

ESTUDIO DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR: SERGIO DEVIS GALLEGO

DIRECTORA DEL PROYECTO: TANIA MARÍA GARCÍA SÁNCHEZ

VALENCIA, FEBRERO 2019

ESTUDIO DE IMPLANTACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES EN UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR AISLADA DE LA RED ELÉCTRICA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

**AUTOR: SERGIO DEVIS GALLEGO
DIRECTORA DEL PROYECTO: TANIA MARÍA GARCÍA
SÁNCHEZ**

VALENCIA, FEBRERO 2019

DOCUMENTOS:

- 1. MEMORIA**
- 2. PLIEGO DE CONDICIONES**
- 3. PRESUPUESTO**
- 4. PLANOS**

MEMORIA

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR: SERGIO DEVIS GALLEGO
DIRECTORA DEL PROYECTO: TANIA MARÍA GARCÍA SÁNCHEZ

VALENCIA, FEBRERO 2019

ÍNDICE:

MEMORIA	5
1- Objeto del proyecto	6
2- Justificación académica.....	8
3- Justificación legal.....	8
4- Justificación técnico-económica	10
5- Descripción de la central	11
6- Características técnicas de la central.....	12
6. 1. Módulos solares	13
6. 2. Inversor de conexión a red	15
6. 3. Conductores de la instalación solar fotovoltaica.....	16
6. 4. Cálculo de la sección de los conductores:.....	17
6. 5. Sección cableado corriente continua.....	18
6. 6. Sección cableado corriente alterna.....	18
6. 7. Puesta a tierra	19
6. 8. Protecciones	21
6. 9. Estructura soporte.....	22
7. Programa de ejecución	23
8. Estudio económico	25
8.1 Estudio detalle económico	26
8.1.1 Préstamo bancario	26
8.1.2 Ahorro energético por producción propia.....	27
8.1.3 Cuadros comparativos Ingresos – Gastos	28
8.2 Beneficio medioambiental	30
9. Instalación de colectores solares para ACS en vivienda unifamiliar:	32
9.1 Radiación solar.....	32
9.2 Cálculo de colectores solares	33
9.3 Prevención de la legionela	33
9.4 Presupuesto de la instalación	33
10. Instalación de absorbedores solares para calentamiento del agua de una piscina.	34
10.1 Esquema de funcionamiento de un sistema de absorbedores de polietileno para calentamiento de agua :	34
10.2 Cálculo Instalación Paneles térmicos solares para calentamiento del agua de la piscina :	34
10.3 Datos técnicos absorbedores :	35
10.4 Montaje absorbedores inclinados :.....	36
10.5 Esquema técnico montaje absorbedores :	36
10.1 Presupuesto montaje absorbedores :	37

MEMORIA

1- Objeto del proyecto

Con el siguiente Trabajo de Fin de Grado se quiere poner en práctica los conocimientos adquiridos a lo largo de los estudios de Grado en Ingeniería Eléctrica, además de servir como estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica con la finalidad de llevarla a la práctica.

Es por ello que el proyecto versará sobre las tres propuestas de implantación siguientes:

1. Instalación solar fotovoltaica para consumo propio en toda la vivienda.
2. Instalación solar fototérmica para agua caliente sanitaria
3. Instalación paneles absorbedores para elevación de la temperatura del agua de una piscina exterior.

En primer lugar se desarrollará el cálculo y dimensionamiento de una instalación solar fotovoltaica, que estará situada sobre una vivienda unifamiliar de una sola planta, situada en el término municipal de Bétera, con el fin de producir electricidad que será acumulada en las baterías para el autoconsumo. Se ha determinado que la instalación a proyectar suministrará 3960 Watios de potencia con un total de 12 paneles solares, además de las 31 baterías.

En este proyecto, se definirán las condiciones óptimas en las que se deberá realizar el dimensionamiento del proyecto para que la instalación solar fotovoltaica produzca el mayor rendimiento posible, tanto técnico como económico; para lo cual es necesario un correcto cálculo, en el que los elementos de la instalación guarden una proporción justa.

Previo a la realización de los cálculos necesarios para dimensionar la instalación de paneles fotovoltaicos, se ha realizado un estudio de los consumos energéticos actuales de la vivienda que será objeto de la instalación.

El Objetivo del estudio de consumos energéticos es el de detectar los electrodomésticos de mayor consumo, que serían los susceptibles de sustituir. Esto es debido a que antes de realizar un proyecto de instalación fotovoltaica aislada de la red, se deberían reducir los consumos, cambiando aquellos electrodomésticos que supongan un mayor gasto energético y dimensionar la instalación con los nuevos. Sin embargo, la vivienda ha sido recientemente reformada con iluminación en toda la casa mediante

lámparas led y los electrodomésticos son de bajo consumo elegidos para disminuir al máximo el consumo al ser una vivienda utilizada como segunda residencia los fines de semana.

A continuación, se mostrará el resumen de consumo de un año completo:

Mes	Consumos KWh /mes	Días	Consumos Ah /mes	Factura
Enero	494	31	11187	86,14
Febrero	253	28	5729	49,48
Marzo	493	31	11164	87,14
Abril	298	30	6748	58,21
Mayo	281	31	6363	53,25
Junio	339	30	7677	62,75
Julio	301	31	6816	55,87
Agosto	301	31	6816	55,87
Septiembre	302	30	6839	57,52
Octubre	245	31	5548	36,08
Noviembre	527	30	11934	91,63
Diciembre	243	31	5503	54,2

Tabla 1. Consumos anuales

Los paneles se colocarán en el tejado inclinado de la vivienda con orientación sur (3° hacia el oeste). El generador fotovoltaico estará compuesto por un total de 12 paneles de 330 Wp, o lo que es lo mismo, habrá instalada una potencia de 3,96 kW. Los paneles irán colocados en dos filas de 6 paneles cada una colocados sobre el tejado, ya que este dispone de una inclinación natural de 30°. Por ello se colocarán unas barras longitudinales sujetas al tejado sobre las que se situarán las placas de forma atornillada.

Para transformar la corriente continua proveniente de las placas en corriente alterna inyectable a red, se ha optado por utilizar un inversor de 6 kW, como dicta el RD1663/2000, del 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión (artículo 9). Este irá, junto a las protecciones de alterna y de continua, en el interior de la caseta de telecomunicaciones que tiene espacio habilitado sobrante para ello.

Para la sujeción de los módulos se ha optado por realizar una estructura consistente en unas barras de anclaje al tejado, sobre las que se montarán las placas. Con la realización de esta central se obtendrá, por un lado, un beneficio económico, y por otro se contribuirá a la protección del medioambiente, produciendo energía de forma sostenible.

2- Justificación académica

Este proyecto se ha realizado con vistas a su implementación en una vivienda unifamiliar propiedad del autor del presente proyecto además de contribuir a la vez a la realización del TFG de la titulación de Grado en Ingeniería Eléctrica, dado lo completo que es el presente trabajo en relación con varias áreas de la ingeniería, desde el diseño de planos hasta el cálculo de elementos del mismo, lo que se considera muy importante en el desarrollo de la labor de un ingeniero.

3- Justificación legal

Para el diseño de la central solar y, con el fin de cumplir con las normas en cuanto seguridad de las personas y de los equipos, se ha tenido en cuenta la normativa actual que regula la actividad de producción de electricidad mediante energía solar fotovoltaica.

- Decreto 1578/2008 de 26 de septiembre sobre retribuciones en la producción de energía solar fotovoltaica.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- Real Decreto 661/2007, de 25 de mayo, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- *Directiva 2003/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de junio de 2003.* La presente Directiva establece normas comunes en materia de generación, transporte, distribución y suministro de electricidad. Define las normas relativas a la organización y funcionamiento del sector de la electricidad, el acceso al mercado, los criterios y procedimientos aplicables a las licitaciones y la concesión de las autorizaciones, así como la explotación de las redes.
- *Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo,* relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energías renovables en el mercado interior de la electricidad: objetivo para 2010, que en Europa el 22,1 % y en España el 29,4% de la demanda de electricidad se realice mediante energías renovables.
- *Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.* Esta ley tiene como fin básico establecer la regulación del sector eléctrico. Tiene un propósito liberador de este sector. Define el régimen ordinario y el régimen especial de producción.
- *Real Decreto 436/2004 de 12 de marzo.* Se plasma la obligatoriedad de compra

de la energía eléctrica generada en instalaciones que utilicen energías renovables. Además, en él se fija la retribución por la misma; el precio se armoniza a partir de una tarifa media o de referencia.

- *REAL DECRETO 1955/2000, de 1 de diciembre*, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- *Plan de Fomento de las Energías Renovables en España*. Define los objetivos nacionales para el periodo 2005 – 2010.
- *Código Técnico de la Edificación (RD 314/2006)*.
- *Real Decreto-ley 2/2013, de 1 de febrero, de medidas urgentes en el sistema eléctrico y en el sector financiero*.
- *RD 1663/2000 de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión*.
- *Real Decreto 647/2011, por el que se regula la actividad de gestor de cargas del sistema para la realización de servicios de recarga energética*.
- *Orden IET/221/2013, de 14 de febrero, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2013 y las tarifas y primas de las instalaciones del régimen especial*.
- *RD 842/2002, de 2 de agosto*, por el que se regula para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.
- *Informe CNE 19-5-2005 sobre agrupación instalaciones P < 100 Kw*.
- *Orden HAP/703/2013, de 29 de abril, por la que se aprueba el modelo 583 «Impuesto sobre el valor de la producción de la energía eléctrica. Autoliquidación y Pagos Fraccionados», y se establece la forma y procedimiento para su presentación*.
- *Orden IET/3586/2011, de 30 de diciembre, por la que se establecen los peajes de acceso a partir de 1 de enero de 2012 y las tarifas y primas de las instalaciones*

del régimen especial.

- *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión (RD 842/2002), ver las Instrucciones Complementarias, ITC 40 y la Nota de Interpretación Técnica de la equivalencia de la separación Galvánica de la Conexión de Instalaciones generadoras en Baja Tensión.*
- *Real Decreto-ley 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para garantizar la estabilidad financiera del sistema eléctrico.*
- *Condiciones técnicas que han de cumplir las instalaciones fotovoltaicas para su conexión a la red de Iberdrola.*
- *Resolución del ministerio de economía de 31 de mayo de 2001 de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen el modelo de contrato tipo y el modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.*
- *Decreto 352/2002 de 18 de diciembre, sobre el procedimiento administrativo aplicable a las instalaciones solares fotovoltaicas.*
- *Real Decreto-ley 1/2012, de 27 de enero, por el que se procede a la suspensión de los procedimientos de preasignación de retribución y a la supresión de los incentivos económicos para nuevas instalaciones de producción de energía eléctrica a partir de cogeneración, fuentes de energía renovables y residuos.*
- *Real Decreto 1544/2011 sobre tarifas de acceso a productores, en régimen ordinario y especial.*
- *Real Decreto 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción de autoconsumo.*

4- Justificación técnico-económica

Para el diseño de la central solar fotovoltaica objeto de este proyecto se han seleccionado materiales que existen en el mercado, es decir, tanto sus características técnicas como sus precios son los especificados por las empresas fabricantes y/o distribuidoras, reales; y cualquier variación en los mismos será debida a motivos internos de las empresas proveedoras o a fluctuaciones en los precios de mercado.

5- Descripción de la central

Su funcionamiento se basa en una célula fotoeléctrica, que es un dispositivo electrónico que transforma la energía lumínica procedente del Sol en energía eléctrica por el llamado efecto fotoeléctrico. Dicho efecto consiste en el movimiento de electrones en una superficie de algún material que presente efecto fotoeléctrico al incidir en esta radiación electromagnética. Cuando los electrones en movimiento son rápidamente capturados se produce una diferencia de potencial que a su vez generará una corriente eléctrica la cual más tarde será utilizada como electricidad. Un panel o placa fotovoltaica se forma con muchas células fotovoltaicas conectadas en serie para establecer la tensión de salida deseada, en nuestro caso las placas son de 24V pero también las hay de 12V. La corriente que generarán las células será corriente continua por lo tanto se deberá tratar la energía con diferentes elementos para almacenarla y usarla correctamente como corriente alterna que es la que nos llegará.

La central solar fotovoltaica estará situada en el tejado inclinado de la vivienda unifamiliar de una sola planta situada en el término municipal de Bétera y con orientación sur (tres grados oeste).

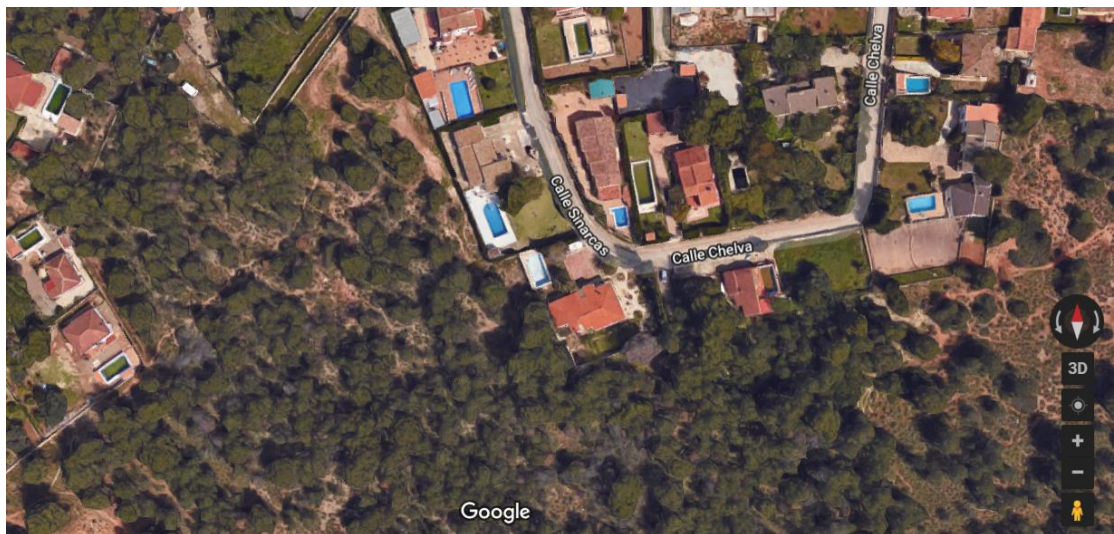


Imagen 1. Lugar de la Instalación

El número total de paneles que formarán el generador fotovoltaico viene condicionado, principalmente, por las necesidades de uso de la vivienda y por el tamaño de la superficie del tejado de la misma; doce paneles, de 330 Wp cada uno, que irán colocados en dos grupos de seis unidades.

La distribución de los paneles se ha estudiado conforme a las características de la superficie, resolviéndose de forma satisfactoria. La inclinación óptima de los mismos, que dará lugar a un rendimiento mayor, es de 30 °; inclinación natural del tejado, sin riesgo de sombras entre paneles o por construcciones adyacentes.

Para transformar la corriente continua proveniente de las placas en corriente alterna, se ha optado por utilizar un inversor de 6 kW. Aunque es apto para el uso en exteriores, se ubicará en una caseta con rejillas de ventilación que es donde se encuentra el actual cuarto trastero, que lo albergará, con la finalidad de protegerlo de posibles golpes y agentes atmosféricos.

Para la sujeción de los módulos se ha optado por realizar una sencilla estructura, como unas barras longitudinales de agarre al tejado, que se adecuen a las características del mismo.

La puesta a tierra se ubicará en el patio de luz trasero y estará formada por 4 picas de 2 metros separadas a una distancia de 2,5 metros, ver *plano 9*.

Quedan excluidos todos los trabajos que no comprendan la instalación de baja tensión, así como realizar cualquier obra civil necesaria para su realización.

6- Características técnicas de la central

Después de un detallado estudio de la superficie del tejado, de los módulos solares e inversores existentes en el mercado, se ha llegado a la conclusión que la siguiente es una de las formas más eficaces de diseñar la instalación solar.

El generador solar estará compuesto por 12 módulos fotovoltaicos del modelo "TP672P", con potencia pico de 330 Wp. Además, se dispondrá de un inversor, de la marca "Must" de 6 kW de potencia, tal como se detalla en el RD1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión, en su artículo 9. Se dispondrán 2 líneas en paralelo de 6 paneles-serie.

El objeto de esta configuración no es otra que cumplir con las corrientes y tensiones de funcionamiento de los elementos componentes, así como la limitación de espacio disponible. Los datos sobre corrientes y tensiones, así como los cálculos realizados para llegar a tal configuración, están reflejados en los anexos.

La distribución física de los paneles se ha realizado con criterios de disponibilidad de espacio. La intención es la de conseguir la mayor potencia posible.

6. 1. Módulos solares

El módulo solar que se empleará en la central será el “TP672P”, con potencia pico de 330 Wp, proporcionado por “Talesun S. L.”. Se ha elegido este módulo por los siguientes motivos:

- ◆ Posee una relación excelente entre potencia y dimensiones. Permite obtener una alta potencia utilizando para ello un espacio mínimo, que no se obtendría con otros modelos de paneles.
- ◆ El precio por Wp negociado con los distribuidores, es mucho más bajo que el de otras casas distribuidoras de módulos fotovoltaicos.
- ◆ Son módulos con bajas tolerancias, poseen todos los certificados de garantía, que aseguran un buen funcionamiento.
- ◆ La empresa distribuidora, mediante un contrato, se compromete a la comercialización del número exacto de módulos.
- ◆ La empresa distribuidora asegura que el producto se recibirá en la fecha acordada.

La distribución de los mismos puede observarse en el *plano 5*. Estos módulos han sido diseñados según la norma UNE-EN 61215, la cual establece los requisitos para los módulos fotovoltaicos con aplicación terrestre.

La caja de conexión lleva incorporados diodos by-pass de protección, que evitan la posibilidad de avería en las células y su circuito por sombreados parciales de uno o varios módulos. Tiene un grado de protección IP65.

Por tanto, queda asegurada su resistencia ante agentes meteorológicos y cumple con el pliego de condiciones técnicas para instalaciones conectadas a red del I DAE.

El módulo “TP672P” está constituido por 60 células policristalinas conectadas en serie, texturizadas para un mejor aprovechamiento de la radiación, con eficiencia de hasta el 16 %.

Características físicas y eléctricas del panel “TP672P” de 330 Wp:

Dimensiones (largo x ancho)	1960 x 992 mm
Espesor, con marco y caja conexiones	35 mm
Peso	22 kg
Potencia máxima ($\pm 5\%$)	330 Wp
Tensión punto de máxima potencia	37,7 V
Corriente punto de máxima potencia	8,76 A
Tensión de circuito abierto	42,3 V
Corriente de cortocircuito	7,51 A

Tabla 2. Características paneles

Para diseñar la capacidad de las baterías de acumulación, primero se debe establecer la autonomía deseada en caso de tener días desfavorables sin insolación por abundante nubosidad.

En el caso que nos ocupa, para abastecimiento diario podría establecerse entre 4-6 días, teniendo en cuenta que este valor se puede reducir en el caso de que se disponga de un grupo electrógeno de refuerzo, aunque no se aplica al presente proyecto dado que el objetivo es el diseño de una vivienda con fuentes de energía renovables. Por ello, para calcular la capacidad de la batería utilizamos la fórmula siguiente:

$$\text{Capacidad de la batería} = (\text{energía necesaria} * \text{días de autonomía}) / (\text{Voltaje} * \text{profundidad de descarga de la batería})$$

La profundidad de descarga depende del tipo de batería elegido. Estos valores oscilan entre 0,5 a 0,8. En este proyecto se eligen unas baterías que toleren una descarga de hasta un 60% (0,6).

$$\text{Capacidad de acumulación} = (13.806 * 4) / (2 * 0,6) = 46020 \text{ Ah (c120)}$$

El valor c120 indica que la capacidad de la batería será la suministrada por ciclos de carga de 120 h, que es la frecuencia de carga normalmente establecida en electrificación aislada. Se han seleccionado 4 días ya que se completará la aportación energética con otra fuente renovable de energía en el presente proyecto, siendo suficiente una autonomía en la instalación fotovoltaica de 4 días sin sol.

Siendo que las baterías tienen una capacidad de 1503 Ah, se necesitarán un total de 31 baterías.

6. 2. Inversor de conexión a red

Las características básicas de los inversores, que están detalladas en el pliego de condiciones técnicas del IDAE, son las siguientes:

- ❖ Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- ❖ Autoconmutados.
- ❖ Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- ❖ No funcionarán en isla o modo aislado.

Incorporarán protecciones frente a:

- ❖ Cortocircuitos en alterna.
- ❖ Tensión de red fuera de rango.
- ❖ Frecuencia de red fuera de rango.
- ❖ Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- ❖ Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

Los inversores tendrán un grado de protección mínima IP 20 para inversores en el interior de edificios y lugares inaccesibles, IP 30 para inversores en el interior de edificios y lugares accesibles y de IP 65 para inversores instalados a la intemperie. En cualquier caso, se cumplirá la legislación vigente.

Como se puede comprobar en la hoja de características técnicas del inversor elegido para esta instalación, el “Must PV3000”, cumple con los requisitos descritos anteriormente. Las características generales del inversor “Ingecon Sun” son las siguientes:

Datos de entrada (CC)	
Potencia máxima de CC	15000 W
Tensión máxima de CC	280 V
Rango de tensión fotovoltaica MPPT	32 V – 145 V
Corriente máxima de entrada	40 A
Datos de salida (CA)	

Potencia nominal de CA	5000 W
Corriente máxima de salida	60 A

Tabla 3. Características Inversor

El inversor se encontrará colocado en el interior del cuarto trastero de la vivienda unifamiliar al objeto de su protección.

6. 3. Conductores de la instalación solar fotovoltaica

Los conductores deben cumplir dos características principales:

- 1) Disponer de una longitud necesaria que no genere esfuerzos en los diversos elementos a los que estén conectados.
- 2) Deben estar dispuestos de forma ordenada, para que no se produzcan enganches de ningún tipo.

Para tomar la longitud de los conductores, se ha medido sobre plano, y se ha tenido en cuenta la distancia máxima que este recorrerá, dándole así un amplio margen de seguridad en lo que respecta a la caída de tensión en dichos conductores. El cálculo de la caída máxima de tensión se puede ver reflejado en el Anexo 2. 5. de cálculo de los conductores. Según el pliego de condiciones técnicas del IDAE, las pérdidas en la parte de CC no serán superiores al 1.5% y las pérdidas en la parte de corriente alterna no superarán el 2%. Como se observa en el citado anexo, con las secciones elegidas, se consiguen unas caídas de tensión inferiores a las impuestas.

Todo el cableado de continua será de doble aislamiento y adecuado para su uso, al aire o enterrado, de acuerdo con la norma UNE 21123.

Todos los conductores eléctricos han sido elegidos del tipo RV-K 06/1 KV. Las secciones han sido seleccionadas según las características eléctricas de uso de la línea. Como componente aislante del cable se ha elegido el material de XLPE (Polietileno reticulado) por su buen comportamiento frente a los agentes atmosféricos, ya que estos cables irán localizados en el exterior del edificio. Las características de este tipo de aislante son:

CONSTRUCCIÓN

- ◆ Conductor: Cobre electrolítico recocido Cl. 5. S/Norma: UNE 21.022
- ◆ Aislamiento: Polietileno reticulado XLPE. S/Norma: UNE 21.123

- ❖ Formación: Conductores cableados
- ❖ Código colores: Hasta 5 unipolares: S/HD 308 ó EN 50334
- ❖ Cubierta ext.: Mezcla PVC/NBR Tipo ST2
- ❖ Color: Negro (RAL 9005)

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

- ❖ Tensión de servicio: 600/1.000 V.
- ❖ Tensión de ensayo: 3.500 V. 5 minutos/s
- ❖ Resistencia eléctrica conductor: S/Norma: UNE 21.022
- ❖ Observaciones: Resto de ensayos eléctricos s/Tabla 5 UNE 21.123-91/1

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

- ❖ Radio de curvatura: 10 3 \varnothing ext. (mm)
- ❖ Temperatura de servicio: -25... +70 °C
- ❖ Comportamiento al fuego:
- ❖ Cumple S/Norma: UNE 20.432 P.1
- ❖ Observaciones: Resto de ensayos no eléctricos s/Tablas 6, 7, 8, 9 y 11 de la Norma UNE 21.123-91/1

Además, tendrán la sección adecuada para evitar caídas de tensión y calentamientos excesivos.

En nuestro caso, con una instalación a 48V, la caída de tensión máxima permitida según el Pliego de Condiciones Técnicas ha de ser menor de un 1,5% por lo que la $\Delta U = 0,72V$

6. 4. Cálculo de la sección de los conductores:

Según el pliego de condiciones técnicas del IDAE, la caída de tensión máxima permitida en las líneas del circuito de continua será de 1,5%, según establece el REBT en cuanto a los cables de conexión y sus posteriores modificaciones a través del Real Decreto Ley 15/2018.

La sección de los conductores se ha calculado de acuerdo al REBT., según los siguientes criterios:

- Intensidad máxima admisible.

- Máxima caída de tensión.

En nuestro caso, con una instalación a 48V, la caída de tensión máxima permitida según el Pliego de Condiciones Técnicas ha de ser menor de un 1,5% por lo que la $\Delta U = 0,72V$

6. 5. Sección cableado corriente continua

Como tenemos 12 placas a un tamaño de aproximadamente 1,4 metros, tendremos una distancia máxima al regulador de unos 16,8 metros.

Al regulador le llega una $I_{max} = 52,56 A$.

Para calcular la sección mínima de cable de la parte de corriente continua entre las placas solares y los reguladores se utilizará la siguiente fórmula:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\Delta U \cdot \rho} = \frac{2 \cdot 16,8 \cdot 52,56}{0,72 \cdot 56} = 43,8 \text{ mm}^2$$

Donde:

S → Sección de cable (mm²)

L → Longitud desde las placas hasta los reguladores

I → Intensidad máxima que recorrerá este cable.

ΔU → Caída máxima de tensión permitida en el tramo, expresada en voltios. En nuestro caso cuya tensión de instalación es de 48 V, se debe fijar un 1,5 % como máxima caída de tensión permitida tal y como indica el pliego de condiciones técnicas, por lo que tal tensión se corresponderá con un valor de 0,72 V.

ρ → Constante de conductividad del cable, al ser cobre tomaremos 56.

Para cada tipo de conexión se utilizará una sección de cable normalizada. Al resultar 43,8 mm² de sección, esta no es una sección normalizada, seleccionando la sección inmediatamente superior que según la tabla 52-2 de la norma UNE 20460-5-523, la sección que se deberá coger es la de 50 mm² en cables multiconductores de XLPE, según ITC-BT 19.

6. 6. Sección cableado corriente alterna

De la misma forma, para la sección de cable de la parte de corriente alterna, es decir a la salida de los inversores, se calculará del siguiente modo. Primero se ha de calcular la intensidad que recorrerá el cable y después únicamente habrá que aplicar la fórmula de la sección. Resultando:

$$I = \frac{P_{inversor}}{V \cdot \cos \alpha} = \frac{5000}{230 \cdot 0,9} = 24,15 A.$$

Con objeto de aumentar el margen de seguridad Para dar más seguridad tomaremos como referencia 25A para calcular la sección de cable de corriente alterna.

De esta forma:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I}{\Delta U \cdot \rho} = \frac{2 \cdot 5 \cdot 52,56}{0,72 \cdot 56} = 13,04 \text{ mm}^2$$

Donde:

S → Sección de cable (mm²)

L → Longitud desde las inversores hasta las placas.

I → Intensidad máxima que recorrerá este cable.

ΔU → Caída máxima de tensión permitida en el tramo, expresada en voltios. En nuestro caso cuya tensión de instalación es de 48 V, se debe fijar un 1,5 % como máxima caída de tensión permitida tal y como indica el pliego de condiciones técnicas, por lo que tal tensión se corresponderá con un valor de 0,72 V.

ρ → Constante de conductividad del cable, al ser cobre tomaremos 56.

De igual forma se selecciona el cable con la sección siguiente normalizada que para este caso será una sección de 16 mm².

6. 7. Puesta a tierra

Un correcto diseño del sistema de puesta a tierra es fundamental para asegurar la correcta conducción de las descargas eléctricas. Para ello, debemos asegurarnos de que el conjunto del sistema de puesta a tierra tiene una resistencia menor de 10 Ohm, así como asegurarnos de que no existan bucles que produzcan tensiones inducidas.

Los electrodos serán picas verticales de cobre de 14 mm² de diámetro y 2 metros de longitud, la fórmula correspondiente a este tipo de configuración es:

$$R = \rho / L$$

ρ → resistividad del terreno: 50 Ohm x m

L → Longitud pica: 2

Así tenemos con:

1 pica → 25 Ohm

2 picas → 2,5 Ohm

4 picas → 6,25 Ohm

Naturaleza del terreno	Resistividad media, ρ (Ohm x m)
Terrenos cultivables fértiles y terraplenes Húmedos	50
Terrenos cultivables poco fértiles y Terraplenes	500
Suelos pedregosos desnudos y arenas Secas	3000

Tabla 4. Valores resistividad del terreno

El cable de la línea principal a tierra se dimensionará en función de la sección del mayor conductor de fase (ITC-BT-18). La sección del mayor conductor de fase es 6 mm², por lo tanto, la sección del cable principal a tierra será 66 mm².

$$R = \rho * L/S$$

$$P_{Cu} = 0,017241 \text{ Ohm} \cdot \text{mm}^2/\text{m}$$

$$L = 30 \text{ metros.}$$

La suma de la resistencia de tierra y la del conductor principal a tierra tiene que estar por debajo de 10 Ohm.

La toma de tierra estará formada por 4 picas. Éstas estarán separadas entre sí a una distancia de 2,5 metros y, sus extremos superiores, se encontrarán a una profundidad de 0,5 metros.

$$R_{TT} + R_c = 6,25 + 0,0862 = 6,3352 < 10 \text{ Ohm}$$

Como la tierra no tiene la misma resistividad en todos los puntos, pueden existir distintos potenciales entre las picas de metal enterradas. Para reducir este efecto, será necesario unir las picas con un anillo de cobre de 35 mm² de sección. Este anillo conectará a las cuatro picas por su extremo superior o lo que es lo mismo estará enterrado a una profundidad de 0,5 metros.

6. 8. Protecciones

Es necesario colocar protecciones que aseguren la integridad física tanto de los componentes, como de los posibles contactos por parte de los operarios con el sistema. Estas protecciones serán de dos tipos:

- PROTECCIONES EN CC: Los elementos de estas trabajan con corriente continua a una tensión de 48 V, serán protegidos frente a intensidades originadas por sobrecargas o cortocircuitos mediante el uso de fusibles. Se colocarán estos fusibles tanto en las líneas que unen las placas solares a los reguladores, como en las que unen las baterías/reguladores a la entrada de los inversores. El cálculo de los fusibles vendrá dado por la siguiente expresión:

$$I_b \leq I_n \leq 0,9 \cdot I_{\text{máxima admisible}}$$

$$8,76 \leq I_n \leq 0,9 \cdot 230$$

$$8,76 \leq I_n \leq 207$$

Donde:

I_b → Intensidad que recorre la línea

I_n → Intensidad nominal del fusible escogido para la línea

$I_{\text{máxima admisible}}$ → Máxima intensidad del cable conductor de la línea ($S=50 \text{ mm}^2$).

La intensidad que recorrerá la línea es la proporcionada por las placas, por lo tanto como máximo será de 8,76 A. Para saber la intensidad máxima admisible se ha buscado cual es la intensidad máxima admisible por cables de cobre enterrado, además de comprobar el recubrimiento y la sección del mismo. La intensidad hallada es de 230 A. Por lo que el fusible cuya I_n encaja con los cálculos es el de 25 A.

- PROTECCIONES EN CA:

De la misma forma que en una instalación con red eléctrica de una vivienda, es preceptivo instalar las protecciones pertinentes en la red de 230 V de la salida de los inversores. Estos, ya tienen una serie de protecciones las cuales protegen su mecanismo en caso de sobrecarga o cortocircuito, pero será necesario colocar otras que garanticen la seguridad de los usuarios, y más siendo una instalación de uso público. Se colocará un interruptor diferencial de calibre 63 A y 30 mA de sensibilidad para el caso de los inversores de 5000 W. Así pues, se colocará a

continuación un interruptor magnetotérmico también de 50 A para estos y dotar de más seguridad la instalación.

6. 9. Estructura soporte

Uno de los elementos más importantes en una instalación fotovoltaica, que no se puede considerar de forma aislada, para asegurar un perfecto aprovechamiento de la radiación solar, es la estructura soporte. Ésta es la encargada de sustentar los módulos y fijarlos a la cubierta del edificio.

Se ha diseñado esta estructura, porque es la que mejor se adecua al espacio disponible en el tejado del edificio. Se trata de una extensión de barras longitudinales con transversales para cada grupo de placas.

Las estructuras se construyen enteramente con perfiles de aluminio y con tortillería galvanizada. Este tratamiento nos asegura una mayor duración y un mantenimiento nulo de la estructura, según la norma MV-103.

7. Programa de ejecución

Hay que distinguir entre la recepción de los materiales, la realización del proyecto y la puesta en marcha del mismo. A partir de la fecha de la firma final del proyecto, se estima que en dos semanas estén disponibles todos los materiales, adquiridos en diferentes empresas, almacenados en el garaje. Entonces, dos operarios montarán y comprobarán la instalación en 3 días. La puesta en marcha, que depende de la tramitación de la documentación, se prevé para dos meses después de la firma del proyecto.

Las tareas correspondientes al montaje y comprobación de la instalación, realizadas por dos operarios se detallan a continuación:

Día 1

- Con la ayuda de una grúa, subida de los componentes de la estructura y de los paneles fotovoltaicos al tejado.
- Instalación y anclaje de la estructura soporte al tejado.
- Colocación y anclaje de la mitad de los módulos fotovoltaicos sobre la estructura.

Día 2

- Colocación y anclaje de la mitad de los módulos fotovoltaicos sobre la estructura.
- Instalación del inversor en la caseta del trastero.
- Instalación de las protecciones.
- Preparación de tubos protectores.

Día 3

- Conexión de los módulos fotovoltaicos en serie.
- Embridado del cableado de interconexión a las correas de la estructura.
- Comprobación, paso a paso, de que los módulos están conectados correctamente.
- Conexión de las ramas de módulos con la caja de empalme.
- Conexión de la caja de empalme con el inversor.

- Conexión del inversor con el cuadro de protecciones.
- Comprobación general de la central solar fotovoltaica.

8. Estudio económico

En las instalaciones aisladas de la red, el esfuerzo financiero realizado en la inversión inicial se ve recompensado por el incentivado ahorro en el consumo de KW posterior que se amortiza en los siguientes años.

El estudio económico en estos casos se puede realizar con métodos de análisis de inversión. Uno de los más utilizados y, el que se empleará en este punto, es el de los años de recuperación de la inversión realizada.

Se considera que un titular de una instalación fotovoltaica querrá recuperar su inversión en diez años o menos, ya que periodos de recuperación superiores son disuasorios, incluso para las personas con alta conciencia medioambiental.

En este estudio, con el fin de determinar la rentabilidad de la central, se realizan las evaluaciones económicas de la inversión que habría que afrontar para su realización. Hay que tener en cuenta que el inicio del citado estudio se ha supuesto en el mes de enero.

8.1 Estudio detalle económico

Los costes de la instalación son los debidos a la puesta en marcha de la central solar y al mantenimiento de la misma. No existe materia prima, mano de obra directa, indirecta, ya que la propia central transforma la energía solar (sin coste alguno) en energía eléctrica. Se detallarán por un lado los costes de la central y por otro los relativos al mantenimiento:

- **Central Solar:**

El coste total de la central solar, incluyendo el IVA, asciende a 17.283,86 €.

Por lo que los 3.960 W instalados, lo que ofrece un coste de 4,36 €/W. Se detalla a continuación el coste total por secciones de la central solar:

Sección	Coste
Estructura soporte	491,3
Paneles solares	2.048,61
Inversor	788,03
Tubos y canales protectores	145,22
Caja protección	29,63
Baterías	10.781,40
Elaboración proyecto	877,80
TOTAL	14.284,19 €
IVA	2.999,67 €
Coste Total Inversión	17.283,86 €

Tabla 5. Coste central fotovoltaica

- **Coste de mantenimiento:**

Se dará mantenimiento preventivo y correctivo a la central. El coste de los materiales y de la mano de obra que se requieran, se cargarán directamente al mantenimiento.

El coste de mantenimiento se ha fijado en diez euros por kWp, que representará un gasto anual de 39,60 €. Este coste sufrirá un incremento de IPC del 3%.

8.1.1 Préstamo bancario

El préstamo bancario, con el que se hará frente al coste de la instalación, es responsabilidad del propietario de la misma; es decir, lo tendrá que negociar él mismo con su entidad bancaria habitual. A modo de ejemplo, se ha simulado un préstamo habitual en este tipo de proyectos.

Tipo	Duración	Interés	Financiación
Interés fijo	10 años	2,05%	80%

Tabla 6. Detalles préstamo

El préstamo concedido será de 13.827,08 € en un plazo de 10 años que se estima como la mitad de la vida útil de la instalación, siendo a partir de este año 11, el ahorro total en consumo el que compense la aportación realizada.

8.1.2 Ahorro energético por producción propia

Dado que la instalación solar fotovoltaica se ha diseñado para el propio autoconsumo de la vivienda unifamiliar, no existiendo excedentes de producción que puedan ser vendidos a empresa distribuidora a través de la red, se estimará el ahorro energético que se generará por año de producción:

- Pérdida del rendimiento de las placas de un 0,8 % anual (según fabricante).
- 3% de incremento del precio de la electricidad (IPC)

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Enero	84,85	93,34	102,67	112,94	124,23	136,66	150,32	165,36	181,89	200,08
Febrero	54,43	59,87	65,86	72,44	79,69	87,66	96,42	106,06	116,67	128,34
Marzo	82,75	91,03	100,13	110,14	121,16	133,27	146,60	161,26	177,39	195,13
Abril	64,03	70,43	77,48	85,23	93,75	103,12	113,43	124,78	137,26	150,98
Mayo	58,58	64,43	70,88	77,96	85,76	94,34	103,77	114,15	125,56	138,12
Junio	69,03	75,93	83,52	91,87	101,06	111,17	122,28	134,51	147,96	162,76
Julio	61,46	67,60	74,36	81,80	89,98	98,98	108,87	119,76	131,74	144,91
Agosto	61,46	67,60	74,36	81,80	89,98	98,98	108,87	119,76	131,74	144,91
Septiembre	63,27	69,60	76,56	84,22	92,64	101,90	112,09	123,30	135,63	149,19
Octubre	39,69	43,66	48,02	52,82	58,11	63,92	70,31	77,34	85,07	93,58
Noviembre	80,80	88,87	97,76	107,54	118,29	130,12	143,13	157,45	173,19	190,51
Diciembre	86,08	94,68	104,15	114,57	126,02	138,62	152,49	167,74	184,51	202,96
TOTAL	806,41	887,05	975,76	1073,33	1180,66	1298,73	1428,60	1571,46	1606,04	1641,37

Tabla 7. Amortización préstamo.

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Enero	210,09	220,59	231,62	243,20	255,36	268,13	281,53	295,61	310,39	325,91
Febrero	134,76	141,49	148,57	156,00	163,80	171,99	180,58	189,61	199,09	209,05
Marzo	204,88	215,13	225,88	237,18	249,04	261,49	274,56	288,29	302,71	317,84
Abril	158,53	166,46	174,78	183,52	192,70	202,33	212,45	223,07	234,22	245,93
Mayo	145,02	152,27	159,89	167,88	176,28	185,09	194,34	204,06	214,26	224,98
Junio	170,90	179,44	188,41	197,83	207,72	218,11	229,02	240,47	252,49	265,11
Julio	152,16	159,77	167,75	176,14	184,95	194,20	203,91	214,10	224,81	236,05
Agosto	152,16	159,77	167,75	176,14	184,95	194,20	203,91	214,10	224,81	236,05
Septiembre	156,65	164,48	172,71	181,34	190,41	199,93	209,93	220,42	231,45	243,02
Octubre	98,26	103,17	108,33	113,75	119,44	125,41	131,68	138,26	145,18	152,44
Noviembre	200,04	210,04	220,54	231,57	243,14	255,30	268,07	281,47	295,54	310,32
Diciembre	213,11	223,76	234,95	246,70	259,03	271,99	285,59	299,86	314,86	330,60
TOTAL	1.996,55	2.096,37	2.201,19	2.311,25	2.426,81	2.548,16	2.675,56	2.809,34	2.949,81	3.097,30

Tabla 8. Amortización préstamo (cont.)

8.1.3 Cuadros comparativos Ingresos – Gastos

A continuación, se detalla, mes a mes, durante la duración del préstamo (10 años) una comparativa de los ingresos frente a los gastos. A partir del año 10 la comparativa se hará de forma anual y hasta el año 20. El propietario deberá abonar la diferencia entre el ahorro recibido por la producción propia de la energía y la cuota mensual del préstamo en aquellos meses en los que haya déficit energético, durante estos años. En los años posteriores, los posibles déficits se cubrirán con el superávit de otros meses, quedando de la siguiente forma:

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7	Año 8	Año 9	Año 10
Ahorro	806,41	887,051	975,756	1073,33	1180,66	1298,73	1428,6	1571,46	1606,04	1641,37
Préstamo	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016	2.016
Diferencia	-1.210	-1.129	-1.040	-943	-835	-717	-587	-445	-410	-375
Acumulado	-1.210	-2.339	-3.379	-4.321	-5.157	-5.874	-6.461	-6.906	-7.316	-7.691

Tabla 9. Resumen rendimientos

Al finalizar el periodo del préstamo hipotecario el propietario de la instalación habrá tenido que aportar 7.691 € que en los próximos 10 años de la instalación serán amortizados como se verá a continuación en la tabla de ahorro:

	Año 11	Año 12	Año 13	Año 14	Año 15	Año 16	Año 17	Año 18	Año 19	Año 20
Ahorro	1.996,55	2.096,37	2.201,19	2.311,25	2.426,81	2.548,16	2.675,56	2.809,34	2.949,81	3.097,30
Deuda	-7.691	-5.694,45	-3.598,08	-1.396,89	914,36	3.341,18	5.889,33	8.564,90	11.374,24	14.324,05
Acumulado	-5.694,45	-3.598,08	-1.396,89	914,36	3.341,18	5.889,33	8.564,90	11.374,24	14.324,05	17.421,34

Tabla 10. Resumen rendimientos (cont.)

Como se puede observar, a partir del año 14 se empieza a recuperar la inversión. Por tanto, dado que se hizo una aportación inicial de 3.456€ (20% del importe de la inversión, dado que el banco únicamente concede hasta el 80% de financiación), supondría que hasta principios del año 16 no se recupera la inversión y que al final de la vida útil de la misma (año 20) supondría una rentabilidad lograda de 17.421€.

Finalizado este periodo (20 años) hay dos opciones:

1. Actualizar la instalación realizada (coste supone un 80% de lo instalado ya que se reaprovecha cableado y demás elementos fijos como soportes, siendo sólo necesario sustituir baterías, paneles e inversores y suponiendo un encarecimiento del 3% IPC que afecta tanto a la producción de electricidad como el coste de equipamiento supondrá en 20 años un total de 31.215€):
 - a. Inversión para la actualización necesaria → 24.972€
 - b. Beneficio obtenido → 17.421€
 - c. Inversión contable a realizar → 7.551€

- d. Escenario de inversión realizado con anterioridad se amortizaría en el tercer año tal y como se muestra a continuación:
 - i. Ahorro por energía producida en los años 21, 22 y 23 = 10.251€
 - ii. Inversión a realizar = 7.551€
 - iii. Beneficio tercer año de 2.700€

Es decir, que renovando la instalación en el año 20 en el año 23 se generaría de nuevo beneficios

- 2. Invertir la cantidad obtenida en un depósito a plazo fijo en un banco para seguir obteniendo rentabilidad al beneficio generado.
 - a. La rentabilidad fija suponiendo plazo fijo al 0,8% TAE supone una rentabilidad neta anual de unos 140 €, siendo en el tercer año un acumulado de 420€, claramente muy por debajo de los 2.700€ de la primera opción.

Por tanto, se puede deducir de los anteriormente expuesto que la inversión realizada es muy rentable a partir del año 16 y una vez actualizada a partir del tercer año, de cara a los próximos 20 años siguientes.

8.2 Beneficio medioambiental

El sol es una fuente de energía inagotable y limpia, y su transformación en electricidad se puede hacer en el mismo lugar donde esta se necesita.

La energía solar fotovoltaica es la producción directa de energía eléctrica a partir de la radiación solar, por medio de paneles fotovoltaicos. Esta electricidad se puede consumir allí donde se produce o transformar para ser vertida a la red eléctrica y consumida en cualquier punto de la geografía.

Las principales ventajas que ofrece la energía fotovoltaica son:

- Es renovable y no agota los recursos naturales.
- No utiliza agua.
- Es fiable con bajo mantenimiento.
- No produce contaminación ambiental ni sonora.
- Es de rápida instalación.

La conversión directa de la radiación solar en electricidad ofrece una fuente de potencia limpia e ilimitada. Además del punto de vista económico, las instalaciones solares fotovoltaicas se están implantando también por consideraciones ecológicas. El balance desde este punto de vista es favorable, tanto en reducción de emisiones contaminantes como en el balance energético.

Todos los kWh generados con un sistema fotovoltaico equivalen a un ahorro de energía generada con otras fuentes, con mayor o menor grado de poder contaminante, lo que conlleva a una reducción de emisiones perjudiciales. Una de las fuentes de contaminación más importantes son los gases de efecto invernadero, ya que inciden gravemente en el cambio climático de la Tierra. El gas más significativo entre éstos es el CO₂, generado en toda combustión de materiales carbonados. Existen otras emisiones nocivas como el dióxido de azufre (SO₂) o de nitrógeno (NO₂).

Para calcular el ahorro de estos gases, gracias a la generación eléctrica “limpia” de un sistema fotovoltaico, podemos utilizar la emisión media por unidad de electricidad generada, cuyas equivalencias son las siguientes:

- 400 gr CO₂ / kWh
- 16,5 gr SO₂ / kWh
- 5,08 gr NO₂ / kWh

En conclusión, con la central solar fotovoltaica conectada a la red eléctrica, el ahorro total de emisiones contaminantes sería el que se resume en la tabla siguiente:

Producción anual: 3.960 kW	
Ahorro de emisiones	
CO ₂	1.584 kg
SO ₂	65,34 kg
NO ₂	20,11 kg

Tabla 11. Ahorro emisiones CO₂

9. Instalación de colectores solares para ACS en vivienda unifamiliar:

El objetivo de esta instalación es la de dotar a la vivienda de una instalación formada por colectores solares que permitan la generación de agua caliente sanitaria (en adelante ACS), para un consumo diario de 3 personas en la vivienda objeto. Se pretende reutilizar el depósito del calentador eléctrico de agua del que dispone la vivienda para ahorrar en la inversión a realizar en la misma.

Para poder determinar el consumo realizado, dado que actualmente se dispone de un calentador eléctrico con un depósito de 350 litros, que para los 3 habitantes de la vivienda es suficiente ya que sólo se utiliza agua caliente para la ducha diaria, se podrían realizar los cálculos utilizando el actual consumo de agua caliente diaria (unos 250 litros), en los meses de otoño e invierno y el resto de meses, al existir una ducha exterior compuesta por un tubo de pvc que se calienta al sol, esta proporciona en los meses de primavera y verano agua caliente adicional como refuerzo al calentador actual en estos meses donde la demanda es algo mayor al utilizar la piscina y debido al calor de la zona.

9.1 Radiación solar

Dada la zona en la que se pretende diseñar el sistema de dotación para la vivienda de ACS (ver anexo 2 del presente proyecto), se obtiene la siguiente tabla de consumos:

MES	Coeficiente Corrector	Consumo (l/día) a 60°C	Consumo corregido
Enero	1,25	180	225
Febrero	1,20	180	216
Marzo	1,10	180	198
Abril	1,05	180	189
Mayo	1,00	180	180
Junio	0,80	180	144
Julio	0,50	180	90
Agosto	0,60	180	108
Septiembre	0,9	180	162
Octubre	1,05	180	189
Noviembre	1,15	180	207
Diciembre	1,30	180	234

Tabla 12. Radiación solar

El consumo más desfavorable se produce en los meses de invierno, no llegando a superar los 250 litros diarios.

9.2 Cálculo de colectores solares

Para determinar los datos del colector elegido (colector PRO C 250V/H de Dietrich) se utilizará el primer método de cálculo descrito en el Anexo 2 del presente documento, resultando un total de:

$$P = (0,81 \times 700) - 4,65 \times 30 = 427,5 \text{ W/m}^2$$

Es por ello que se necesitarán dos colectores solares para abastecer las necesidades de la vivienda lo que supondrá un total de 855 W/m² por 2,354 m²/ colector de área útil supone un total de 2012W por colector, 4024W para los dos colectores con una superficie de 4,708 m².

La superficie necesaria es de 2,925 m². Con esta superficie se podrán suministrar un total de 376 litros de agua a 60° C/ día, un 60% más de las necesidades máximas requeridas.

La colocación y disposición de los paneles se describe en los planos 10 y 11 del presente documento.

9.3 Prevención de la legionela

La temperatura del agua es importante a tener en cuenta para prevenir el desarrollo de la legionela en las redes de distribución, debido a que esta crece entre los 25°C y 43°C. Para evitar esto se deberán seguir la siguiente recomendación en el presente caso objeto del proyecto de diseño:

1. La temperatura del agua debe ser superior a 50°C, lo que se cumplirá en nuestro caso, ya que la temperatura de trabajo se ha fijado en 60° C.

9.4 Presupuesto de la instalación

Sección	Descripción	Euros
Estructura soporte	Suministro e instalación estructura	294
Paneles térmicos	Suministro, instalación y conexión paneles	1.283,1
Cuadro de mando	Instalación cuadro	121,80
Elaboración proyecto	Elaboración proyecto. Redacción, recopilación de documentos, mediciones, traslados.	52,92
TOTAL		1.751,82

Tabla 13. Coste Instalación

El coste de la instalación ACS solar es de:.....1.751,82 €
 El IVA correspondiente a esta cantidad es de:.....367,88 €
 El coste total asciende a :.....2.119,70 €

10. Instalación de absorbedores solares para calentamiento del agua de una piscina.

El objetivo de esta instalación es la de proveer a la vivienda de una instalación formada por absorbedores solares que permitan la elevación de la temperatura de la piscina exterior (no cubierta) con el objeto de prolongar su uso durante los únicos 6 meses al año que se utiliza.

10.1 Esquema de funcionamiento de un sistema de absorbedores de polietileno para calentamiento de agua:

De todos los sistemas que existen en el mercado actual, se ha realizado una selección de un tipo de panel que resista las heladas dado que en los meses de invierno la temperatura baja por debajo de los -2 grados centígrados y esta restricción ha reducido de forma notable las posibles opciones disponibles, reduciendo de entre todas ellas a los paneles de polietileno de la marca OKU que son los que se utilizarán para el diseño de la instalación objeto del presente proyecto.

Estos absorbedores son de escaso peso (apenas 6 kg por panel), resistente a ácidos, de una sola pieza y de fácil fijación lo que ha reforzado la decisión de seleccionarlos de entre todas las opciones disponibles.

10.2 Cálculo Instalación Paneles térmicos solares para calentamiento del agua de la piscina:

Para proceder al cálculo de los paneles necesarios se obtendrá en primer lugar el volumen de la piscina que al tener unas dimensiones de unos 9 metros de largo por 4,5 ancho da un total de unos 40,5 metros cuadrados. Aunque la profundidad no es homogénea, se aproxima a unos 120 cms de profundidad media lo que supone un volumen total de agua de 48.600 litros de agua.

Si se desea aumentar 1 ° C la temperatura de 1 litro de agua se necesitan 0,67W de energía solar producida.

Para aumentar la temperatura de la piscina 5, 10 ó 15 grados se representará en la siguiente tabla los vatios necesarios para conseguirlo para el volumen de agua de la piscina, multiplicando por 8,33 x nº grados/ 24 por el volumen de litros obteniendo los BTU`s necesarios y sabiendo que 1 BTU/h equivale a 0,29 W/h:

	5 °C	10° C	15°C
48.600 litros	24.703 W/h	49.407 W/h	74.110 W/h

Tabla 14. Potencia necesaria para elevación temperatura

Adicionalmente, al calentamiento, se debe mantener la temperatura de la piscina, por lo que se necesitan 11,6 Watios/ h adicionales por cada metro cuadrado y por cada grado que se quiera por encima de la temperatura del aire alrededor de la misma. Por tanto, para los 40,5 metros cuadrados se necesitarán 472,5 W/ h por cada grado que se desee mantener por encima de la temperatura del aire.

De igual forma para mantener la temperatura 5, 10 ó 15° C como en la tabla anterior se necesitarán los vatios que se representan en las siguientes tablas:

	5 °C	10° C	15°C
472,5 m2	2.362,5 W/h	4.725 W/h	7.087,5 W/h

Tabla 15. Potencia necesaria para mantenimiento temperatura

Sumando los vatios necesarios de las dos tablas anteriores se obtendrá:

	5 °C	10° C	15°C
TOTAL	27.065,5 W/h	54.131 W/h	81.196,5 W/h

Tabla 16. Potencia necesaria Total (Elevación + Mantenimiento)

Las características del panel solar OKU muestran que tiene una eficacia de 800 Watios/h por lo que para cada escenario se necesitarán el número de paneles siguientes (tal y como queda descrito en el Anexo 3 de este proyecto):

- 5°C → 33 paneles
- 10°C → 66 paneles
- 15°C → 99 paneles

10.3 Datos técnicos absorbedores:

- Reducida pérdida de presión 0,003 bares a 200 l/h/m²
- Flujo 150 –250 litros / m² / hora
- Peso aprox. 6 kg / m²
- Contenido agua 6 Litros / m²
- Presión de ensayo 4,5 bares a TN
- Presión de servicio hasta 1,2 bares a 40°C
- Grado de eficacia hasta 0,8 KW / h / m²
- Valor promedio 0,5 –0,6 KW / h / m²
- Resistente a temperaturas de -50°C a +115°C,
- Carente de corrosión
- Resistente al agua de la piscina
- Resistencia a la congelación y transitable, sistema modular.

10.4 Montaje absorbedores inclinados:

El montaje de estos absorbedores sobre cubierta inclinada seguirá el siguiente esquema de montaje:

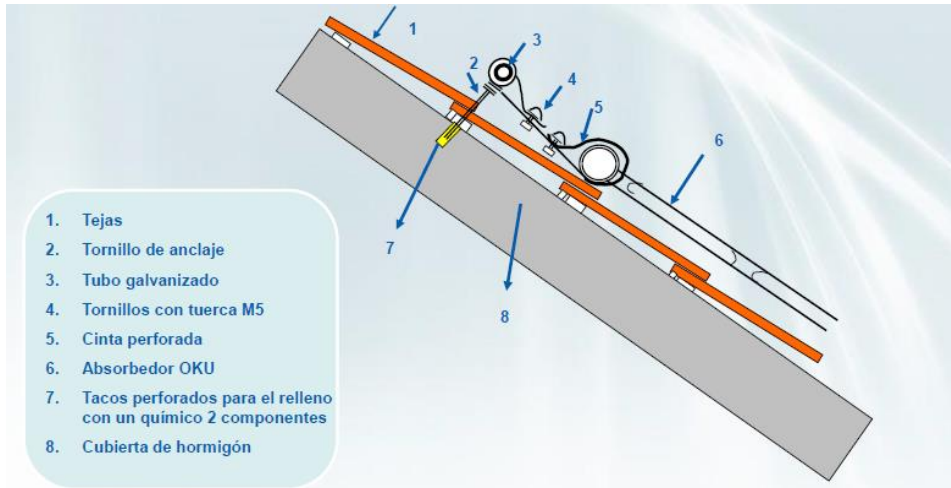


Imagen 2. Montaje paneles absorbentes

10.5 Esquema técnico montaje absorbedores:

El montaje de los paneles conexas con la piscina y depuradora tendrá el siguiente aspecto funcional:

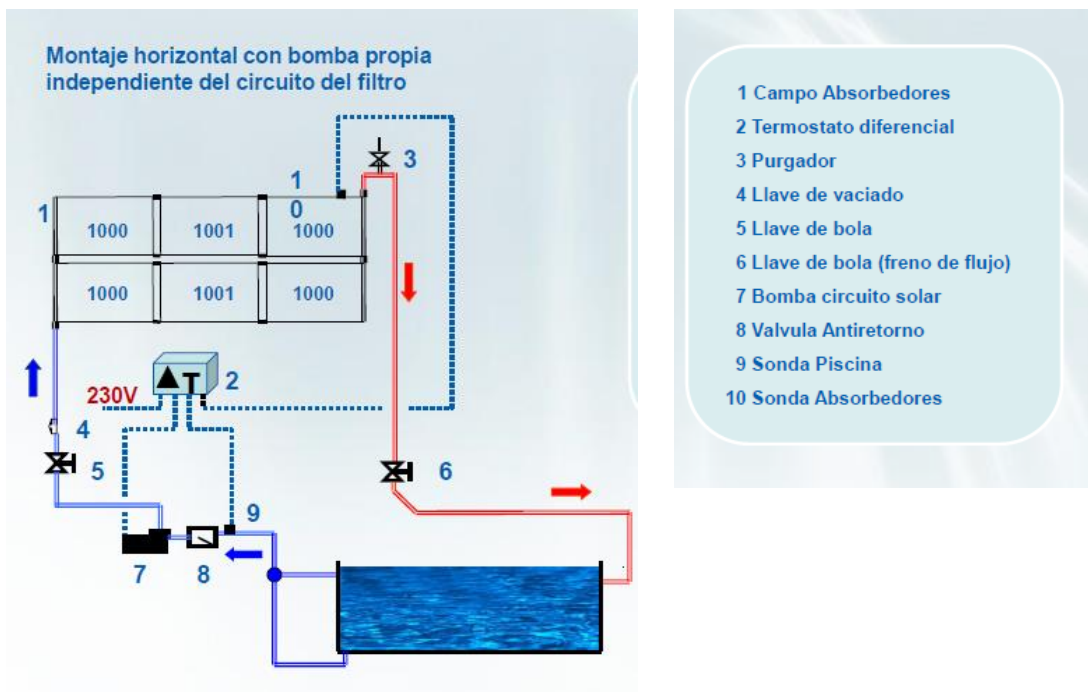


Imagen 3. Esquema montaje paneles absorbentes

10.1 Presupuesto montaje absorbedores:

El coste de la inversión necesaria para la puesta en marcha de la instalación descrita se muestra en el documento de Presupuesto, quedando en la siguiente tabla el resumen del detalle del mismo:

Sección	Descripción	Euros
Estructura soporte	Suministro e instalación estructura	301,35
Absorbedores térmicos	Suministro, instalación y conexión absorbedores	4.728,38
Cuadro de mando	Instalación cuadro	298,20
Elaboración proyecto	Elaboración proyecto. Redacción, recopilación de documentos, mediciones, traslados.	84,84
TOTAL		5.412,77

Tabla 17. Coste total instalación paneles absorbedores

El coste de la instalación de los absorbedores es de:.....5.412,77 €
 El IVA correspondiente a esta cantidad es de:.....1.136,68 €
 El coste total asciende a :.....6.549,45 €

PLIEGO DE CONDICIONES

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR: SERGIO DEVIS GALLEGO

DIRECTORA DEL PROYECTO: TANIA MARÍA GARCÍA SÁNCHEZ

VALENCIA, FEBRERO 2019

ÍNDICE:

PLIEGO DE CONDICIONES	40
1. Objeto.....	41
2. Normativa	41
3. Calidad de los materiales	43
3. 1. Paneles fotovoltaicos	44
3. 2. Inversor de conexión aislada de red.....	45
3. 3. Estructura soporte	46
3. 4. Conductores eléctricos	46
3. 5. Puesta a tierra y conductores de protección.....	47
3. 6. Identificación de los conductores	47
3.7. Canalización de la instalación.....	48
3. 8. Aparatos de mando y maniobra	48
3. 9. Aparatos de protección	49
3. 10. Aparatos de medida	49
3.11. Cuadros eléctricos.....	50
4. Normas de ejecución de las instalaciones.....	50
4.1. Paneles fotovoltaicos	50
4. 2. Inversor de conexión aislada de red.....	50
4. 3. Estructura soporte	50
4. 4. Conductores eléctricos	51
4. 5. Puesta a tierra.....	51
4. 6. Conductores de protección.....	51
4. 7. Tubos y canales protectoras	52
4. 8. Caja de empalme.....	52
4. 9. Aparatos de mando y maniobra	52
4. 10. Aparatos de protección	52
4. 11. Aparatos de medida	52
4. 12. Cuadros eléctricos.....	53
4. 13. Conexión.....	53
5. Pruebas reglamentarias	53
5.1. Verificación por examen.....	53
5. 2. Verificación mediante medidas y ensayos.....	54
6. Condiciones de uso y mantenimiento	54
7. Certificados y documentación	55
8. Definiciones.....	56

PLIEGO DE CONDICIONES

1. Objeto

La presente especificación técnica tiene como objeto fijar las condiciones técnicas que debe cumplir la central solar fotovoltaica, así como regular todas las acciones referentes a la realización de la misma.

Se refiere al diseño, puesta en marcha y verificación de la central solar fotovoltaica de conexión aislada a la red de 3,96 KWp, sobre el tejado de la vivienda unifamiliar situada en la Calle Sinarcas, 16 de la Urbanización Los Pinares de Bétera en la provincia de Valencia.

Quedan incluidos en el proyecto, el diseño de la instalación eléctrica, verificación y puesta en marcha de la central, la instalación de la estructura, y todos los elementos necesarios para la realización de las tareas descritas.

2. Normativa

Es de aplicación toda la normativa que afecte a las instalaciones solares fotovoltaicas.

- Directiva 2003/54/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 26 de junio de 2003.

La presente Directiva establece normas comunes en materia de generación, transporte, distribución y suministro de electricidad. Define las normas relativas a la organización y funcionamiento del sector de la electricidad, el acceso al mercado, los criterios y procedimientos aplicables a las licitaciones y la concesión de las autorizaciones, así como la explotación de las redes.

- Directiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

Relativa a la promoción de la electricidad generada a partir de fuentes de energías renovables en el mercado interior de la electricidad: objetivo para 2010, que en Europa el 22,1 % y en España el 29,4% de la demanda de electricidad se realice mediante energías renovables.

- Ley 54/1997 de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.

Esta ley tiene como fin básico establecer la regulación del sector eléctrico. Tiene un propósito liberador de este sector. Define el régimen ordinario y el régimen especial de producción.

- Real Decreto 436/2004 de 12 de marzo.

Se plasma la obligatoriedad de compra de la energía eléctrica generada en instalaciones que utilicen energías renovables. Además, en él se fija la retribución por la misma; el precio se armoniza a partir de una tarifa media o de referencia.

- REAL DECRETO 1955/2000, de 1 de diciembre.

Este regula las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.

- Plan de Fomento de las Energías Renovables en España. Define los objetivos nacionales en el periodo para el periodo 2005 – 2010.
- Normativa autonómica (Cataluña, Andalucía, Canarias...).
- RD 1663/2000 de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

El presente Real Decreto será de aplicación a las instalaciones fotovoltaicas de potencia nominal no superior a 100 kVA y cuya conexión a la red de distribución se efectúe en baja tensión. A estos efectos, se entenderá por conexión en baja tensión aquella que se efectúe en una tensión no superior a 1 kV.

- RD 842/2002, de 2 de agosto.

Por el que se regula para las instalaciones de producción de energía eléctrica en régimen especial su incentivación en la participación en el mercado de producción, determinadas obligaciones de información de sus previsiones de producción, y la adquisición por los comercializadores de su energía eléctrica producida.

- Informe CNE 19-5-2005 sobre agrupación instalaciones $P < 100$ kW

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión

El objeto de este reglamento es el de establecer las condiciones técnicas y garantías que deben reunir las instalaciones eléctricas conectadas a una fuente de suministro en los límites de baja tensión, con la finalidad de:

- preservar la seguridad de las personas y los bienes.

- asegurar el normal funcionamiento de dichas instalaciones y prevenir las perturbaciones en otras instalaciones y servicios.
 - contribuir a la fiabilidad técnica y a la eficiencia económica de las instalaciones.
- Condiciones técnicas que han de cumplir las instalaciones fotovoltaicas para su conexión a la red de Iberdrola.
 - Resolución del ministerio de economía de 31 de mayo de 2001 de la Dirección General de Política Energética y Minas, por la que se establecen el modelo de contrato tipo y el modelo de factura para instalaciones solares fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión.
 - Decreto 352/2002 de 18 de diciembre, sobre el procedimiento administrativo aplicable a las instalaciones solares fotovoltaicas.

3. Calidad de los materiales

Todos los materiales a emplear en la presente instalación son de primera calidad, reúnen las condiciones exigidas por el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión y se adecuan a lo especificado en los distintos documentos del Proyecto. En caso de discrepancia entre los planos y el pliego de condiciones, prevalece pliego de condiciones.

Los equipos y materiales han de instalarse de acuerdo con las recomendaciones del fabricante correspondiente, siempre que estas no contradigan las recomendaciones de estos documentos.

Todos los materiales instalados llevan impreso, en lugar adecuado, la marca y el modelo.

Cualquier situación no prevista durante la ejecución de la instalación, y que repercuta a la elección de materiales, ha de comunicarse al proyectista para la consiguiente aprobación.

Asimismo, el funcionamiento de estas instalaciones no podrá dar origen a condiciones peligrosas de trabajo para el personal de mantenimiento y explotación de la red de distribución.

3. 1. Paneles fotovoltaicos

El módulo solar empleado en la instalación objeto del proyecto es el **"TP672P"**, con potencia pico de 330 Wp, proporcionado por "Talesun S. L. ".

El número de módulos solares asciende a 12.

Todos los módulos cumplen con las especificaciones UNE-EN 61215 para módulos de silicio cristalino, o UNE-EN 61646 para módulos fotovoltaicos de capa delgada, y están cualificados por un laboratorio reconocido.

Cada panel fotovoltaico lleva, claramente visible, el modelo y el nombre del fabricante, así como el número de serie que permita su trazabilidad.

Los módulos llevan diodos de derivación para evitar las posibles averías de las células y sus circuitos por sombreados parciales y tienen un grado de protección IP65.

En el diseño inicial, todos los módulos que integran la instalación son del mismo modelo.

La orientación, inclinación y distancias del generador fotovoltaico son sur (3° al oeste), 30°, se ha dispuesto así para que la central dé el máximo rendimiento posible.

3. 2. Inversor de conexión aislada de red

El inversor elegido para esta instalación es el "PV30-5KW MPK" de "MUST".

Las características básicas mínimas del inversor son las siguientes:

- Principio de funcionamiento: fuente de corriente.
- Auto conmutado.
- Seguimiento automático del punto de máxima potencia del generador.
- No funcionará en isla o modo aislado.

El inversor cumple con las directivas comunitarias de Seguridad Eléctrica y Compatibilidad Electromagnética (ambas certificadas por el fabricante), incorporando protecciones frente a:

- Cortocircuitos en alterna.
- Tensión de red fuera de rango.
- Frecuencia de red fuera de rango.
- Sobretensiones, mediante varistores o similares.
- Perturbaciones presentes en la red como microcortes, pulsos, defectos de ciclos, ausencia y retorno de la red, etc.

El inversor dispone de las señalizaciones necesarias para su correcta operación, e incorpora los controles automáticos imprescindibles que aseguran su adecuada supervisión y manejo.

Incorpora los controles manuales siguientes:

- Encendido y apagado general del inversor.
- Conexión y desconexión del inversor a la interfaz CA.

El inversor tiene un grado de protección IP54 (Electrónica IP65), por lo que cumple con la legislación vigente.

El inversor está garantizado para operar en las siguientes condiciones ambientales: entre 0 °C y 40 °C de temperatura y entre 0 % y 90 % de humedad relativa.

3. 3. Estructura soporte

La estructura empleada para sustentar el generador es una estructura Fija consistente en unas barras de hierro longitudinales de fijación al tejado. La empresa asegura que cumple con la normativa vigente.

Las estructuras soporte de módulos resisten, con los módulos instalados, las sobrecargas del viento y nieve, de acuerdo a la 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, permite las necesarias dilataciones térmicas, sin transmitir cargas que puedan afectar a la integridad de los módulos.

La tornillería realizada en acero inoxidable cumple la norma MV-106. En el caso de ser la estructura galvanizada se admiten tornillos galvanizados, exceptuando la sujeción de los módulos a la misma donde han de ser de acero inoxidable.

3. 4. Conductores eléctricos

Los conductores son de cobre y tienen la sección indicada en el esquema unifilar, *plano 8*; así se evitan caídas de tensión y calentamientos por encima de los permitidos. Concretamente, para cualquier condición de trabajo, los conductores de la parte de continua tienen la sección suficiente para que la caída de tensión sea inferior al 1,5 % y los de la parte de alterna para que la caída de tensión sea inferior al 2%.

De acuerdo con la norma UNE 21123, todo el cableado de continua es de doble aislamiento y adecuado para su uso en intemperie, al aire o enterrado.

Los conductores a instalar tienen la longitud necesaria para no generar esfuerzos en los diversos elementos ni posibilidad de enganche por el tránsito normal de personas, y son los indicados en el *plano 8* tanto en sección como en tipo de aislamiento. En el *plano 6* se observan las conexiones a realizar entre paneles.

Para conectarlos, se retira la envoltura imprescindible para realizar el acoplamiento a los terminales o bornas de conexión. No se admiten conexiones donde el cable pelado sobresalga de los bornes o terminales.

Para evitar deterioros, durante la instalación de los mismos, se debe tener en cuenta los radios de curvatura de los cables especificados por el fabricante, y no trazarlos por debajo de los mínimos indicados.

Los cables a utilizar en las conexiones son unipolares del tipo RV-K 06/1KV, cuyas características son:

- Conductor: de cobre flexible clase 5 según UNE 21022 para instalación fija.
- Aislamiento: Polietileno reticulado.
- Cubierta: Policloruro de vinilo.
- Normas constructivas: No propagadores de la llama según norma UNE-EN50625 (correspondiente a la norma internacional IEC 60332.1).

3. 5. Puesta a tierra y conductores de protección

La puesta a tierra se establece con objeto de limitar la tensión que con respecto a tierra pueden 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 el material utilizado.

Toda la instalación cumple 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 alterna, están conectadas a una única tierra. Esta tierra es independiente de la del neutro de la empresa distribuidora de acuerdo con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

Los conductores de protección son del mismo tipo que los conductores activos y tienen una sección mínima igual a la fijada por la Instrucción ITC BT 18, en función de la sección de los conductores de fase de la instalación. Se instalan por las mismas canalizaciones que éstos.

3. 6. Identificación de los conductores

La identificación de los conductores sigue lo establecido en el apartado 2.2.4 de la ITC-BT-19.

La asignación de colores será la siguiente:

Fase R →Negro

Fase S →Marrón

Fase T →Gris

Neutro →Azul claro

Conductor de protección →Verde-amarillo.

De no poder asignarse estos valores se marcarán los cables, de modo que sean identificables.

3.7. Canalización de la instalación

Los conductores discurren a través tubos de PVC siguiendo las directrices de la ITC-BT 21. La colocación de los tubos se indica en el *plano 10*. Además, en este plano se indica el lugar por el que se han de instalar los tubos. En la parte de corriente continua, las canalizaciones van montadas superficialmente a las paredes y techos; en la parte de alterna, van bajo tubo enterrado a 70 cm de profundidad.

Para las canalizaciones de tubo al aire se utilizan tubos rígidos, conforme a la norma UNE-EN 50086-2-1, que reúnen las siguientes características:

- Resistencia a la compresión: Fuerte (4)
- Resistencia al impacto: Media (3)
- Temperatura mínima de instalación y de servicio: -5°C (2)
- Temperatura máxima de instalación y de servicio: 60°C (1)
- Resistencia al curvado: 1
- Resistencia a la penetración de objetos sólidos: 4
- Resistencia a la propagación de la llama: No propagador (1)

Para la canalización del tubo enterrado, se utiliza tubo protector que cumple la norma UNE-EN 50.086-2-4, y sus características mínimas son:

- Resistencia a la compresión: 450/750 N
- Resistencia al impacto: Normal
- Resistencia al curvado: 1
- Resistencia a la penetración de objetos: 4
- Resistencia a la penetración del agua: 3

Los tubos tienen un diámetro tal que permiten un fácil alojamiento y extracción de los cables o conductores aislados. Para la elección del diámetro se siguen las tablas correspondientes de la ITC-BT 21.

3. 8. Aparatos de mando y maniobra

Los aparatos de mando y maniobra son los indicados en el *plano 8*, se podrán sustituir por uno de características similares previa aceptación del director del proyecto.

3. 9. Aparatos de protección

Se cumple con lo dispuesto en el Real Decreto 1663/2000, artículo 11, sobre protecciones en instalaciones fotovoltaicas conectadas a la red de baja tensión y con el esquema unifilar que aparece en la resolución de 31 de mayo de 2001.

3. 10. Aparatos de medida

Para realizar las mediciones, se utilizan dos contadores (entrada y salida).

La colocación de los contadores y de los equipos de medida, y las condiciones de seguridad están de acuerdo a la MIE BT O15.

Los contadores se ajustan a la normativa petrológica vigente y su precisión es la correspondiente a la de clase de precisión 2, regulada por el Real Decreto 875/1984, de 28 de marzo, por el que se aprueba el Reglamento para la aprobación de modelo y verificación primitiva de contadores de uso corriente (clase 2) en conexión directa, nueva, a tarifa simple o a tarifas múltiples, destinadas a la medida de la energía en corriente monofásica o polifásica de frecuencia 50 Hz.

Las características del equipo de medida de salida son tales que la intensidad correspondiente a la potencia nominal de la instalación fotovoltaica se encuentra entre el 50 % de la intensidad nominal y la intensidad máxima de precisión de dicho equipo.

Todos los elementos integrantes del equipo de medida, tanto los de entrada como los de salida de energía, son precintados por la empresa distribuidora.

3.11. Cuadros eléctricos

Los cuadros eléctricos elegidos son de los siguientes:

Caja de protecciones de continua	C303F (Hager)	150 x 100 x 90 mm
Cuadro de protecciones de alterna	Orión Plus FL101A (Hager)	250 x 200 x 160 mm

Están dispuestos tal y como se indica en el *plano 7*.

4. Normas de ejecución de las instalaciones

4.1. Paneles fotovoltaicos

Los 12 módulos fotovoltaicos se conectan formando 2 ramas de 6 unidades por serie, según el *plano 5*, respetando las polaridades de los módulos.

La conexión se realiza por medio de los terminales incluidos en el panel.

Los conductores de conexión se fijan, mediante bridas, a la estructura del generador.

4. 2. Inversor de conexión aislada de red

Las conexiones se realizan según el manual de instalación del inversor **Must PV30-5KW MPK**, proporcionado por el proveedor.

La sujeción de los cuadros debe impedir vibraciones o tambaleos, sujetándose perfectamente a la pared según proceda.

4. 3. Estructura soporte

La estructura se monta siguiendo las especificaciones técnicas recogidas en su manual. Tanto el anclaje a las tejas como la sujeción de los módulos se realiza tal como dicta el fabricante. La tortillería es de acero galvanizado.

4. 4. Conductores eléctricos

Debe tenerse en cuenta los radios de curvatura, suministrados por el fabricante, en los cambios de dirección.

En ningún caso se permite la unión de conductores por empalmes y derivaciones por simple retorcimiento o arrollamiento entre si de los conductores, sino que debe realizarse utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión.

4. 5. Puesta a tierra

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

La toma de tierra está formada por 4 picas de 2 metros cada una. Su configuración puede verse en el *plano 9*.

El hincado de las picas de la puesta a tierra se efectúa con golpes cortos, no muy fuertes, para evitar la posible fractura de las picas, quedando la parte superior de las mismas a una profundidad de 0,5 metros. Hay una distancia mínima de 2,5 metros entre ellas. Para asegurar su equipotencialidad, se conectan por sus extremos superiores con anillo de cobre de 35 mm² de sección.

4. 6. Conductores de protección

En el circuito de protección a tierra, los conductores de protección unen las masas al conductor principal de tierra.

Las conexiones se deben realizar mediante grapas de conexión, soldadura aluminotérmica o autógena, y deberán ser accesibles para la verificación y ensayos.

Los conductores van instalados en el interior del mismo tubo de protección que los conductores activos, y ningún aparato debe ser intercalado en el circuito de protección, aunque para los ensayos se podrán utilizar conexiones desmontables mediante útiles adecuados.

4. 7. Tubos y canales protectoras

La instalación y puesta en obra de los tubos de protección deberán cumplir lo indicado en el apartado 2 de la ITC-BT-21 y, en su defecto, lo prescrito en la norma UNE 20460-5-523 y en las ITC-B-19 e ITC-BT-20.

4. 8. Caja de empalme

La caja de empalme se ubica en el lugar indicado en el *plano 7*. Es estanca y tiene un grado de protección IP55.

4. 9. Aparatos de mando y maniobra

La conexión de los cables dentro de los bornes se realiza con la presión adecuada para evitar la desconexión.

Se mantienen desactivados en vistas a la verificación del punto de enlace realizado por la empresa distribuidora del lugar.

4. 10. Aparatos de protección

La conexión de los cables dentro de los bornes se realiza con la presión adecuada para evitar la desconexión.

Se mantienen desactivados en vistas a la verificación del punto de enlace realizado por la empresa distribuidora del lugar.

4. 11. Aparatos de medida

Se ubican encima de la C.G.P, tal como aparece en el *plano 7*. Ha de realizarse un nicho según las características impuestas por la empresa distribuidora.

4. 12. Cuadros eléctricos

La sujeción de los cuadros debe impedir vibraciones o tambaleos, asentándose perfectamente en la pared según proceda.

4. 13. Conexión

Debe ser realizada por personal cualificado, previa autorización de la empresa instaladora competente del lugar.

5. Pruebas reglamentarias

La verificación de la instalación previa a su puesta en servicio comprende dos fases:

- 1) Fase de verificación por examen.
- 2) Segunda fase que requiere la utilización de dispositivos de medida para llevarla a cabo.

5.1. Verificación por examen

Se efectúa para el conjunto de la instalación estando esta sin tensión. Se debe comprobar:

- Que el material eléctrico instalado permanentemente es conforme con las prescripciones establecidas en el proyecto o memoria técnica de diseño.
- Que el material ha sido elegido e instalado correctamente conforme a las prescripciones del Reglamento y del fabricante del material.
- Que el material no presenta ningún daño visible que pueda afectar a la seguridad.

Los aspectos cualitativos que este tipo de verificación debe tener en cuenta son los siguientes:

- La existencia de medidas de protección contra los choques eléctricos por contacto de partes bajo tensión o contactos directos.
- La existencia de medidas de protección contra contactos indirectos.

- El calibrado de los dispositivos de protección y señalización.
- La utilización de materiales y medidas de protección apropiadas a las influencias externas.
- La existencia y disponibilidad de esquemas, advertencias e informaciones similares.
- La identificación de circuitos, fusibles, interruptores, bornes, etc.
- La correcta ejecución de las conexiones de conductores.
- La accesibilidad para comodidad de funcionamiento y mantenimiento.

5. 2. Verificación mediante medidas y ensayos

El alcance de esta verificación es el detallado en la ITC-BT-19, en la norma UNE 20460 parte 6-61, y en la ITC-BT 18, en lo referido a verificaciones a realizar en las puestas a tierra.

Las verificaciones a realizar por el instalador son:

- Funcionamiento y puesta en marcha de todos los elementos.
- Determinación de la potencia instalada.
- Medida de continuidad de los conductores de protección.
- Medida de la resistencia de puesta a tierra.
- Medida de la resistencia de aislamiento de los conductores.
- Medida de la resistencia de aislamiento de suelos y paredes.
- Medida de la rigidez dieléctrica.
- Medida de corrientes de fuga.

6. Condiciones de uso y mantenimiento

El objeto de este apartado es definir las condiciones generales mínimas que deben seguirse para el adecuado mantenimiento de la central solar.

El mantenimiento preventivo de la instalación incluye al menos una visita semestral en la que se realizan las siguientes actividades:

- Comprobación de las protecciones eléctricas.

- Comprobación del estado de los módulos: comprobación de la situación respecto al proyecto original y verificación del estado de las conexiones.
- Comprobación del estado del inversor: funcionamiento, lámparas de señalizaciones, alarmas, etc.
- Comprobación del estado mecánico de cables y terminales (incluyendo cables de tomas de tierra y reapriete de bornas), pletinas, transformadores, ventiladores/extractores, uniones, reaprietes, limpieza.
- Realización de un informe técnico de cada una de las visitas en el que se refleje el estado de las instalaciones y las incidencias acaecidas.
- Registro de las operaciones de mantenimiento realizadas en un libro de mantenimiento, en el que constará la identificación del personal de mantenimiento (nombre, titulación y autorización de la empresa).

Los costes económicos del mantenimiento correctivo forman parte del precio anual del contrato de mantenimiento. Podrán no estar incluidas ni la mano de obra ni las reposiciones de equipos necesarias más allá del período de garantía.

El mantenimiento debe realizarse por personal técnico cualificado bajo la responsabilidad de la empresa instaladora.

7. Certificados y documentación

Previamente a la iniciación de los trabajos de instalación eléctrica, a que se refiere el presente proyecto, o durante el periodo de montaje, la Dirección de Obra puede solicitar certificados de homologación de los materiales que intervienen en la instalación eléctrica, así como documentación y catálogos en los que se indiquen las características principales.

Una vez acabada la instalación y realizada las pruebas reglamentarias se confeccionan los certificados de final de instalación.

8. Definiciones

Radiación Solar.

Radiación solar: es la energía procedente del sol en forma de ondas electromagnéticas.

Irradiancia: la densidad de potencia incidente en una superficie o la energía incidente en una superficie por unidad de tiempo y unidad de superficie.

Irradiación: la energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto periodo de tiempo.

Instalación.

Instalaciones fotovoltaicas: aquellas que disponen de módulos fotovoltaicos para la conversión directa de la radiación solar en energía eléctrica, sin ningún paso intermedio.

Instalaciones fotovoltaicas interconectadas: aquellas que normalmente trabajan en paralelo con la empresa distribuidora.

Línea y punto de conexión y medida: la línea de conexión es la línea eléctrica mediante la cual se conectan instalaciones fotovoltaicas, con un punto de red de la empresa distribuidora o con la acometida del usuario, denominado punto de conexión y medida.

Interruptor automático de la interconexión: dispositivo de corte automático sobre el cual actúan las protecciones de interconexión.

Interruptor general: dispositivo de seguridad y maniobra que permite separar la instalación fotovoltaica de la red de la empresa distribuidora.

Generador fotovoltaico: asociación en paralelo de ramas fotovoltaicas.

Rama fotovoltaica: subconjunto de módulos interconectados en serie o en asociaciones serie-paralelo, con voltaje igual a la tensión nominal del generador.

Inversor: Convertidor de tensión y corriente continua en tensión y corriente alterna.

Potencia pico del generador: Es la suma de las potencias máximas de los módulos fotovoltaicos.

Potencia de la instalación fotovoltaica o potencia nominal: es la suma de la potencia nominal de los inversores, la especificada por el fabricante, que intervienen en las tres fases de la instalación en condiciones nominales de funcionamiento.

Módulos.

Célula solar o fotovoltaica: dispositivo que transforma la radiación solar en energía eléctrica.

Célula de tecnología equivalente (CTE): es una célula solar encapsulada de forma independiente, cuya tecnología de fabricación y encapsulado es idéntica a la de los módulos fotovoltaicos que forma la instalación.

Modulo o panel fotovoltaico: es un conjunto de células solares directamente interconectadas y encapsuladas como único bloque, entre materiales que las protegen de los efectos de la intemperie.

Condiciones Estándar de Medida (CEM): son unas determinadas condiciones de irradiancia y temperatura de célula solar, utilizadas universalmente para caracterizar células, módulos y generadores solares, definidas del modo siguiente:

- Irradiancia solar 1000 W/m²
- Distribución espectral AM 1,5G
- Temperatura de célula 25° C

Potencia pico: potencia máxima del panel fotovoltaico en CEM.

TONC: temperatura de operación nominal de la célula, definida como la temperatura que alcanzan las células solares cuando se somete al módulo a una irradiancia de 800 W/m² con distribución espectral AM 1,5G, la temperatura ambiente es de 20 °C y la velocidad del viento es de 1 m/s.

Integración arquitectónica.

Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos: cuando los módulos fotovoltaicos cumplen una doble función, energética y arquitectónica (revestimiento, cerramiento o sombreado) y, además, sustituyen a elementos constructivos convencionales.

Revestimiento: cuando los módulos fotovoltaicos constituyen parte de la envolvente de una construcción arquitectónica.

Cerramiento: cuando los módulos constituyen el tejado o fachada de la construcción arquitectónica, debiendo garantizar la debida estanqueidad y aislamiento térmico.

Elementos de sombreado: cuando los módulos fotovoltaicos protegen a la construcción arquitectónica de la sobrecarga térmica causada por los rayos solares, proporcionando sombras en el tejado o fachada del mismo.

La colocación de módulos fotovoltaicos paralelos a la envolvente del edificio sin la doble funcionalidad definida, se denominará superposición y no se considerará integración arquitectónica. No se aceptarán, dentro del concepto de superposición, módulos horizontales.



PRESUPUESTO

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR: SERGIO DEVIS GALLEGO
DIRECTORA DEL PROYECTO: TANIA MARÍA GARCÍA SÁNCHEZ

VALENCIA, FEBRERO 2019

ÍNDICE:

1.	Introducción	62
2.	Precios descompuestos instalación fotovoltaica	62
2.1.	Estructura	62
2.2.	Paneles solares	63
2.3.	Inversor	63
2.4.	Tubos y canales protectores	64
2.5.	Caja de protección	65
2.6.	Baterías	65
2.7.	Elaboración proyecto	65
3.	Tabla resumen instalación fotovoltaica	66
4.	Precios descompuestos instalación paneles solares térmicos	67
4.1.	Estructura	67
4.2.	Paneles térmicos	67
4.3.	Cuadro de mando	67
4.4.	Elaboración proyecto	68
5.	Tabla resumen instalación colectores solares térmicos	68
6.	Precios descompuestos instalación absorbedores térmicos para calentamiento del agua de la piscina	70
6.1.	Estructura	70
6.2.	Absorbedores térmicos	70
6.3.	Cuadro de mando	71
6.4.	Elaboración proyecto	71
7.	Tabla resumen instalación absorbedores solares térmicos para calentamiento del agua de la piscina	72

PRESUPUESTO

1. Introducción

A continuación, se detallan los precios descompuestos de los diferentes elementos de la central solar. Estos han sido escogidos entre diferentes suministradores, con el fin de obtener los precios más competitivos del mercado, siempre cuidando la calidad de los materiales. Al final de este presupuesto se incluye una tabla que resume el coste total de cada sección.

De la misma forma se incluye el mismo desglose para la instalación de los paneles térmicos solares para ACS y los absorbedores térmicos para elevar la temperatura de la piscina.

2. Precios descompuestos instalación fotovoltaica

2.1. Estructura

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Suministro e instalación estructura fija	1 unidad	395	395
M.O.D			
Oficial 1ª Electricidad	2 horas	18	36
Peón Electricidad	2 horas	10	20
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		40,30
TOTAL			491,30

2.2. Paneles solares

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Suministro, instalación y cableado paneles Talesun de 330 Wp	12 Uds.	139,13	1.669,56
Conectores WEIDMULLER paneles-regulador	8 Uds.	6,15	49,2
Cable unifilar rojo	30 m	1,38	41,40
Cable unifilar negro	30 m	1,38	41,40
M.O.D			
Oficial 1ª Electricidad	8 horas	18	144
Peón Electricidad	8 horas	10	80
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		23,45
TOTAL			2.048,61

2.3. Inversor

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Suministro e instalación inversor Must	1 Uds.	604,91	604,91
Cable unifilar rojo	20 m	2,94	58,80
Cable unifilar negro	20 m	2,94	58,80
M.O.D			
Oficial 1ª Electricidad	1 horas	18	18
Peón Electricidad	1 horas	10	10
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		37,52
TOTAL			788,03

2.4. Tubos y canales protectores

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Suministro e instalación caja de empalme, canaletas y tubos PVC.			
Caja distribución 85x85x50 mm	1 Ud.	2,10	2,10
Canaleta PVC 30x60 mm	10 m	3,80	38
Tubo PVC 25 mm	10 m	2,70	27
Tubo PVC 63 mm	20 m	2,10	21
Codo PVC 25 mm	3 Uds.	1,10	3,30
Codo PVC 32 mm	2 Uds.	1,20	2,40
Codo PVC 30x40 mm	3 Uds.	1,50	4,50
M.O.D			
Peón Electricidad	4 horas	10	40
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		6,92
TOTAL			145,22

2.5. Caja de protección

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Caja Estanca Solera 153x110x65mm	1 Ud.	7,11	14,22
M.O.D			
Oficial 1ª Electricidad	1/2 hora	18	9
Peón Electricidad	1/2 hora	10	5
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		1,41
TOTAL			29,63

2.6. Baterías

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Suministro e instalación baterías Batería Bauer Solar T1500	31 Ud.	328	10.168
M.O.D			
Peón Electricidad	10 hora	10	100
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		513,4
TOTAL			10.781,40

2.7. Elaboración proyecto

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Elaboración proyecto. Redacción, recopilación de documentos, mediciones, desplazamientos.			
Impresiones proyecto, planos y encuadernación			30
Redacción documentos para la administración	30 hojas	0,2	6

M.O.D			
Ingeniero técnico	40 hora	20	800
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		41,80
TOTAL			877,80

3. Tabla resumen instalación fotovoltaica

Sección	Descripción	Euros
Estructura soporte	Suministro e instalación estructura	491,3
Paneles solares	Suministro, instalación y cableado paneles de 330 Wp	2.048,61
Inversor	Suministro e instalación inversor 6 kW	788,03
Tubos y canales protectores	Suministro e instalación caja de empalme, canaletas y tubos PVC.	145,22
Caja protección	Suministro e instalación armario protecciones.	29,63
Baterías	Suministro e instalación baterías	10.781,40
Elaboración proyecto	Elaboración proyecto. Redacción, recopilación de documentos, mediciones, traslados.	877,80
TOTAL		14.284,19

El coste de la central solar es de:.....14.284,19 €

El IVA correspondiente a esta cantidad es de:.....2.999,67 €

El coste total asciende a :.....17.283,86 €

4. Precios descompuestos instalación paneles solares térmicos

4.1. Estructura

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Suministro e instalación estructura fija	2 unidad	112	224
M.O.D			
Oficial 1ª Electricidad	2 horas	18	36
Peón Electricidad	2 horas	10	20
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		14
TOTAL			294

4.2. Paneles térmicos

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Colector Solar De Dietrich PRO C 250V/H	2 Uds.	516	1.032
Kit conexión hidráulica	30 m	4,46	134
M.O.D			
Oficial 1ª Electricidad	2 horas	18	36
Peón Electricidad	2 horas	10	20
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		61,11
TOTAL			1.283,1

4.3. Cuadro de mando

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
-------------	----------	--------------	----------

Cuadro de mando	1 Ud.	102	102
M.O.D			
Oficial 1ª Electricidad	1/2 hora	18	9
Peón Electricidad	1/2 hora	10	5
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		5,80
TOTAL			121,80

4.4. Elaboración proyecto

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Elaboración proyecto. Redacción, recopilación de documentos, mediciones, desplazamientos.			
Impresiones proyecto, planos y encuadernación			10
Redacción documentos para la administración	2 hojas	0,2	0,40
M.O.D			
Ingeniero técnico	2 hora	20	40
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		2,52
TOTAL			52,92

5. Tabla resumen instalación colectores solares térmicos

Sección	Descripción	Euros
Estructura soporte	Suministro e instalación estructura	294
Paneles térmicos	Suministro, instalación y conexión paneles	1.283,1
Cuadro de mando	Instalación cuadro	121,80
Elaboración proyecto	Elaboración proyecto. Redacción, recopilación de documentos, mediciones,	52,92

PRESUPUESTO

	traslados.	
TOTAL		1.751,82

El coste de la instalación ACS solar es de:.....1.751,82 €

El IVA correspondiente a esta cantidad es de:.....367,88 €

El coste total asciende a :.....2.119,70 €

6. Precios descompuestos instalación absorbedores térmicos para calentamiento del agua de la piscina

6.1. Estructura

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Suministro e instalación estructura fija	1 unidad	231	231
M.O.D			
Oficial 1ª Electricidad	2 horas	18	36
Peón Electricidad	2 horas	10	20
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		14,35
TOTAL			301,35

6.2. Absorbedores térmicos

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Paneles solares OKU	33 Uds.	109	3.597
Manguitos de goma con 2 abrazaderas inoxidables calidad w4 de 38x5x60mm	33	6,66	219,78
Manguitos de goma con 2 abrazaderas inoxidables calidad w4 de 25x3x70mm	33	5,48	180,84
T mixta reducida 50mm a 1/2" para la vaina de sonda de inmersión	1	6,90	6,90
Válvula bola lisa de 50mm en PVC de 16 atm ASTRAL	3	15,90	47,70
Válvula de retención de 50 mm	2	12	24
Espigas conexión PE lisa 50 mm para unión de manguito OKU a PVC	2	3,20	6,40
Grifo con conexión a manguera para vaciado de tubería, con T-mixta red de 1/2"	1	2,30	2,30
Material de PVC tes y codos y un bote de 1Kg de pegamento con brocha	1	6,30	6,30

especial.			
Cable negro kv 1000V, para sonda de 2x1,5 mm ²	50	1,70	85
Motobomba de 0.25CV	1	271	271
M.O.D			
Oficial 1ª Electricidad	2 horas	18	36
Peón Electricidad	2 horas	10	20
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		225,16
TOTAL			4.728,38

6.3. Cuadro de mando

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Centralita Suncontrol con display digital equipada con sondas y vaina con preinstalación a cuadro eléctrico	1 Ud.	270	270
M.O.D			
Oficial 1ª Electricidad	1/2 hora	18	9
Peón Electricidad	1/2 hora	10	5
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		14,20
TOTAL			298,20

6.4. Elaboración proyecto

Descripción	Unidades	Euros/Unidad	Subtotal
Elaboración proyecto. Redacción, recopilación de documentos, mediciones, desplazamientos.			
Impresiones proyecto, planos y			20

encuadernación			
Redacción documentos para la administración	4 hojas	0,2	0,80
M.O.D			
Ingeniero técnico	3 hora	20	60
MEDIOS AUXILIARES			
Sobre costes indirectos	5%		4,04
TOTAL			84,84

7. Tabla resumen instalación absorbedores solares térmicos para calentamiento del agua de la piscina

Sección	Descripción	Euros
Estructura soporte	Suministro e instalación estructura	301,35
Absorbedores térmicos	Suministro, instalación y conexión absorbedores	4.728,38
Cuadro de mando	Instalación cuadro	298,20
Elaboración proyecto	Elaboración proyecto. Redacción, recopilación de documentos, mediciones, traslados.	84,84
TOTAL		5.412,77

El coste de la instalación de los absorbedores es de:.....5.412,77 €

El IVA correspondiente a esta cantidad es de:.....1.136,68 €

El coste total asciende a :.....6.549,45 €

PLANOS

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

AUTOR: SERGIO DEVIS GALLEGO

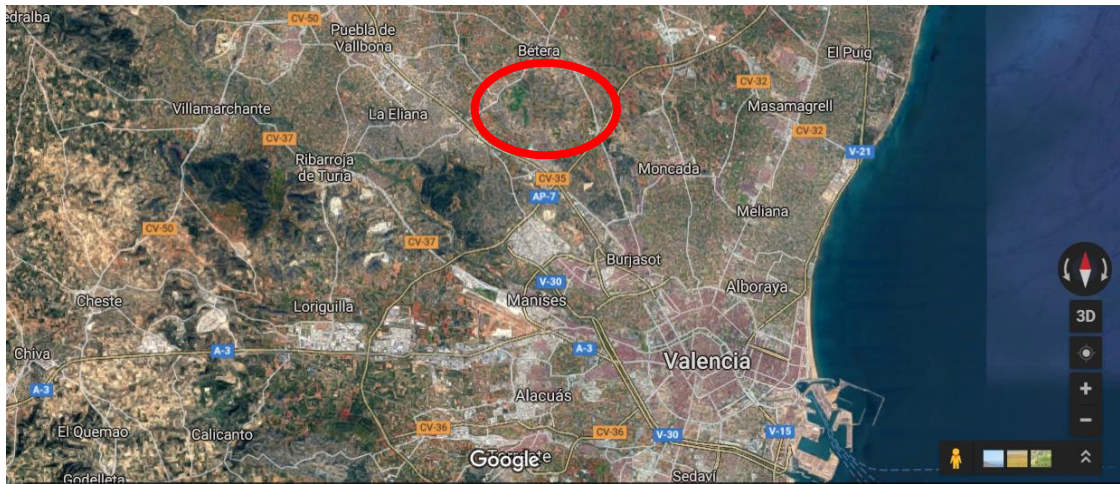
DIRECTORA DEL PROYECTO: TANIA MARÍA GARCÍA SÁNCHEZ

VALENCIA, FEBRERO 2019

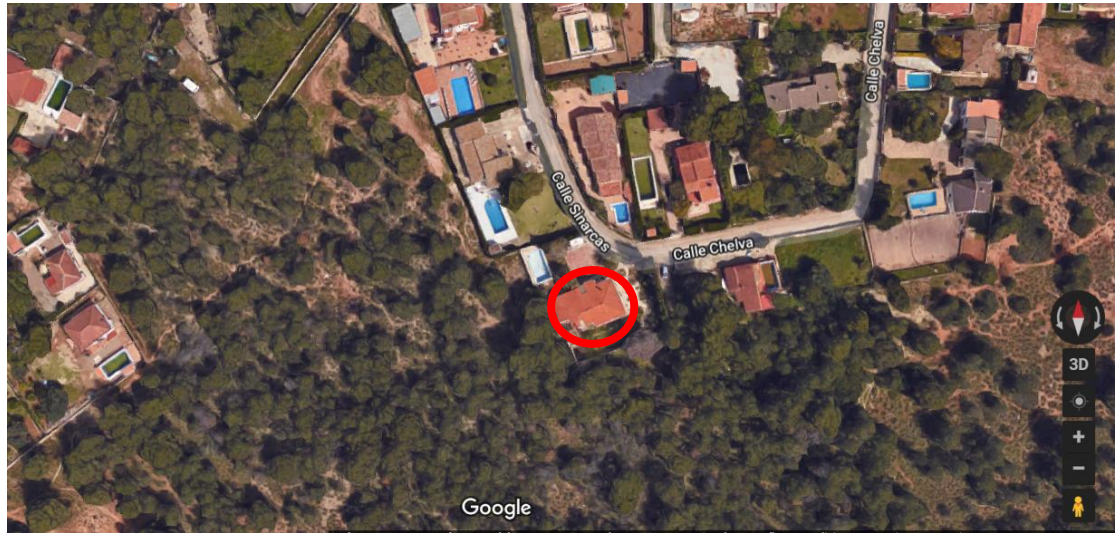
ÍNDICE:

1. Situación Bétera.....	76
2. Emplazamiento.....	77
3. Dimensión zona actuación.....	78
4. Fijación Estructura.....	79
5. Distribución, Orientación e Inclinación paneles.....	80
6. Esquema conexión paneles fotovoltaicos.....	81
7. Esquema unifilar paneles fotovoltaicos.....	82
8. Módulo panel solar fotovoltaico.....	83
9. Puesta a tierra paneles solares fotovoltaicos.....	84
10. Inclinación colectores solares térmicos.....	85
11. Montaje colectores solares térmicos.....	86
12. Distribución absorbedores solares térmicos.....	87
13. Esquema montaje absorbedores solares térmicos.....	88

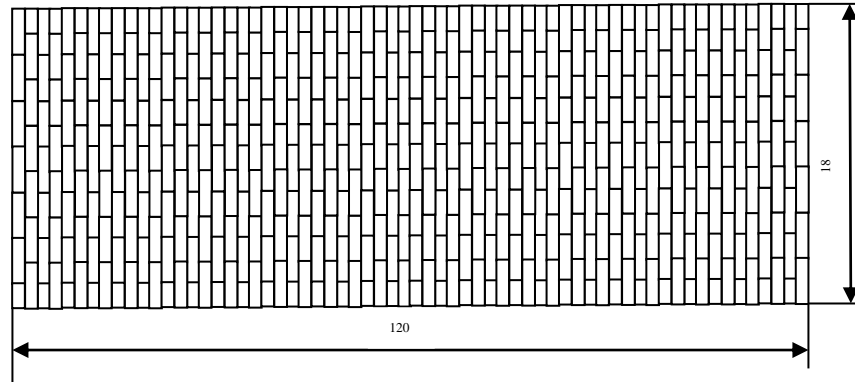
PLANOS



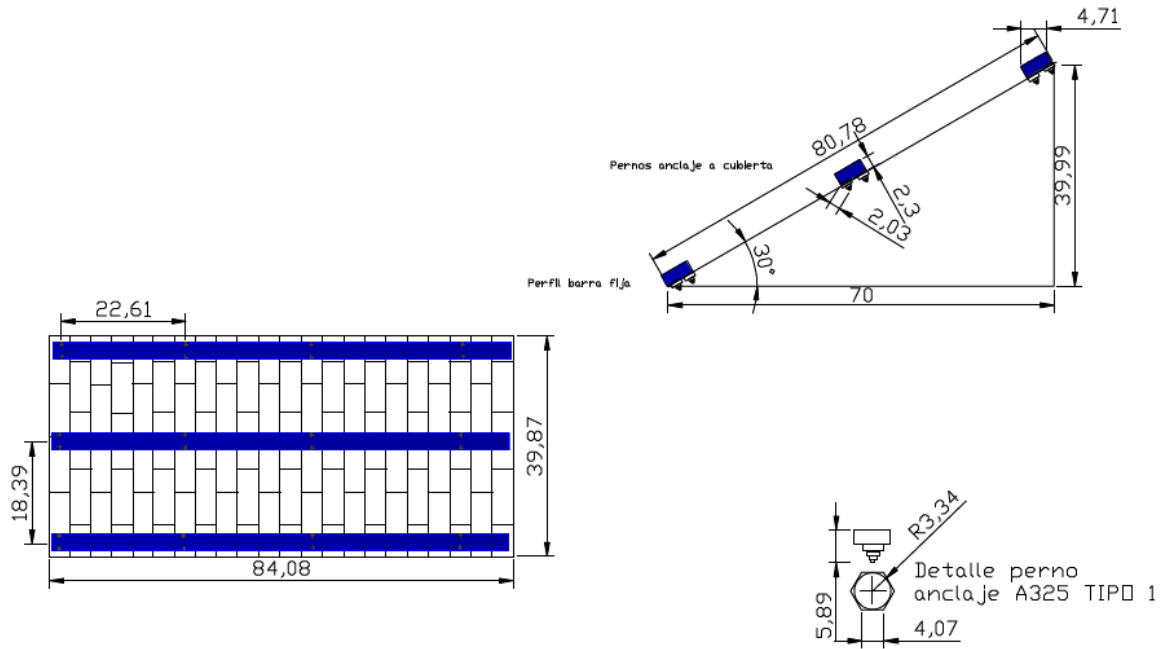
Dibujado	Sergio Devis Gallego	ETSID Universidad Politécnica de Valencia "Estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica"
Comprobado	Tania María García Sánchez	
Fecha	2-19	
Escala:	Denominación:	Plano nº:
	SITUACIÓN BÉTERA	1



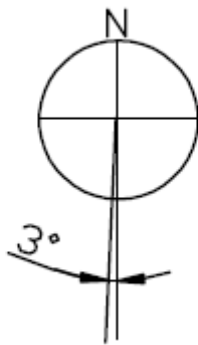
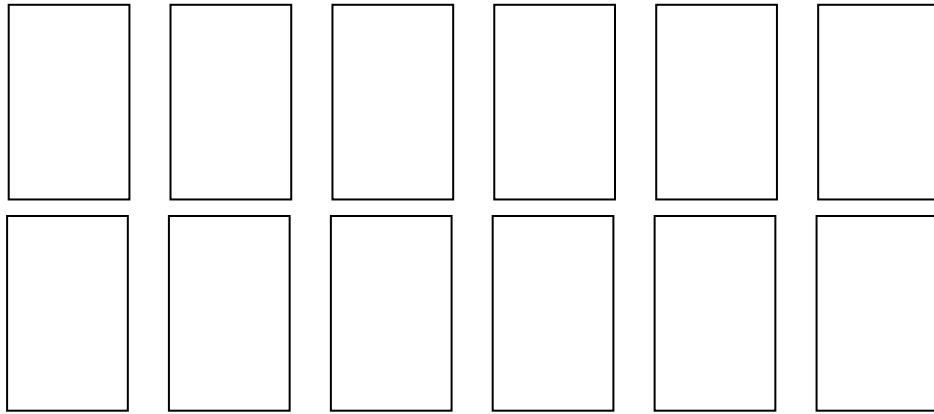
Dibujado	Sergio Devis Gallego	ETSID Universidad Politécnica de Valencia "Estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica"
Comprobado	Tania María García Sánchez	
Fecha	2-19	
Escala:	Denominación:	EMPLAZAMIENTO
		Plano nº: 2



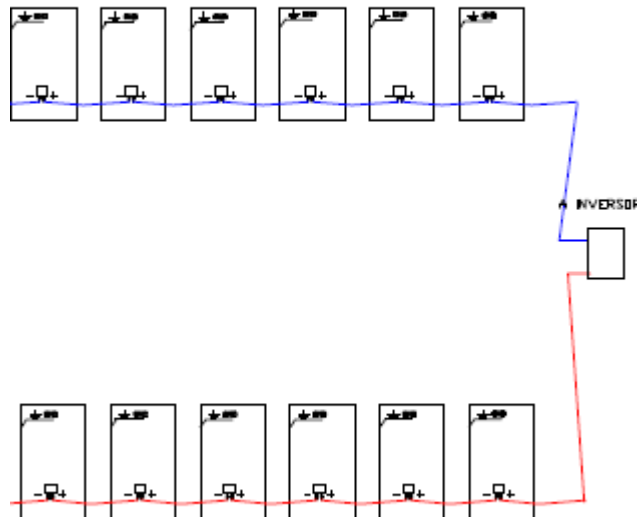
Dibujado	Sergio Devis Gallego	ETSID Universidad Politécnica de Valencia "Estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica"	
Comprobado	Tania María García Sánchez		
Fecha	2-19		
Escala: metros	Denominación:	DIMENSIÓN ZONA ACTUACIÓN	Plano nº: 3



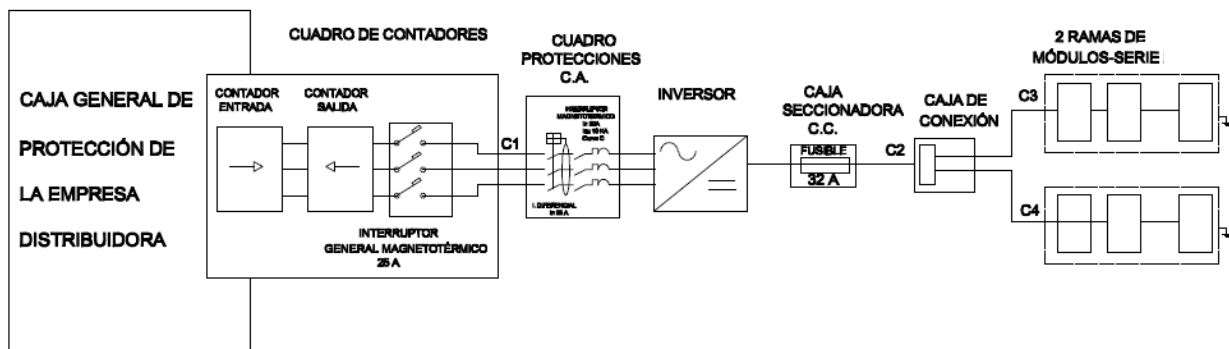
Dibujado	Sergio Devis Gallego	ETSID Universidad Politécnica de Valencia "Estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica"
Comprobado	Tania María García Sánchez	
Fecha	2-19	
Escala: 1:25	Denominación: FIJACIÓN ESTRUCTURA	Plano nº: 4



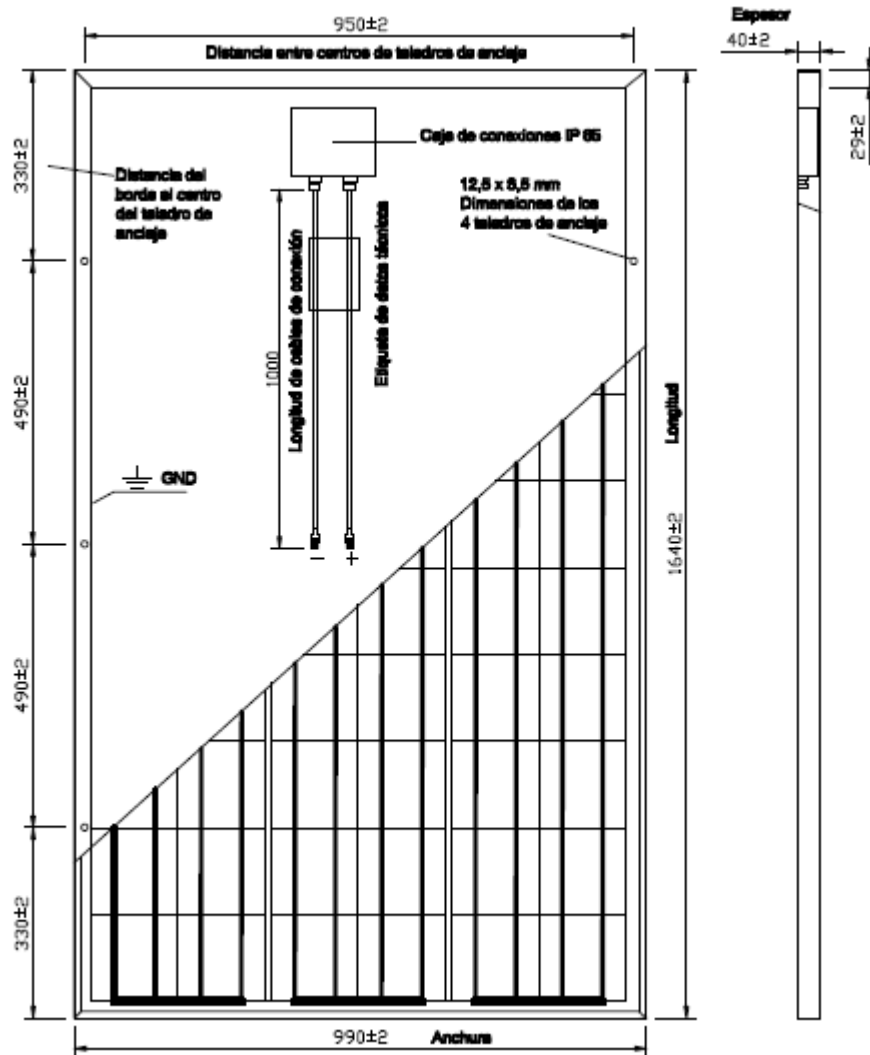
Dibujado	Sergio Devis Gallego	ETSID Universidad Politécnica de Valencia "Estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica"
Comprobado	Tania María García Sánchez	
Fecha	2-19	
Escala: 1:125	Denominación: DISTRIBUCIÓN, ORIENTACIÓN E INCLINACIÓN PANELES	Plano nº: 5



Dibujado	Sergio Devis Gallego	ETSID Universidad Politécnica de Valencia "Estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica"
Comprobado	Tania María García Sánchez	
Fecha	2-19	
Escala: 1:25	Denominación: ESQUEMA CONEXIÓN PANELES FOTOVOLTAICOS	Plano nº: 6

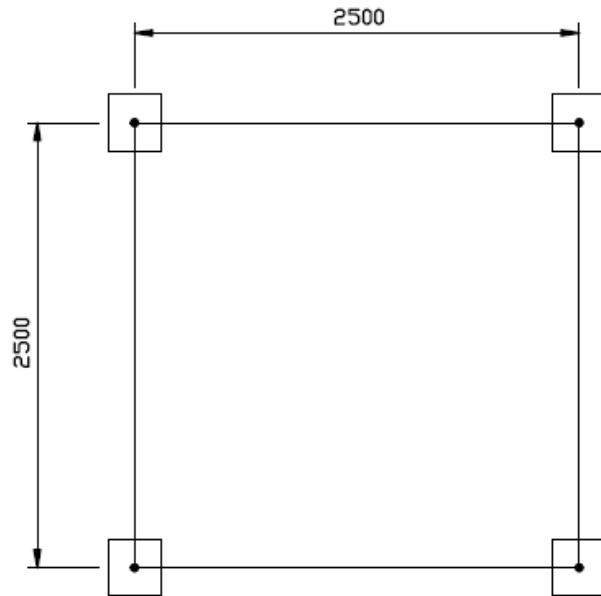


Dibujado	Sergio Devis Gallego	ETSID Universidad Politécnica de Valencia "Estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica"
Comprobado	Tania María García Sánchez	
Fecha	2-19	
Escala:	Denominación: ESQUEMA UNIFILAR PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS	Plano nº: 7

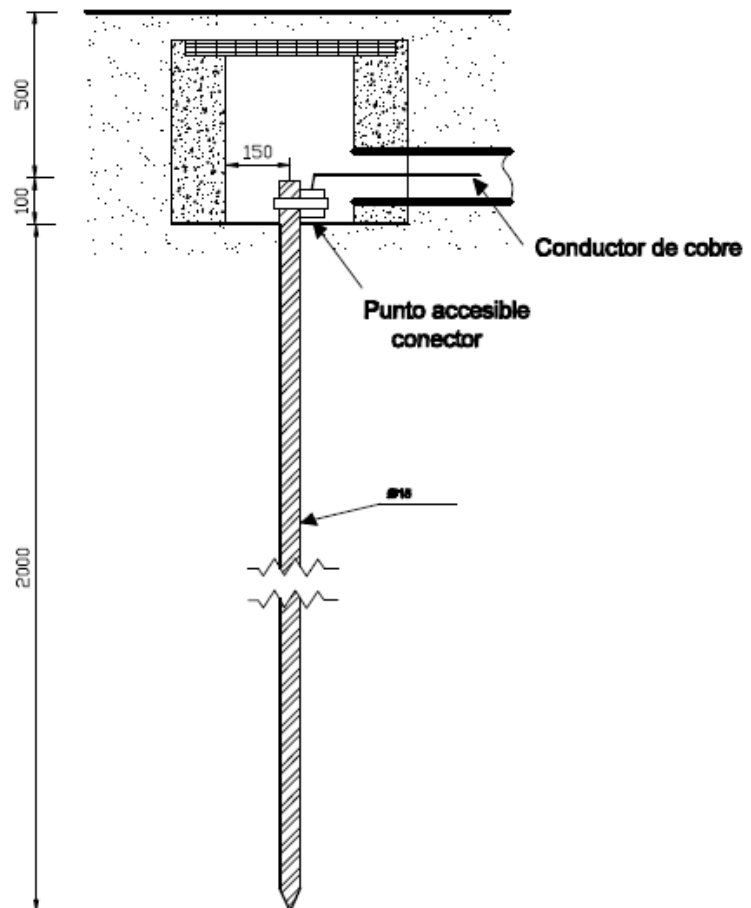


Dibujado	Sergio Devis Gallego	ETSID Universidad Politécnica de Valencia "Estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica"
Comprobado	Tania María García Sánchez	
Fecha	2-19	
Escala: 1:10	Denominación: MÓDULO PANEL SOLAR FOTOVOLTAICO	Plano nº: 8

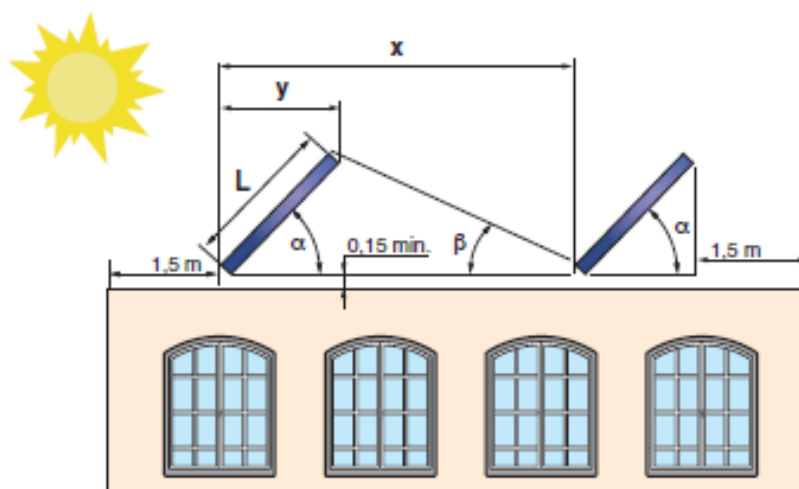
Distancia entre picas



**Pica de toma de tierra
(sin escala)**



Dibujado	Sergio Devis Gallego	ETSID Universidad Politécnica de Valencia "Estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica"
Comprobado	Tania María García Sánchez	
Fecha	2-19	
Escala: 1:50	Denominación: PUESTA A TIERRA PANELES SOLARES FOTOVOLTAICOS	Plano nº: 9



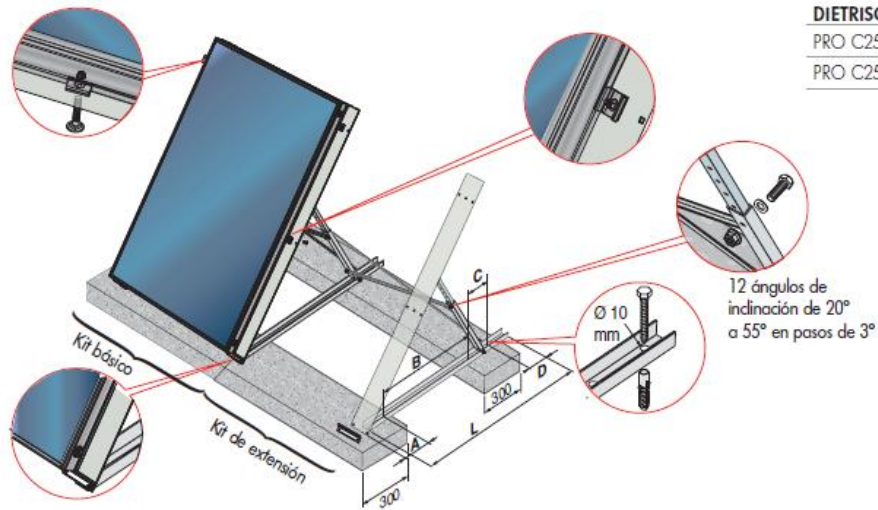
Inclinación del colector: α : 20° à 55°

Altura del sol el 21 de diciembre β : 10° à 60°

$$x = L \times \left(\cos \alpha + \frac{\sin \alpha}{\tan \beta} \right) \qquad y = L \times \cos \alpha$$

Dibujado	Sergio Devis Gallego	ETSID Universidad Politécnica de Valencia "Estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica"
Comprobado	Tania María García Sánchez	
Fecha	2-19	
Escala:	Denominación: INCLINACIÓN COLECTORES SOLARES TÉRMICOS	Plano nº: 10

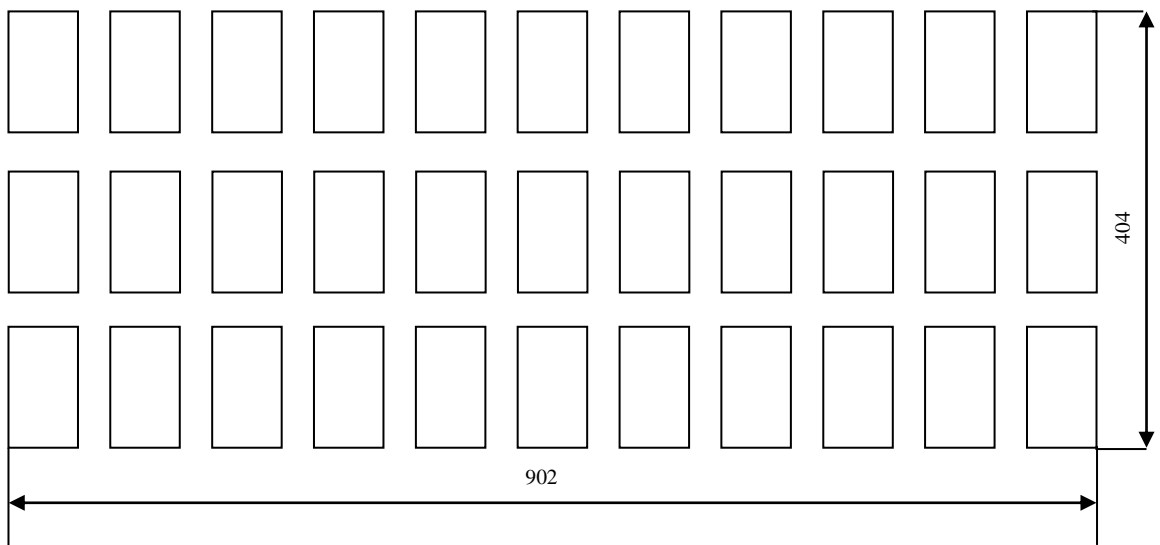
⇒ Colocación de los colectores



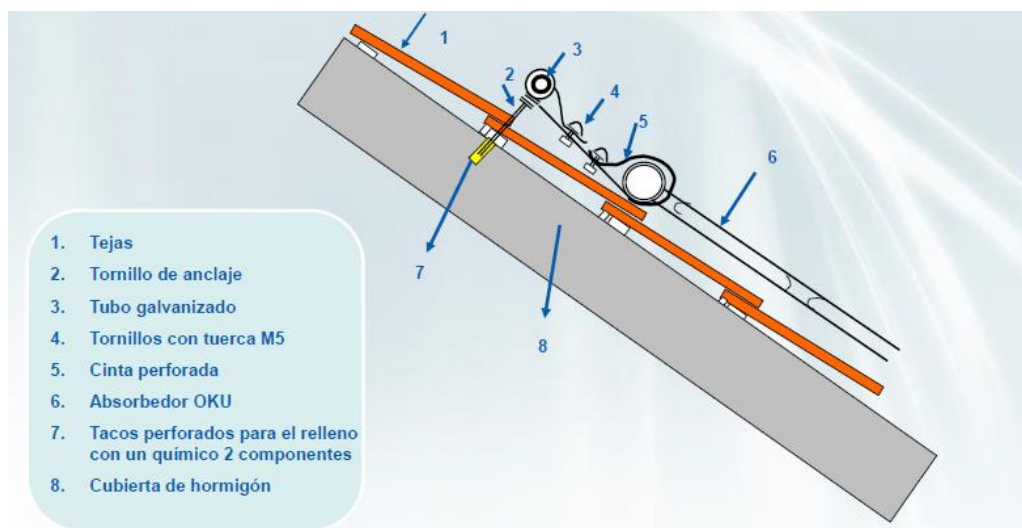
DIETRISOL	A	B	C	D
PRO C250V	220	1120	200	170
PRO C250H	200	465	200	95

FHC_C_1009B.C

Dibujado	Sergio Devis Gallego	ETSID Universidad Politécnica de Valencia "Estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica"
Comprobado	Tania María García Sánchez	
Fecha	2-19	
Escala:	Denominación: MONTAJE COLECTORES SOLARES TÉRMICOS	Plano nº: 11



Dibujado	Sergio Devis Gallego	ETSID Universidad Politécnica de Valencia "Estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica"
Comprobado	Tania María García Sánchez	
Fecha	2-19	
Escala: En cms	Denominación: DISTRIBUCIÓN ABSORBEDORES SOLARES TÉRMICOS	Plano nº: 12



Dibujado	Sergio Devis Gallego	ETSID Universidad Politécnica de Valencia "Estudio de implantación de energías renovables en una vivienda unifamiliar aislada de la red eléctrica"
Comprobado	Tania María García Sánchez	
Fecha	2-19	
Escala:	Denominación: ESQUEMA MONTAJE ABSORBEDORES SOLARES TÉRMICOS	Plano nº: 13

