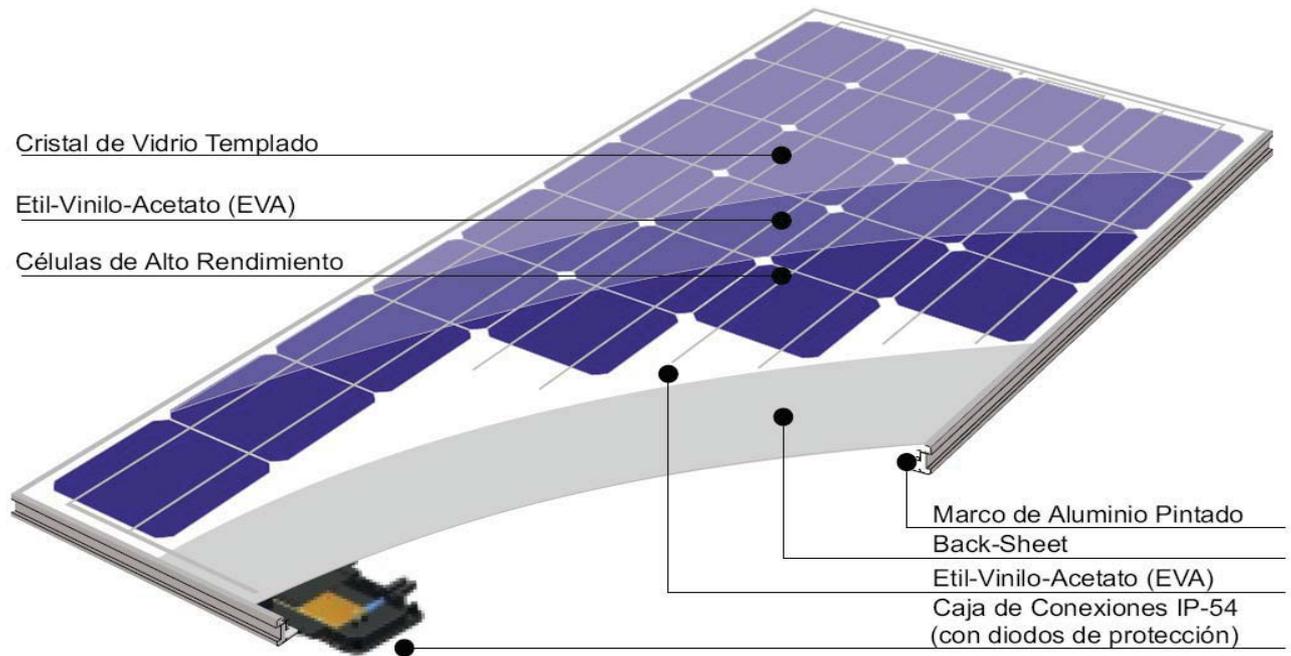
Para quedar finalmente fijados a la estructura (2D).



8.4.- GENERADOR FOTOVOLTAICO

8.4.1.- CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS

Los módulos, de células de silicio cristalino, son de alta potencia, lo que simplifica la instalación de los sistemas de conexión a red y sistemas de bombeo de agua directo. Estos módulos se agrupan en la gama de alta potencia, y son ideales para cualquier aplicación que utilice el efecto fotoeléctrico como fuente de energía limpia, debido a su mínima polución química y nula contaminación acústica. Además, gracias a su diseño, se pueden integrar con facilidad en prácticamente cualquier instalación.



Cada módulo está formado por un cristal con alto nivel de transmisividad. Cuenta con uno de los mejores encapsulantes utilizados en la fabricación de los módulos, el etil-viniloacetato modificado (EVA). La lámina posterior consta de varias capas, cada una con una función específica, ya sea adhesión, aislamiento eléctrico, o aislamiento frente a las inclemencias meteorológicas. Además, el marco está fabricado con aluminio y cuenta con una capa externa de pintura que provee al perfil de una resistencia mucho mayor que el anodizado típico.

Entre otras pruebas, los módulos han sido sometidos a 200 ciclos frío -calor de -40°C a +85°C, ensayos de carga mecánica, así como pruebas de resistencia al granizo consistentes en el impacto de una bola de 25,4 mm. de diámetro a una velocidad de 82 Km/h, once veces sobre el módulo.

La caja de conexiones QUAD dispone de certificación TÜV Clase II 1000V y

grado de estanqueidad IP 54, que provee al sistema de un buen aislamiento frente a la humedad e inclemencias meteorológicas. La caja es capaz de albergar cables de conexión con un diámetro exterior desde 4,5mm hasta 10mm.

Estos módulos van provistos de cables asimétricos en longitud, con un diámetro de sección de cobre de 4mm, y con una bajísima resistencia de contacto, todo ello destinado a conseguir las mínimas pérdidas por caídas de tensión. Cumplen con todos los requerimientos Clase II TÜV, tanto de flexibilidad, como de doble aislamiento, o alta resistencia a los rayos UV. Todo esto los convierte en cables idóneos para su uso en aplicaciones de intemperie.

El módulo ATERSA A-270P está compuesto por células de silicio monocristalino.

8.4.2.- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

- Potencia máxima (+ 5 % / - 5 %)	270 Wp
- Corriente en el punto de máx potencia	7,54 A
- Tensión en el punto de máx potencia	35,8 V
- Corriente de cortocircuito	8,06 A
- Tensión de circuito abierto	44,85 V

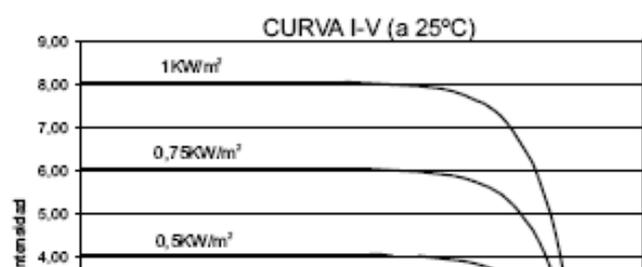
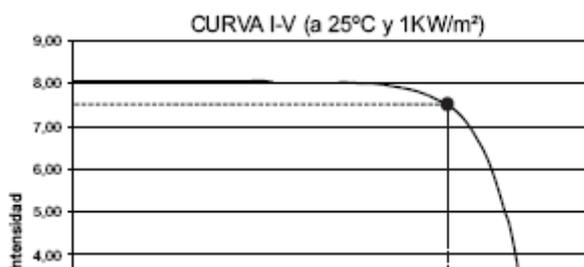
Medidas en las siguientes condiciones:

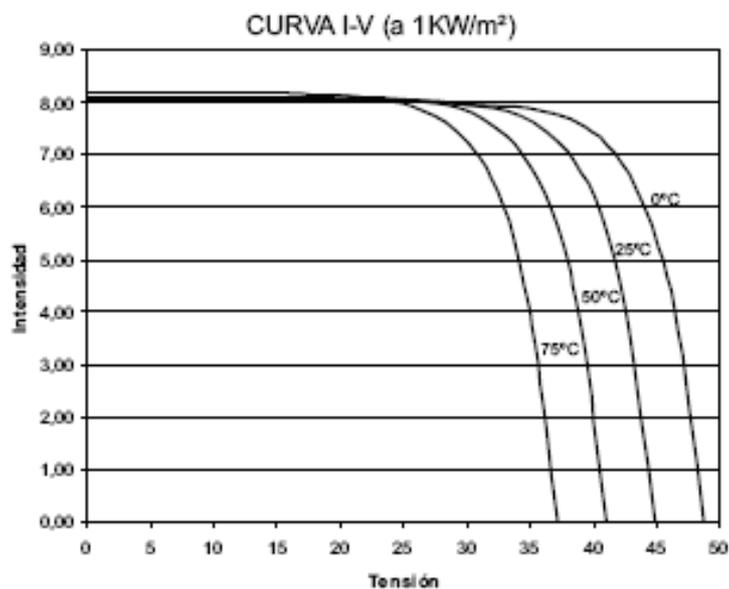
-Temperatura de célula	25 °C
-Radiación	1000 W/m ²
-Espectro	AM 1.5

8.4.3.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- Longitud:	1965 mm.
- Anchura:	990 mm.
- Espesor:	50 mm.
- Peso:	24,2 kg.

8.4.4.- CURVAS ELÉCTRICAS





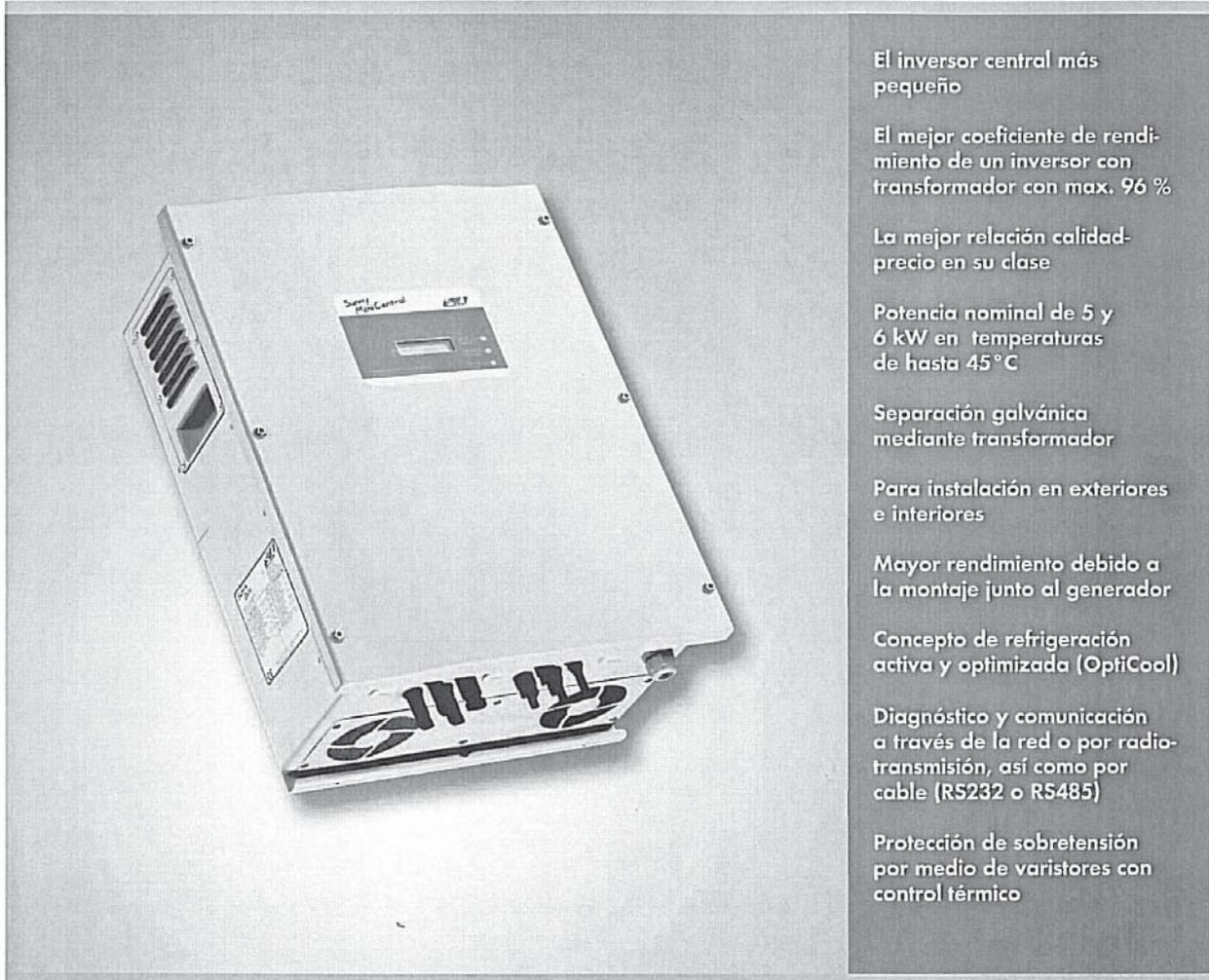
8.5.- INVERSORES DE CONEXIÓN A RED

8.5.1.- GENERAL

La instalación fotovoltaica constará de 13 INVERSORES MONOFÁSICOS con una potencia instalada total de 99 kW dichos inversores se bajo los paneles en la cubierta del pabellón. Los inversores tendrán separación galvánica mediante

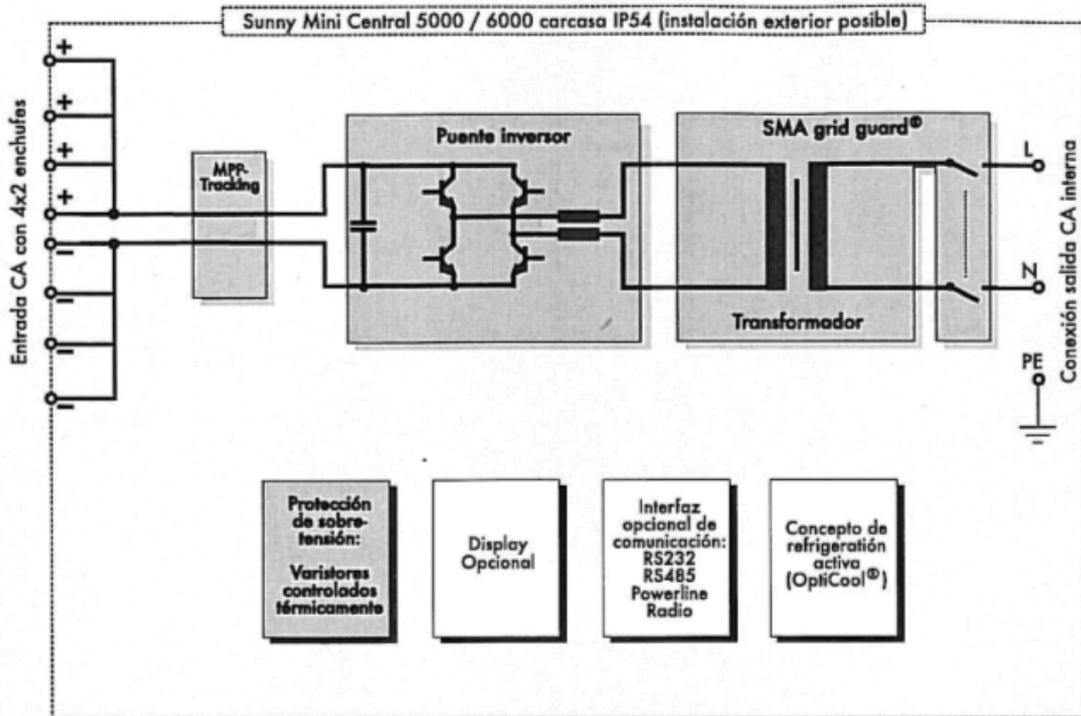
transformador para así proteger la línea de la compañía suministradora.

Se instalarán inversores monofásicos de la marca SMA, modelo SMC 5000



La instalación de los convertidores se realizará en unos armarios que se construirán a tal efecto, debajo de la estructura de soporte de los paneles solares. Los armarios se construirán de tal forma que los convertidores quedarán perfectamente ventilados y protegidos.

El esquema del inversor es el mostrado a continuación:



8.5.2.- CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	SMC 5000	SMC 6000
Valores de Entrada		
Max. potencia FV recomend. (P _{FV})	6350 W _p	7000 W _p
Rango de tensión, MPPT (U _{FV}) a 230 V _{CA}	246 V - 600 V	246 V - 600 V
Rango de tensión, MPPT (U _{FV}) a 250 V _{CA}	270 V - 600 V	270 V - 600 V
Max. corriente de entrada (I _{FV, max})	26 A	26 A
Distorsión armónica media (U _{pp})	< 10 %	< 10 %
Número max. de strings (en paralelo)	4	4
Dispositivo de desconexión en CC	si	si
Control de tensión max. CC	si	si
Varistores contr. térmicamente	si	si
Control de toma de tierra	si	si
Protección inversión de polaridad	si	si
Valores de Salida		
Potencia máxima nominal (P _{CA, max})	5500 W a 45 °C	6000 W a 45 °C
Potencia nominal (P _{CA, nom})	5000 W	5500 W
THD CA	< 4 %	< 4 %
Campo de trabajo de la tensión (U _{CA}) de red programable de	198 V - 260 V	198 V - 260 V
Campo de trabajo de la frecuencia (f _{CA}) de red programable de	180 V - 265 V	180 V - 265 V
cos φ	49,8 Hz - 50,2 Hz	49,8 Hz - 50,2 Hz
Resistencia al cortocircuito	45,5 Hz - 54,5 Hz	45,5 Hz - 54,5 Hz
Rendimiento	1	1
Rendimiento max.	regulación de corriente	regulación de corriente
Euro-eta	96 %	96 %
Tipo de protección	95,1 %	95,1 %
Según DIN EN 60529	IP54	IP54
Dimensiones		
Ancho / altura / fondo mm	430 / 600 / 250	430 / 600 / 250
Peso	aprox. 63 kg	aprox. 63 kg

8.5.3.- FUNCIONAMIENTO

La conexión desconexión automática se realizará a través de un contador

integrado en el lado de corriente alterna del inversor.

Cada contactor puede abrirse automáticamente mediante la apertura del interruptor magnetotérmico situado aguas arriba de los inversores. Su rearme será siempre automático para evitar entradas fuera de sincronismo con la red de compañía.

8.6.- PROTECCIONES ELÉCTRICAS

La central contará con todas las protecciones de líneas e interconexión preceptivas según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, el RD 1663/2000 al cual es aplicable el procedimiento de conexión establecida en dicho decreto, y la OM 5/9/1985 y de acuerdo también con las normas de la compañía distribuidora ENDESA Distribución Eléctrica, S.L.U. En este sentido se dispondrá de un interruptor automático accesible para la compañía distribuidora, que actuará como interruptor frontera que permitirá desacoplar la instalación en caso de necesidad.

8.6.1.- Protección contra sobrecorrientes

El circuito de corriente continua del generador fotovoltaico trabaja normalmente a una intensidad cercana a la de cortocircuito, ya que las placas fotovoltaicas son equipos que funcionan como fuentes de corriente. El dimensionado de los cables, pensado para tener pérdidas inferiores al 2%, aguanta de sobra un cortocircuito que como mucho tiene una intensidad un 10% más elevada que la nominal.

A pesar de que los inversores tienen separación galvánica entre el circuito de la red y el generador, como medida suplementaria para evitar cortocircuitos, el cableado de continua se hará intrínsecamente seguro, manteniendo los cables de diferente polaridad separados mediante doble aislamiento de los conductores o separación física cuando sea posible.

Para proteger de cortocircuito la instalación en la parte de corriente alterna, se colocará un interruptor magnetotérmico. Ha de permitir la desconexión manual de la instalación, así como la protección de la misma contra cortocircuitos.

En el lado de corriente alterna de cada convertidor, se colocara un magnetotérmico de protección de línea, con objeto de permitir el seccionamiento e incrementar la protección del inversor.

Las líneas eléctricas están protegidas mediante interruptores magnetotérmicos en el caso de las líneas de alterna, y son intrínsecamente seguras contra sobrecorrientes en continúa, disponiendo de varistores para la protección contra sobretensiones.

8.6.2.- Protecciones contra contactos directos

La protección contra contactos directos con partes activas de la instalación queda garantizada mediante la utilización de todas las líneas de conductores

aislado 0,6/1 kV, el alejamiento de las partes activas, el entubado de los cables y los conectores multicontacto.

En todos los puntos de la instalación, los conductores disponen de la protección mecánica adecuada a las acciones que potencialmente puede sufrir, especialmente en el caso de golpes o impactos fortuitos. Todos los ángulos y cambios bruscos de dirección se protegerán contra los agentes ambientales, en particular contra el efecto de la radiación solar y la humedad. Todos los equipos expuestos a la intemperie tendrán un grado mínimo de protección IP65.

El sistema de conexionado de los paneles con enchufes rápidos tipo multicontacto es intrínsecamente seguro, evitando posibles contactos directos del operario durante su instalación.

8.6.3.- Puesta a tierra de la instalación

La puesta a tierra de la instalación fotovoltaica será independiente de la instalación del centro de transformación y de las otras instalaciones.

Por un lado se realizará una puesta a tierra del generador fotovoltaico, por contacto directo de los marcos de los paneles a la estructura de soportación, conectándose ésta a tierra, ajustándose ésta a la que previene ITC-BT-18, y se realizara mediante conductores de cobre de 35mm² de sección. Se dispondrá de numero de electrodos necesario para conseguir una resistencia de tierra tal que cualquier masa no pueda dar lugar a tensiones de contacto superiores a 24 V.

Por otro lado, se conectarán todos los elementos metálicos de cuadros convertidores a la tierra de la instalación.

8.6.4.- Protección contra contactos indirectos y sobretensiones

La protección contra contactos indirectos se consigue mediante la puesta a tierra de todos los elementos metálicos de la instalación, y especialmente la estructura de soporte de las placas solares y la chapa metálica del inversor y los cuadros. Las líneas en corriente alterna están protegidas por interruptores diferenciales de alta sensibilidad en cabecera. Las líneas de corriente continua son intrínsecamente seguras por la separación de conductores y por la utilización de aparatos tipo II (placas convertidores).

Además, cada polo del generador fotovoltaico se conectará a tierra a través de descargadores de tensiones (varistores) que el mismo inversor incorpora dentro de su carcasa, lo que garantiza la protección contra sobretensiones en la banda de corriente continua. Para evitar sobretensiones inducidas por rayos, se evitará en todo momento hacer bucles grandes con los circuitos de cada rama, haciendo que los cables de ida y vuelta vayan paralelos y los mas cerca posible el uno del otro.

Como protección de contactos indirectos en alterna, se colocará un interruptor

diferencial bipolar de 300 mA, a continuación del interruptor frontera, al cuadro de conexión a red.

En la parte de corriente alterna, las protecciones contra sobretensiones están incorporadas al mismo ondulator, que se desconecta en caso de salir los valores del rango previsto por la normativa.

8.6.5.- Equipos de protección de tensión y frecuencia

Los equipos de protecciones se encuentran integrados en los inversores que se encargan de las maniobras de conexión-desconexión automática de red.

Las funciones de protección de los inversores se realizan a través de un programa de “software”, por lo que se adjunta certificado del fabricante, en que se menciona explícitamente el valor de tara de las protecciones y que dicho programa no es accesible para el usuario.

Los parámetros de tarado para el disparo de las protecciones serán, según la Legislación vigente, de:

- 3 Relés de mínima tensión y 1 relé de máxima tensión. Tensión superior al 110 % de Un. Tensión inferior al 85% de Un.
- 1 Relé de máxima y mínima frecuencia. Frecuencia superior a 51 Hz. Frecuencia inferior a 49 Hz.

8.7.- LÍNEAS ELÉCTRICAS

Las conducciones eléctricas de la instalación fotovoltaica se ejecutaran íntegramente con conductores de aislamiento 0,6/1kV de acuerdo con UNE 21123 y con la protección mecánica adecuada a la ubicación de la conducción, con la sección necesaria en cada caso para admitir las intensidades previstas (nominales o excepcionales) y no superar las caídas de tensión máximas admisibles.

Los conductores de corriente continua serán unipolares , y se mantendrán siempre que sea posible, el cable del positivo y del negativo uno al lado del otro. Todas las conexiones de cables se harán en cajas IP-55 de clase II.

8.7.1.- FÓRMULAS UTILIZADAS

Monofásico	Trifásico
$P=U \times I \times \cos \phi$ (2 x P x L)	$P= 1,73 \times U \times I \times \cos \phi$ (P x L)

$e = \frac{P}{I} = \frac{U}{\rho \cdot S \cdot L} \cdot \cos \phi$	$e = \frac{P}{I} = \frac{U}{\rho \cdot S \cdot L} \cdot \cos \phi$
--	--

Siendo:

- P= Potencia (W)
- I= Intensidad (A)
- E= Caída de tensión (V)
- U= Tensión(V)
- S= Sección (mm²)
- L= Longitud (m)
- ρ =Conductividad (Cu=56)
- Cos phi= Factor de potencia

9. EXPROPIACIONES

Dado que todas las actuaciones se realizan en propiedades municipales no es necesario realizar expropiaciones.

10. PLAZO DE EJECUCIÓN

El plazo de ejecución de los trabajos se estima en 3 MESES

11. CLASIFICACIÓN DEL CONTRATISTA

Considerando que las obras se pueden efectuar en 3 meses, la clasificación del Contratista deberá estar en los **Grupos y subgrupos:**

I2D, I6B, I7A y C3B

12. REVISIÓN DE PRECIOS

No habrá lugar a revisión de precios, dado que el plazo de ejecución es inferior a los 12 meses.

13. TRABAJADORES EN LA OBRA

Según el Estudio de Seguridad y Salud adjunto en el Anejo nº2, el número de trabajadores coincidente en obra simultáneamente es de QUINCE (15) personas.

Además se encuentra el Jefe de Obra, el Encargado y el personal Administrativo dedicado a la obra.

14. MEDIDAS DE SEGURIDAD Y SALUD

Las medidas de seguridad de la obra se definirán en un Plan de Seguridad y Salud Laboral que será redactado por el Contratista y aprobado por el Coordinador de Seguridad y Salud de las obras previamente al inicio de las

mismas.

Las bases y contenidos de dicho plan de seguridad quedan reguladas en el Estudio de Seguridad y Salud que se adjunta en Anejo.

15. JUSTIFICACIÓN DE LOS PRECIOS

En el Anejo nº3 se justifican los precios empleados en el presupuesto. Se ha considerado un porcentaje de costos indirectos del 5%.

16. PRESUPUESTO

El presupuesto de Ejecución Material asciende a la cantidad de **550.598,38 €** y el Presupuesto de Ejecución por Contrata a la cantidad de **679.302,07€ en amos iva excluido.**

17. DOCUMENTOS DEL PROYECTO

Este proyecto consta de los siguientes documentos:

Documento nº 1: Memoria y Anejos.

MEMORIA

1. Antecedentes.
2. Objeto del Proyecto.
3. Clasificación, Calificación y Tramitación de la Actividad.
4. Ejercicio de la Actividad y Normativa Aplicable.
5. Generalidades.
6. Relación de Vecinos y Organismos Afectados.
7. Impacto Ambiental
8. Instalación Fotovoltaica.
9. Expropiaciones.
10. Plazo de Ejecución.
11. Clasificación del Contratista.
12. Revisión de Precios.
13. Trabajadores en la Obra.
14. Medidas de Seguridad y Salud.
15. Justificación de los Precios.
16. Presupuesto.
17. Documentos del Proyecto.
18. Declaración de obra Completa.
19. Conclusión.

ANEJOS

1. Cálculos.
2. Estudio de Seguridad y Salud.
3. Ficha Gestión de Residuos.

Documento nº 2: Planos.

- Plano nº 01: Situación General.
Plano nº 02: Planta de la Instalación.
Plano nº 03: Distribución de módulos por inversor.
Plano nº 04: Sistema de Puesta a Tierra.
Plano nº 05: Esquema de la Instalación.
Plano nº 06: Detalle zanja

Plano nº 07: Detalle de armarios y equipos de medida.

Documento nº 3: Pliego de Condiciones.

Documento nº 4: Presupuesto.

18. DECLARACIÓN DE OBRA COMPLETA

A los efectos previstos en la normativa vigente de Contratos de las Administraciones Públicas, se hace constar que el presente Proyecto comprende una obra completa, susceptible de ser entregada al uso público.

19. CONCLUSIÓN

Con lo expuesto en la presente Memoria y demás Documentos del proyecto, queda suficientemente definida la obra para su ejecución, esperando merezca la aprobación de los Organismos Competentes.

Palma, abril 2009

EL AUTOR DEL PROYECTO.

Fdo. Bernat Oliver Bestard
Ingeniero Industrial
colegiado nº 327

CÁLCULOS

1. CÁLCULOS ELÉCTRICOS.

Las características de la red de baja tensión de la compañía suministradora en la que vamos a conectar son las siguientes:

- Tensión de suministro: 3x400/230 V.
- Frecuencia: 50 Hz.

Para la obtención de los resultados reflejados en la tabla siguiente, y en el esquema eléctrico reflejado en planos, se ha considerado:

- Que los conductores a emplear serán de cobre con conductividad $\delta=56$.
- Que la caída de tensión máxima no será superior al 3% de 230/400V
- Que no se debe superar la intensidad máxima admisible de los conductores a emplear para cables unipolares.

Para el cálculo de la caída de tensión y de la intensidad se han aplicado las siguientes formulas:

Sistema trifásico:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos \varphi}; (A).$$

$$e = \frac{L \cdot P}{K \cdot V \cdot S}; (V).$$

$$S = \frac{L \cdot P}{K \cdot V \cdot e}; (mm^2).$$

Sistema monofásico:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos \varphi}; (A).$$

$$e = \frac{2 \cdot L \cdot P}{K \cdot V \cdot S}; (V).$$

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{K \cdot V \cdot e}; (mm^2).$$

en donde:

P = Potencia de cálculo (W).

L = Longitud de cálculo (m).

e = Caída de tensión (V).

K = Conductividad: Cu = 56; Al = 35,7

V = Tensión de servicio: Trifásico = 400 V.; Monofásico = 230 V.

S = SECCIÓN DEL CONDUCTOR (mm²).

cos φ = Factor de potencia.

**INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA DE 99 kW_n SOBRE CUBIERTA DE
POLIDEPORTIVO MUNICIPAL Y DE APARCAMIENTO CONTIGUO CONECTADA
A RED DE B.T.**



Aplicando las formulas expuestas anteriormente obtenemos los siguientes resultados para cada una de las líneas que van de los inversores al cuadro de protecciones, y para la línea trifásica que va de este al punto de evacuación concedido por la compañía suministradora.

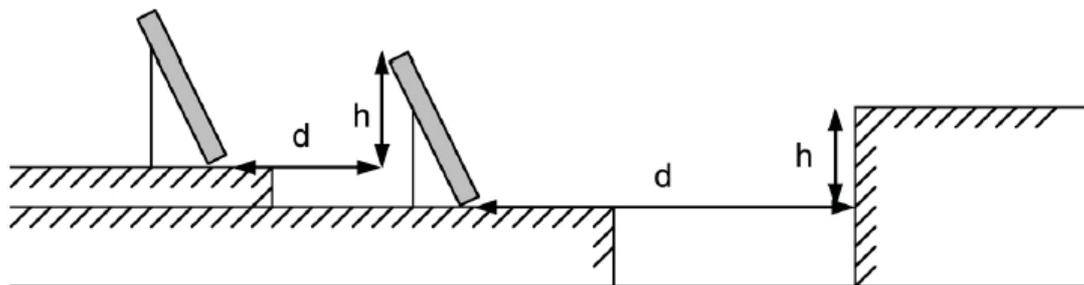
CÁLCULOS ELÉCTRICOS INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA EN CUBIERTA.										
	T/M	A/C	V	R	P(kW)	I (A)	L	S	CDT	CDT %
Inversor 1	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	65,00	10,00	6,27	2,73
Inversor 2	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	60,00	10,00	5,79	2,52
Inversor 3	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	55,00	10,00	5,30	2,31
Inversor 4	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	50,00	10,00	4,82	2,10
Inversor 5	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	45,00	10,00	4,34	1,89
Inversor 6	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	40,00	10,00	3,86	1,68
Inversor 7	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	35,00	10,00	3,38	1,47
Inversor 8	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	30,00	10,00	2,89	1,26
Inversor 9	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	25,00	10,00	2,41	1,05
Inversor 10	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	112,00	16,00	6,75	2,93
Inversor 11	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	87,00	16,00	5,24	2,28
Inversor 12	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	65,00	10,00	6,27	2,73
Inversor 13	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	85,00	16,00	5,12	2,23
Inversor 14	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	100,00	16,00	6,03	2,62
Inversor 15	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	74,00	16,00	4,46	1,94
Inversor 16	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	50,00	16,00	3,01	1,31
Inversor 17	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	73,00	16,00	4,40	1,91
Inversor 18	M	C	230,00	56,00	6,21	27,00	100,00	16,00	6,03	2,62
Línea A Medida	T	C	400,00	56,00	111,78	161,35	55,00	70,00	3,92	0,98

2. CÁLCULOS DE LA DISTANCIA ENTRE ANDANAS.

Para llevar a cabo el cálculo de la distancia mínima entre andanas de placas para evitar sombras entre estas se han tenido en cuenta las indicaciones del Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Fotovoltaicas conectadas a Red, publicado por el IDAE.

Según este, la distancia d , medida sobre la horizontal, entre unas filas de módulos obstáculo, de altura h , que pueda producir sombras sobre la instalación deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol en torno al mediodía del solsticio de invierno. Esta distancia d será superior al valor obtenido por la expresión:

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

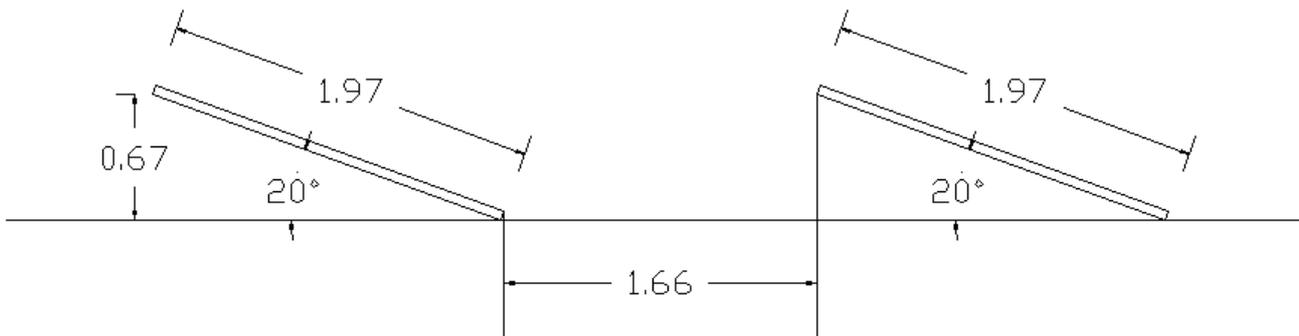


La separación entre la parte posterior de una fila y el comienzo de la siguiente no será inferior a la obtenida por la expresión anterior, aplicando h a la diferencia de alturas entre la parte alta de una fila y la parte baja de la siguiente, efectuando todas las medidas de acuerdo con el plano que contiene a las bases de los módulos.

En el caso que nos ocupa la latitud es de 39°, y la altura
 $h = l_{\text{modulo}} \sin(20) = 1'965 \sin(20) = 0'672m$

De modo que:

$$d = 0'672 / \tan(22) = 1'66m$$



Palma, abril 2009

EL AUTOR DEL PROYECTO.

Fdo. Bernat Oliver Bestard
Ingeniero Industrial
colegiado nº 327