

*[Estudio técnico económico de una
instalación de autoconsumo eléctrico
mediante energía fotovoltaica, sistema
ACS, y climatización con energía
geotérmica, de una vivienda unifamiliar,
situada en Biar, Alicante]*

MEMORIA PRESENTADA POR:

[Pablo Salguero Camarasa]

GRADO DE *[INGENIERÍA ELÉCTRICA]*

Convocatoria de defensa: [septiembre de 2019]



Resumen

Este trabajo está realizado con la finalidad de realizar un estudio de una vivienda, cuya idea es ser lo más autosuficiente posible. Este estudio se va a realizar desde tres ángulos y dos tipos de energías renovables, la Solar y la Geotérmica. Vamos a instalar módulos solares fotovoltaicos para generar la energía suficiente para que esta vivienda sea lo más autosuficiente desde el ámbito eléctrico. Instalaremos también módulos térmicos para realizar el estudio de viabilidad para un sistema ACS (Aguas Calientes Sanitarias), para uso doméstico. Por último, realizaremos el estudio de viabilidad de una instalación geotérmica para la climatización de la vivienda, mediante el aprovechamiento del calor de la tierra. Si conseguimos la viabilidad de estos tres estudios, conseguiremos la autonomía completa de una vivienda unifamiliar, la cual no tendrá que depender de nada más que de su instalación propia.



Resum

Este treball està realitzat amb la finalitat de realitzar un estudi d'una vivenda, la idea del qual és ser el més autosuficient possible. Este estudi es va a realitzar des de tres angles i dos tipus d'energies renovables, la Solar i la Geotèrmica. Instal·larem mòduls solars fotovoltaics per a generar l'energia suficient perquè esta vivenda siga el més autosuficient des de l'àmbit elèctric. Instal·larem també mòduls tèrmics per a realitzar l'estudi de viabilitat per a un sistema ACS (Aigües Calentes Sanitàries), per a ús domèstic. Finalment, realitzarem l'estudi de viabilitat d'una instal·lació geotèrmica per a la climatització de la vivenda, per mitjà de l'aprofitament de la calor de la terra. Si aconseguim la viabilitat d'estos tres estudis, aconseguirem l'autonomia completa d'una vivenda unifamiliar, la qual no haurà de dependre de res més que de la seua instal·lació pròpia.



Abstract

This work is done with the purpose of carrying out a study of a house, whose idea is to be as self-sufficient as possible. This study is going to be carried out from three angles and two types of renewable energy, Solar and Geothermal. We are going to install photovoltaic solar modules to generate enough energy to make this home as self-sufficient from the electric field. We will also install thermal modules to carry out the feasibility study for an ACS system (Aguas Calientes Sanitarios), for domestic use. Finally, we will carry out the feasibility study of a geothermal installation for the air conditioning of the house, by taking advantage of the heat of the earth. If we achieve the viability of these three studies, we will achieve the complete autonomy of a single-family home, which will not have to depend on anything other than its own installation.



Palabras Clave

Fotovoltaica, ACS, geotèrmica, autoconsumo, energías renovables

Paraules Clau

Fotovoltaica, ACS, geotèrmica, autoconsum, energies renovables

Keywords

Photovoltaic, ACS, geothermal, self-consumption, renewable energy

ÍNDICE

1.	Introducción	8
2.	Objeto del trabajo	9
3.	Normativa vigente y definiciones.....	10
3.1	Normativa.....	10
3.2	Definiciones.....	10
4.	Tipos de energías renovables a utilizar en nuestra instalación.	11
4.1	Sistema ACS.....	11
4.1.1	Funcionamiento	11
4.1.2	Elementos captadores.....	13
4.1.3	Estructura de soporte.....	14
4.1.4	Acumulador	14
4.1.5	Sistema auxiliar	15
4.1.6	Bomba de impulsión.....	15
4.1.7	Estación solar de bombeo	16
4.2	Instalación solar fotovoltaica	16
4.2.1	Funcionamiento del sistema	17
4.2.2	Captadores solares.....	18
4.2.3	Inversor	19
4.2.4	Estructuras	19
4.3	Instalación geotérmica para climatización de la vivienda.....	20
4.3.1	Estudio de viabilidad	21
5.	Cálculos justificativos	23
5.1.	Cálculos Sistema ACS.....	23
5.1.1	Cálculo de la bomba del circuito primario	28
5.1.2	Tuberías del circuito primario	28
5.1.3	Pérdidas de presión en el circuito primario.	28
5.2	Cálculos sistema fotovoltaico.....	31
5.2.1	Diseño del sistema	31
5.2.2	Cálculos	33
5.2.3	Cálculo del inversor	36
5.2.4	Conductores.	37
5.3	Cálculos instalación geotérmica para climatización.....	43
6.	Protecciones.....	43



7.	Toma a tierra	44
8.	Pliegos de condiciones	44
8.1	Pliego de condiciones ACS.....	44
8.1.1	Descripción de las obras.....	44
8.1.2	Condiciones que deben satisfacer los materiales	45
8.1.3	Ejecución de las obras	46
8.2	Pliego de condiciones Fotovoltaica	46
8.2.1	Condiciones de los materiales.....	46
8.2.1.4	<i>Tubos protectores</i>	47
8.2.1.5	<i>Cajas de empalme y derivación</i>	47
8.2.1.6	<i>Aparatos de mando y maniobra</i>	48
8.2.2	Pruebas reglamentarias	50
8.2.3	Condiciones de uso mantenimiento y seguridad	52
8.2.4	Certificados y documentación.....	52
9.	Presupuestos y estudio económico.....	53
9.1	Presupuestos	53
9.2	Estudio económico	53
9.2.1	VAN.....	53
9.2.2	TIR.....	54
10.	Planos	55
11.	Fichas técnicas.....	55

1. Introducción

La energía, por definición, es la capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de luz, calor o movimiento entre otras. En este caso nos centraremos en la energía eléctrica.

En términos generales, la energía eléctrica es una fuente de energía que se obtiene mediante el movimiento de cargas eléctricas, que se produce en el interior de materiales conductores, como por ejemplo, cobre.

La generación de este tipo de energía, como bien es sabido, se puede llevar a cabo mediante fuentes renovables o fuentes no renovables, pero hemos de tener en cuenta que somos dependientes, casi completamente de fuentes de energía no renovables.

Teniendo en cuenta lo comentado, y teniendo una visión de futuro optimista, hemos de reducir la dependencia sobre este tipo de fuentes ya que, principalmente, son fuentes, que como su propio nombre indica, se agotan, a parte de ser extremadamente contaminantes.

Una forma de reducir esta dependencia podría ser creando un modelo de vivienda, el cual se autoabasteciera de energía mediante energías renovables, como pueden ser la solar fotovoltaica, eólica o geotérmica.

En el siguiente proyecto se plantea un modelo de instalación similar al comentado, ya que, como veremos más adelante, por la imposibilidad de generar toda la energía necesaria para el consumo de la vivienda habremos de estar conectados a la red eléctrica.

La alternativa que se plantea es, conseguir la mayor autosuficiencia posible mediante, energía solar fotovoltaica para la instalación eléctrica y sistema A.C.S., y energía geotérmica para la climatización de la vivienda.

2. Objeto del trabajo

El objeto del presente trabajo, como bien indica el título, es realizar un estudio técnico económico de una instalación solar fotovoltaica con conexión a red, sistema ACS y climatización geotérmica para una vivienda unifamiliar, para intentar ser lo más autosuficientes posibles en estos tres aspectos.

Esta vivienda se encuentra situada en la localidad de Biar, Alacant, concretamente en la Calle Barrera nº 68.

Coordenadas UTM:

X: 694765.36

Y: 4278046.77

HUSO: 30 norte



Ilustración 1. Emplazamiento de la vivienda objeto de estudio

Con la ayuda de una factura eléctrica de la vivienda podemos saber que la potencia contratada de la misma son 9,2 kW con una punta máxima de 8 kW

Como comenté anteriormente, la instalación solar estará conectada a la red y cabe recalcar, que la estructura que sujetará los paneles es de orientación fija.

3. Normativa vigente y definiciones.

3.1 Normativa

- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, REBT, Real Decreto 842/2002
- Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios, RITE, Real Decreto 1218/2002
- Código técnico de la Edificación, DB HE sobre Ahorro de energía
- Ley 7/1994, de 18 de Mayo, sobre la protección ambiental del entorno.
- Norma UNE 94002, sobre instalaciones solares térmicas para la producción de agua caliente sanitaria.
- UNE EN ISO 13 370: 1999 Prestaciones térmicas de edificios. Transmisión de calor por el terreno. Métodos de cálculo.
- RD 738/2015, de 31 de julio, por la que se regula la producción de energía eléctrica en instalaciones generadoras.
- RD 1699/2011, de 18 de noviembre, en el que se regula las condiciones de conexión a la red eléctrica para instalaciones de pequeña potencia.
- RD 1955/2000, de 1 de diciembre, en el que se regulan el transporte, la distribución, la comercialización y los procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- RD 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción eléctrica bajo fuentes renovables, cogeneración y residuos.
- RD 9/2013, de 12 de julio, por el que se adoptan medidas urgentes para asegurar la estabilidad financiera del sector eléctrico.
- RD 24/2013, de 26 de diciembre, en el que se pretende garantizar un desarrollo de la actividad del autoconsumo y mantener una estabilidad eléctrica.
- RD 1048/2013, de 27 de diciembre por el que se establece la metodología y forma de pago por los derechos que derivan de la utilización de la red eléctrica pública.
- RD 13/2009, de 30 de marzo, en el que se aclaran conceptos de mercados interiores en cuanto a la energía eléctrica.
- RD-LEY 15 /2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.

3.2 Definiciones

- Energía fotovoltaica: transformación directa de la radiación solar en electricidad. Esta transformación se produce en unos dispositivos denominados paneles fotovoltaicos.

- Panel fotovoltaico: dispositivo que aprovecha la energía del sol para generar calor o electricidad.
- Inversor fotovoltaico o convertidor: convertidor que transforma la energía de corriente continua procedente del panel/generador fotovoltaico en corriente alterna.
- Energía geotérmica: energía que aprovecha el calor interno de la Tierra.
- Geotermia: disciplina que estudia el conjunto de fenómenos naturales involucrado en la producción y la transferencia de calor o de energía térmica desde el interior de la Tierra.
- ACS: agua caliente sanitaria, agua destinada a consumo humano (potable) que ha sido calentada.
- Radiación solar: fenómeno físico debido a la emisión de energía por parte del sol en forma de radiaciones electromagnéticas.
- Irradiancia: magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética. es la potencia incidente.

4. Tipos de energías renovables a utilizar en nuestra instalación.

A continuación, haremos una breve descripción de los equipos a utilizar en nuestra instalación para que la vivienda objeto de estudio pueda autoabastecer todas sus necesidades eléctricas y de confort. En primer lugar, trataremos la instalación de Aguas Calientes Sanitarias, ACS, la cual servirá para calentar el agua de uso doméstico, utilizando la energía solar. En segundo lugar, describiremos la instalación solar fotovoltaica, que al igual que el sistema ACS, utilizará la energía solar, pero en este caso para generar electricidad. Por último, trataremos la energía geotérmica, la cual se encargará de la climatización de la vivienda.

4.1 Sistema ACS

Como comentamos, este sistema se rige por la recepción de energía solar para, posteriormente calentar agua para uso doméstico.

4.1.1 Funcionamiento

El procedimiento que sigue nuestro sistema para poder calentar el agua es muy sencillo como se puede observar en esta ilustración:



Ilustración 2: Sistema instalación ACS

El funcionamiento del sistema para calentar el agua mediante este procedimiento se basa en un circuito cerrado muy simple formado por el captador, los conductos por los cuales circula el fluido caliente gracias a la energía solar y por último un serpentín introducido dentro del acumulador cuyo contenido es el fluido previamente mencionado. Como se observa en la imagen, hay una bomba colocada en la parte de agua fría de la tubería que introduce el fluido de nuevo al captador para ser calentado otra vez.

Dentro del acumulador se encuentra el agua destinada al consumo humano, ya sea para ducha, cualquier electrodoméstico, o incluso, apoyo a climatización. Esta agua se calienta mediante el serpentín ubicado en el interior del acumulador, portador del fluido caliente gracias a los captadores solares.

El agua procedente de este ya es apta para el consumo, pero en caso de no estar a las condiciones óptimas para el usuario, entraría en juego nuestro sistema auxiliar que proporcionaría un calentamiento complementario al agua. A la entrada de este encontramos una válvula de triple boca en la cual, en caso de estar el agua a la temperatura deseada, la dejaría pasar, y en caso de no estarlo, la introduciría dentro para conseguir la temperatura deseada.

4.1.2 Elementos captadores.



Ilustración 3: Captador solar para ACS

Para nuestro proyecto nos es suficiente con un captador solar únicamente el cual es de la marca Cablemat Solar, modelo CS2S. Este captador es característico por su plano alto rendimiento selectivo Bluetec, y sus características son las siguientes:

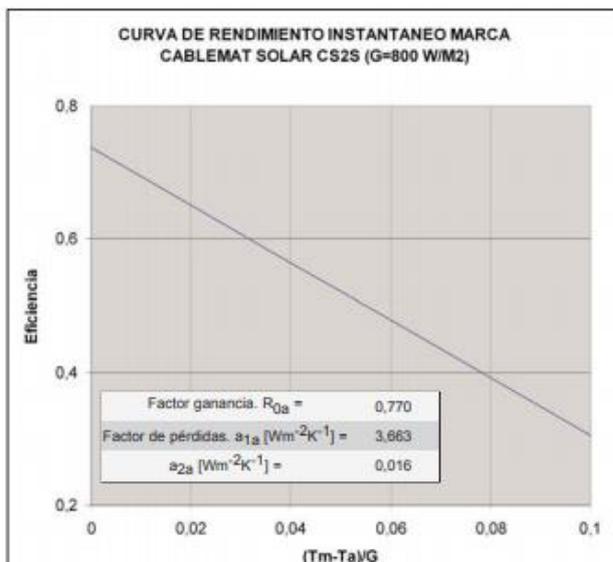


Ilustración 4: Características del captador solar

captador CS2S	
Dimensiones (mm.)	2.105*1180*82
Superficie bruta (m2)	2,5
Superficie útil (m2)	2,4
Peso en vacío (kg)	37
Capacidad de fluido (litros)	1,27
Factor de ganancia	-
Factor de pérdidas	-
Cubierta Vidrio templado	3,2 mm.
Absorbedor	General Parrilla de cobre con canales de d8 y colector de d18
Nº canales	10
Tratamiento	Selectivo Bluetec
Carcasa	Aluminio
Aislamiento	Lana de roca semirígida de 35 mm.
Conexión entre captadores	Mediante racor de 3 piezas soldado al panel

4.1.3 Estructura de soporte

Las estructura que soportará a nuestro captador, está compuesta por acero galvanizado para así soportar correctamente todos los contratiempos que puedan surgir, ya que, estará colocada a la intemperie. Cabe recalcar que, la estructura será de forma coplanar gracias a que la superficie donde se colocarán los paneles, tanto para ACS, como para generar energía eléctrica, está encarada al sur y con una inclinación de 30 grados favorable.

Las estructuras para el panel solar del sistema ACS serán las siguientes, según la casa y sus fabricantes:

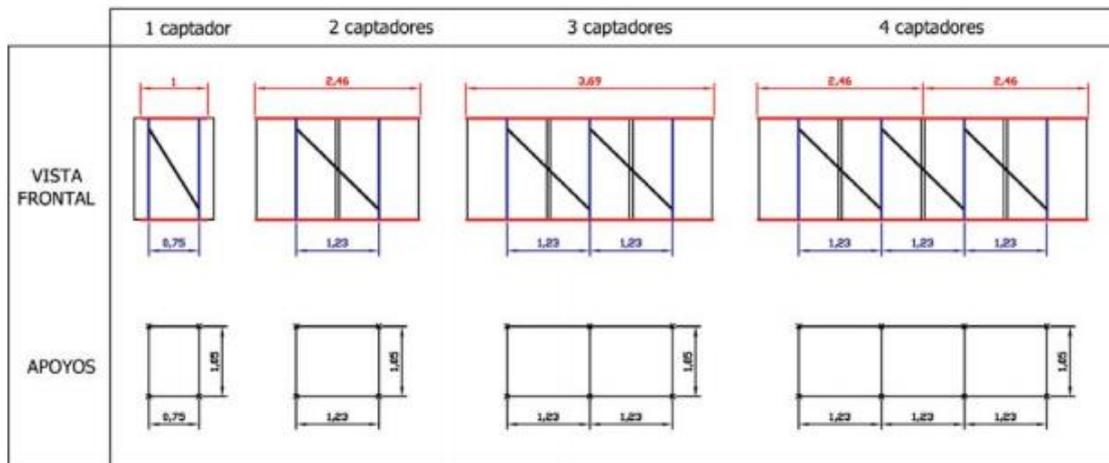


Ilustración 5: Estructura para el colector para ACS.

Al ser los fabricantes los que nos proporcionan estas estructuras con sus correspondientes medidas, damos por hecho que están correctamente calculadas y dimensionadas.

4.1.4 Acumulador



Ilustración 6: Acumulador de 300 litros

Para nuestro sistema de acumulación, utilizaremos un acumulador de la marca Termocan. El sistema está constituido por un inter-acumulador solar dotado con un serpentín de alta superficie con cámara de expansión y termostato diferencial.

ACUMULADOR SOLAR		
Volumen	200 litros	300 litros
Fabricación	Depósito y serpentín fijo de acero inoxidable AISI 316	
Área de intercambio	1,30 m ²	1,33 m ²
Volumen de fluido	10,72	10,98
Aislamiento	Poliuretano rígido de 50 mm de espesor y densidad 40 kg/cm ³	
Acabado exterior	Lamina de poliestileno tratada y acabada en RAL 9000	
Peso en vacío	66,0 Kg	76,5 Kg
Dimensiones	ø 570 x 1629 mm	ø 650 x 2123 mm
Certificación	ISO 9001:2000	INTA

Ilustración 7: Características del acumulador.

4.1.5 Sistema auxiliar

Como sistema auxiliar se conoce a un calentador convencional, el que puede haber en cualquier casa, ya sea de gas o eléctrico. Por tanto, se considerará sistema auxiliar en calentador ubicado en la vivienda objeto de estudio. Como es obvio, este se preparará para la instalación a la cual se va a someter la casa.

4.1.6 Bomba de impulsión

Para el sistema de impulsión utilizaremos una bomba Wilo-Stratos PICO, las características de la cual son las siguientes:



Ilustración 8: Bomba de impulsión

Datos técnicos

- Temperatura del fluido desde +2 °C hasta +110 °C
- Alimentación eléctrica 1~230 V, 50 Hz
- Tipo de protección IPX4D
- Conexión roscada Rp ½, Rp 1 y Rp 1¼
- Presión de trabajo máx. 10 bar

Ilustración 9: Características bomba de impulsión

Como se puede observar en los datos técnicos, esta bomba tiene una temperatura operacional desde 2 a 110 grados Celsius, lo que supone un gran rango de trabajo y una presión máxima de trabajo de 10 bares lo que asegura la robustez de la bomba ya que podría ser instalada tanto en interior como en exterior.

4.1.7 Estación solar de bombeo

Con la actualización de estos sistemas, se simplifica y economiza el coste de la instalación, tanto por tiempo de montaje, como por cantidad de elementos a tener en cuenta.

Como veremos a continuación en la ficha técnica, en esta estación se incluyen todos los elementos para el correcto funcionamiento del sistema.

Datos técnicos

Bomba de circulación: FlowSol® B:Wilo ST 15/6 ECO o ST 15/7 ECO
FlowSol® B HE:Wilo Yonos PARA ST 15/7.0-PWM2 (consumo de energía de la bomba ErP: 23 W)

Válvula de seguridad: 6 bares

Manómetro: 0 ... 10 bar

Caudalímetro: 1 ... 13 l/min

Válvulas de retención: presión de apertura de 20 mbares, desbloqueables

Conexión para el vaso de expansión de membrana:
rosca exterior 3/4", junta plana

Salida de la válvula de seguridad: rosca interior 3/4"

Conexiones para las tuberías: rosca interior 3/4"

Máxima temperatura admisible (impulsión/retorno): 120 °C/95 °C

Máxima presión admisible: 6 bar

Fluido: agua con máx. 50 % de propilenglicol

Dimensiones: aprox. 481 x 320 x 190 mm (con aislante)
Distancia entre ejes: 100 mm
Distancia eje – pared: 67 mm

Material: Valvulería: latón
Juntas: AFM 34
Aislamiento: espuma de EPP



El FlowSol® B/B HE viene equipado con una carcasa aislante que ofrece un innovador panel con bisagras para el regulador, permitiendo así un rápido y fácil acceso a los componentes hidráulicos sin tener que desmontar el regulador.

Ilustración 10: Estación solar de bombeo y características

Con este apartado concluimos la parte de la descripción del sistema ACS para uso doméstico.

4.2 Instalación solar fotovoltaica

En el presente proyecto se plantea una instalación solar fotovoltaica para abastecer a nuestra vivienda de la energía necesaria. Al ser una instalación conectada a red prescindiremos de sistema de acumulación(baterías), que posteriormente explicaremos el porqué.

4.2.1 Funcionamiento del sistema

Las instalaciones fotovoltaicas tienen un funcionamiento muy sencillo, y más aún, si se corresponde a una instalación como la nuestra, conectada a red. El procedimiento a seguir de este tipo de instalaciones es el siguiente.

La radiación solar es absorbida por los captadores solares, específicos para este tipo de instalaciones, los que en su interior contienen materiales semiconductores que, al recibir esta radiación provocan una corriente continua de electrones, y por tanto, se genera electricidad.

Esta corriente continua, al no estar a una tensión y frecuencia adecuadas para el consumo, la habremos de convertir mediante un inversor o convertidor a corriente alterna. Inversores hay de tipo trifásico, los cuales la energía recibida de los paneles la convierten a la tensión trifásica deseada, y los que utilizaremos nosotros, de tipo monofásico de forma que, la energía que salga del inversor es apta para el consumo.

Cabe recalcar que se prescinde del uso de baterías, por tanto, solo podremos consumir energía en el momento que se esté generando.

El esquema básico de nuestra instalación es el siguiente:

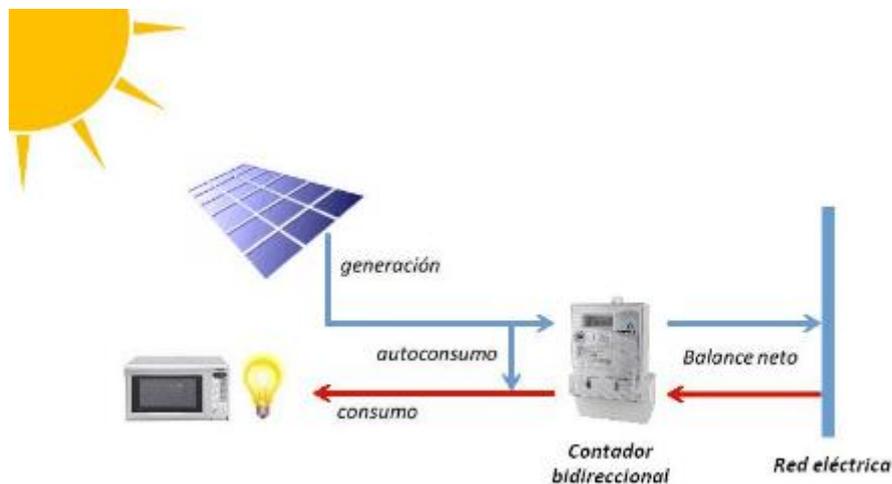


Ilustración 11: Esquema básico de instalación solar fotovoltaica

4.2.2 Captadores solares

TTN SOLAR
TTN ELECTRIC

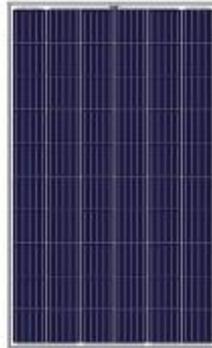


Ilustración 12: Panel solar ATERSA A-275P GS

El captador elegido para nuestra instalación se corresponde con la marca ATERSA, concretamente el modelo A-275P GS. Las características más específicas de este tipo de paneles son principalmente su potencia de 275 W, material policristalino y el precio del producto.

Consideramos elegir el panel de material policristalino, ya que, a pesar de ser menos eficientes, presentan mayor robustez ante climas cálidos y sobrecalentamientos. Puesto que la zona objeto de estudio es cálida, la elección del panel es adecuada.

Las características son las siguientes:

A-xxxP GS (xxx = rated power)

Electrical characteristics	A-265P GS	A-270P GS	A-275P GS
Maximum Power (P _{max})	265 W	270 W	275 W
Maximum Power Voltage (V _{mp})	31.18 V	31.69 V	32.20 V
Maximum Power Current (I _{mp})	8.50 A	8.52 A	8.54 A
Open Current Voltage (V _{oc})	38.03 V	38.43 V	38.83 V
Short Circuit Current (I _{sc})	9.06 A	9.09 A	9.12 A
Module Efficiency (%)	16.29	16.60	16.90
Power Tolerance (W)		0/+3	
Maximum Series Fuse Ratings (A)		15	
Maximum System Voltage (TUV)		DC 1000 V	
Normal Operating Cell Temperature (°C)		45±2	

Electrical characteristics tested at Standard Test Conditions (STC), defined as: Irradiance of 1000 w/m², spectrum AM 1.5 and temperature of 25 °C. Tolerance measures STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

Ilustración 13: Características panel solar ATERSA A-275P GS

Como veremos posteriormente en la sección de cálculos, la instalación constará de 14 paneles solares para poder abastecer, en el mes más desfavorable de consumo en la vivienda, un total de 14 kWh.

La distribución por series será, 2 series de 7 paneles cada una.

4.2.3 Inversor

El inversor escogido para nuestra instalación será un Inversor solar HUAWEI, modelo SUN2000 4KTL. Es un inversor con una entrada en corriente continua máxima de 6 kWp y con una salida en corriente alterna máxima de 4 kWp. Se elige este inversor porque la potencia máxima pico que nos pueden generar los 14 paneles es de 3.85 kWp.

Las características del inversor son las siguientes:

Technical Specification	SUN2000L-2KTL	SUN2000L-3KTL	SUN2000L-3.68KTL	SUN2000L-4KTL	SUN2000L-4.6KTL	SUN2000L-5KTL
Efficiency						
Max. efficiency	98.4 %	98.5 %	98.5 %	98.6 %	98.6 %	98.6 %
European weighted efficiency	97.0 %	97.6 %	97.8 %	97.9 %	98.0 %	98.0 %
Input						
Recommended max. PV power	3,000 Wp	4,500 Wp	5,520 Wp	6,000 Wp	6,900 Wp	7,500 Wp
Max. input voltage	600 V / 495 V ¹					
Operating voltage range ¹	90 V- 600 V / 90 V- 495 V ¹					
Start-up voltage	120 V					
Full power MPPT voltage range	120 V - 480 V	160 V - 480 V	190 V - 480 V	210 V - 480 V	260 V - 480 V	260 V - 480 V
Rated input voltage	380 V					
Max. input current per MPPT	11 A					
Max. short-circuit current	15 A					
Number of MPP trackers	2					
Max. number of inputs per MPPT	1					
Output						
Grid connection	Single phase					
Rated output power	2,000 W	3,000 W	3,680 W	4,000 W	4,600 W	5,000 W ²
Max. apparent power	2,200 VA	3,300 VA	3,680 VA	4,400 VA	5,000 VA ³	5,500 VA ⁴
Rated output voltage	220 V / 230 V / 240 V					
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz					
Max. output current	10 A	15 A	16 A	20 A	23 A ⁵	25 A ⁵
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %					

Ilustración 14: Características inversor solar HUAWEI 4KTL

4.2.4 Estructuras

Como hemos comentado previamente, las estructuras que sujetarán nuestros paneles serán de forma coplanar, ya que, el tejado de la casa objeto de estudio está orientado al sur con 30 grados de inclinación. Este factor también produce una economización de la instalación al ahorrar mucho dinero en material.

Estas estructuras se fijan al techo de la casa utilizando dos perfiles de aluminio en los cuales se colocan los módulos. Están compuestas por los propios perfiles, pinzas intermedias para la sujeción de los paneles y salvatejas, elementos que anclan la estructura a un tejado con tejas tradicionales, como el nuestro.

La estructura quedaría finalmente aproximadamente como en la imagen siguiente.



Ilustración 15: Simulación estructura coplanar

4.3 Instalación geotérmica para climatización de la vivienda.

La geotermia es la energía en forma de calor que se almacena bajo la superficie sólida de la tierra. Esta energía se puede conseguir mediante intercambiadores de calor que entregan temperaturas frías al terreno y consiguen temperaturas elevadas de él.

Este sistema va acompañado de una bomba de calor geotérmica, cuya función es, aprovechar el calor del interior de la tierra a través de los distintos sistemas de captación. Cabe destacar, que, mediante la utilización de esta bomba, el calor proveniente del suelo se puede aprovechar para calentar un hogar, por ejemplo, pero, al contrario, también se puede aprovechar para refrigerarlo en situaciones de calor.

Esto se consigue gracias a que la energía se extrae a baja temperatura y mediante un proceso de compresión realizado en un circuito frigorífico por medio de un compresor (alimentado por energía eléctrica), podemos ofrecer la temperatura que queramos a la vivienda.

El principio de funcionamiento es similar al de un frigorífico, como hemos explicado, y los elementos utilizados en este tipo de bombas son los mismos: compresor, evaporador, condensador y dispositivo de expansión.

La temperatura del terreno es siempre constante, factor que también aprovecha la bomba de calor, por lo tanto, el sistema, no se ve perjudicado por factores como la temperatura del aire como sería el caso de una bomba aire-agua.

4.3.1 Estudio de viabilidad

Al estar realizando un estudio técnico económico de la instalación, y tratarse de una instalación de un gran coste, es preferible realizar un estudio del terreno y sus condiciones para saber si se podrá amortizar el gasto requerido por la instalación.

Para ello nos basamos en un análisis realizado por diputación de alicante y el ministerio de ciencias y diputación del gobierno de España llamado “El potencial geotérmico de la provincia de alicante.”

En este estudio explica en que zonas es viable, por su tipo de terreno, o no realizar instalaciones de este tipo, por tanto, vamos a observar el siguiente mapa donde nos indica la viabilidad según la localización.

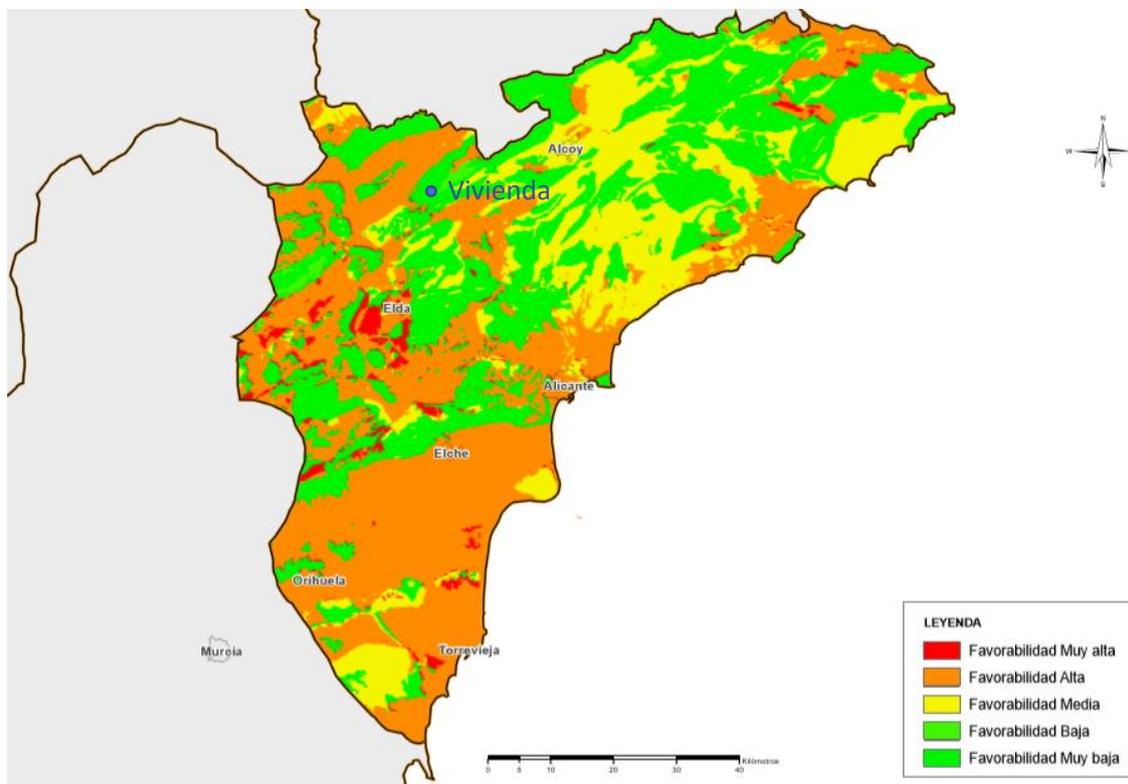


Ilustración 16: Situación geotérmica en Alicante

Como se observa en la imagen, la vivienda objeto de estudio situada en Biar, se encuentra en una zona muy poco favorable para realizar este tipo de instalación, cosa que no conviene a nuestra inversión.

El inconveniente de zona muy poco favorable para la instalación se basa en la profundidad a la que tendríamos que colocar la sonda geotérmica para poder conseguir el calor deseado, por tanto, incrementaría el costo de la instalación.

La inversión a realizar para una instalación de este calibre en una vivienda estándar, según instaladores autorizados, para una vivienda unifamiliar de 150m² sería de aproximadamente 30.000€/32.000€. La superficie de la vivienda estudiada es de unos 200 m² aproximadamente, por lo que el precio se vería incrementado.

Otro punto a tener en cuenta es la calefacción actual en la vivienda. Como hemos comentado antes, hay un consumo en la vivienda de 14 kWh en el día del mes más desfavorable, en cuyo consumo está introducida la calefacción. Realizado el estudio de viabilidad de la instalación solar fotovoltaica, vemos que seríamos capaces de satisfacer esta demanda solo con energía solar.

Por estos motivos, y sobre todo por el ahorro que le supondría a la instalación, he decidido no incluir la geotermia como fuente para la climatización de la vivienda.

5. Cálculos justificativos

A continuación, procederemos a realizar los cálculos que justificarán nuestras instalaciones para abastecer las necesidades de la vivienda con las energías renovables mencionadas anteriormente.

5.1. Cálculos Sistema ACS

El primer dato necesario para calcular la demanda de ACS es el número de personas que viven en la vivienda objeto de estudio. En nuestro caso, la vivienda es habitada por 4 personas.

En segundo lugar, hemos de saber la zona climática en la cual se encuentra el emplazamiento donde se va a realizar el estudio, ya que, dependiendo de la zona, la radiación es mayor o menor, cosa que influye drásticamente en los cálculos a realizar.

Como comentamos anteriormente, la vivienda esta situada en la provincia de Alicante, concretamente en el pueblo de Biar. Este pueblo al estar cerca, relativamente, del mediterráneo, podemos casi asegurar que tendrá buenos niveles de radiación solar.

Observemos el mapa de radiación solar de Alicante para verificarlo:

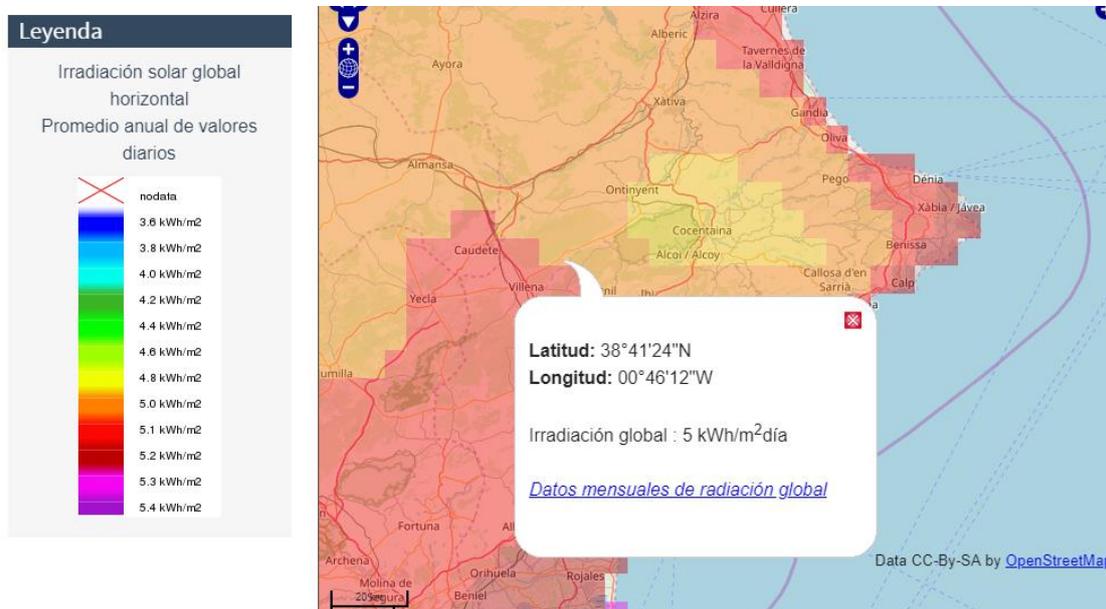


Ilustración 17: Radiación solar en la zona de estudio

Como habíamos previsto, en la zona objeto de estudio, hay muy buena radiación, por tanto es un sitio óptimo para realizar este tipo de instalaciones.

A continuación, hemos de saber a qué temperatura se desea calentar el agua. En este proyecto tomaremos como referencia la temperatura estándar, 60°C. También necesitamos saber, para el cálculo cuantos litros de agua diaria consume cada usuario de la vivienda. Como está reflejado en el Código Técnico de Edificación en el apartado DB-HE de ahorro de energía, el consumo medio por usuario, al día, es de 28 litros.

Como hemos dicho, los usuarios de la vivienda son 4 personas, por tanto, se necesitará calentar un total de 112 litros diarios.

Ahora procedemos al cálculo energético para nuestro sistema.

En primer lugar, deseamos saber la temperatura del agua fría del suministro de la red del lugar objeto de estudio. Para cualquier pueblo o ciudad, que no sea capital de provincia, dicha temperatura, se calcula a parte de la temperatura del agua fría de suministro a la capital de provincia donde se ubica nuestra ubicación. Por tanto, lo primero que necesitamos conocer son estos datos, los cuales se muestran en la siguiente tabla:

ALICANTE	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
T. Agua de red (°C)	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12

Ilustración 18: Temperatura agua de red en Alicante

Teniendo en cuenta esto, aplicando la siguiente expresión podemos calcular la temperatura de agua fría de suministro de la red a nuestra ubicación.

$$T_{AFX} = T_{AFCP} - B \cdot \Delta_Z$$

Siendo:

- T_{AFX} = Temperatura de agua fría diaria media mensual en la ubicación deseada.
- T_{AFCP} = Temperatura de agua fría diaria media mensual en la capital de provincia
- B = Constante

$$B_{\text{octubre-marzo}} = 0.0066$$

$$B_{\text{abril-septiembre}} = 0.0033$$

- Δ_Z = Incremento de altura entre la capital de provincia y la ubicación de nuestra vivienda.

MES	T afcp	B	Δz	T afx
Enero	11	0.0066	697	6.3998
Febrero	12	0.0066	697	7.3998
Marzo	13	0.0066	697	8.3998
Abril	14	0.0033	697	11.6999
Mayo	16	0.0033	697	13.6999
Junio	18	0.0033	697	15.6999
Julio	20	0.0033	697	17.6999
Agosto	20	0.0033	697	17.6999
Septiembre	19	0.0033	697	16.6999
Octubre	16	0.0066	697	11.3998
Noviembre	13	0.0066	697	8.3998
Diciembre	12	0.0066	697	7.3998

Ilustración 19: Temperatura agua de red en la zona de estudio

Utilizando la siguiente expresión calcularemos la demanda energética mensual y anual que tendrá nuestra vivienda.

$$Q(GJ) = m \cdot c_e \cdot \Delta T \cdot 4.1868 \cdot 10^{-9}$$

Siendo:

- Q = Cantidad de calor necesario en GJ (Giga Joules)
- M = masa del agua a calentar en g (gramos)
- ΔT = Diferencia de temperatura

Gracias al software facilitado por la casa en la cual hemos elegido el captador, cablemat solar, conseguimos estos datos:

	Ocupación	Radiación (MJ/m ² d)	Demanda GJ	Ap. Solar GJ	Frac. solar	Rendiment
ENE	100%	12,26	0,81	0,42	52%	0,48
FEB	100%	16,79	0,72	0,51	71%	0,47
MAR	100%	18,68	0,76	0,60	79%	0,45
ABR	100%	21,99	0,71	0,65	91%	0,42
MAY	100%	23,48	0,72	0,70	97%	0,41
JUN	100%	25,09	0,68	0,70	104%	0,40
JUL	100%	25,83	0,68	0,73	107%	0,40
AGO	100%	24,02	0,70	0,71	102%	0,42
SEP	100%	21,86	0,69	0,66	95%	0,43
OCT	100%	17,54	0,73	0,57	78%	0,45
NOV	100%	12,97	0,74	0,42	57%	0,47
DIC	100%	10,35	0,81	0,35	44%	0,48

Ilustración 20: Demanda de nuestra instalación y aporte solar

En esta tabla podemos observar la demanda de nuestra instalación.

También con ayuda de dicho software, calculamos nuestra instalación termosolar introduciendo los datos de nuestros equipos. Cabe decir que, el módulo receptor, es de la casa del software por tanto en esta hoja de Excel cedida están perfectamente especificadas sus características.

Provincia	ALICANTE	Zona Climática	IV
Localidad	Ibi	Consumo de referencia	
Energía auxiliar	Caso General	120 l/día (a 60 °C)	

Tipo de instalación	Viv. unifamiliar	Consumo unitario	
Tº de uso del A.C.S.	60 °C	30 l/pers.ºdía	

Nº de personas	4 persona	Consumo diario	
Vol. de acumulación	300 l	120 l/día (a 60°C)	

Eficiencia del intercambiador	95%	Dens.	1,010729 g/cm³
Caudal del circuito primario	40,0 l/hm²	Visc.	1,25E-06 m²/s
Fluido del circuito primario	Propileagicol (30%)	Cp	0,81 cal/g K

Modelo de captador	CS2S	η_0	a_1	a_2
Nº captadores referencia	1	0,77	3,663	0,016
Nº de captadores	1	Sup.	2,5	m²

Superficie Bruta	2,5
Superficie Neta	2,4
Tratamiento absorbedor	Bluetec
Código de certificación	NPS-11707

Inclinación de captadores:	30 °	Pérdidas respecto óptimo 0,81% (Pérdidas < 10%)
Orientación de captadores:	0 °	
Posicionamiento de paneles	General	

Ilustración 21: Datos introducidos para el cálculo de la instalación

Estos son los datos que el programa nos pide que introduzcamos para hacer el estudio. En este caso, al no estar introducida la población donde se hace la instalación en la aplicación, hemos elegido un pueblo justo al lado del nuestro para que pudiera realizarse la simulación correctamente. Ambos pueblos, como podemos observar tienen las mismas características.

Valores Anuales		
Radiación	GJ	17,6
	kWh	48,8
Demanda	Gj	8,75
	kWh	24,30
Aporte Solar	GJ	7,02
	kWh	19,51

Ilustración 22: Resumen de la demanda y el aporte solar

A continuación, encontramos un resumen de los cálculos realizados en los cuales se observan los valores anuales de la demanda, el aporte solar y la radiación recibida.

Como se observa la demanda es un poco mayor al aporte solar por tanto esa pequeña diferencia será trabajo del equipo auxiliar. Ahora lo veremos mejor con un gráfico.

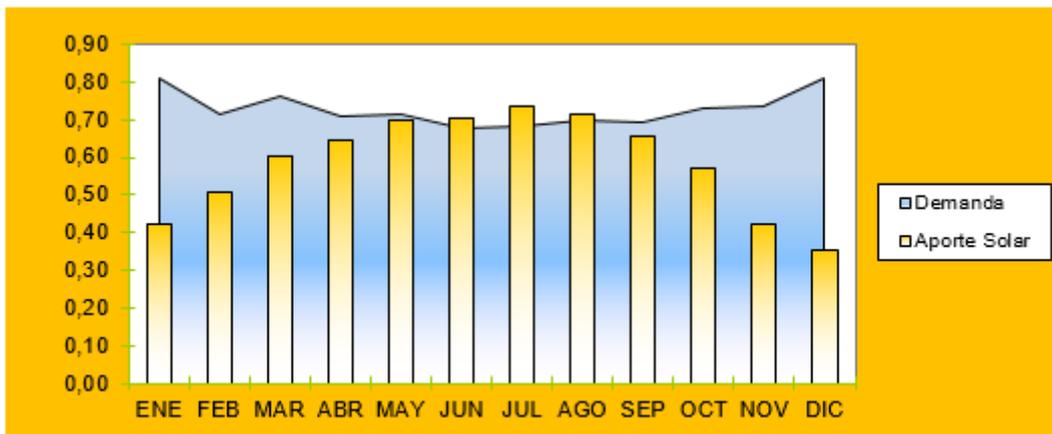


Ilustración 23: Gráfico comparativo entre la demanda y el aporte

Como se observa claramente en el gráfico, la demanda es un poco superior al aporte solar que podemos ofrecer, por tanto, en esa zona donde no podemos satisfacer al 100% las necesidades de la vivienda, tendrá que intervenir el equipo auxiliar o calentador para conseguir la temperatura deseada.

5.1.1 Cálculo de la bomba del circuito primario

El cálculo de esta bomba se realiza multiplicando la superficie de captación del sistema, la superficie de nuestro receptor, por el flujo másico de operación/m². En nuestro caso, al haber elegido el modelo C2S2 de Calblemat solar, el flujo másico es 60l/h·m²

Con los datos siguiente y su ecuación conseguimos el caudal:

- Area del captador: 2.31 m²

- Flujo másico: 60 l/h·m²

$$Caudal = 2.31 \cdot 60 = 138.6 \text{ l/h}$$

5.1.2 Tuberías del circuito primario

Para calcular el diámetro de la tubería necesitamos la siguiente expresión:

$$Dt = 0.5947 \cdot \sqrt{\frac{m}{v}}$$

Donde:

- v: velocidad del fluido

- m: caudal de la bomba

Cabe decir que el fluido que circula por la tubería del circuito primario es Propilengicol al 30% y según especificaciones tiene una velocidad de 0.35 m/s. Con estas especificaciones:

$$Dt = 0.5947 \cdot \sqrt{\frac{138.6}{0.35}} = 11.43 \text{ mm}$$

Este diámetro no es comercial, por tanto utilizaremos el inmediatamente superior a este, 14mm. Este diámetro es el exterior.

5.1.3 Pérdidas de presión en el circuito primario.

A continuación, calcularemos las pérdidas de carga en las tuberías y en el captador, principalmente, para poder diseñar la bomba a utilizar para el circuito de ACS.

5.1.3.1 Tuberías

Estas cargas, como es conocido no pueden ser inferiores a 6 mbar/m. Observemos la siguiente tabla y veamos cuales son las perdidas en carga.

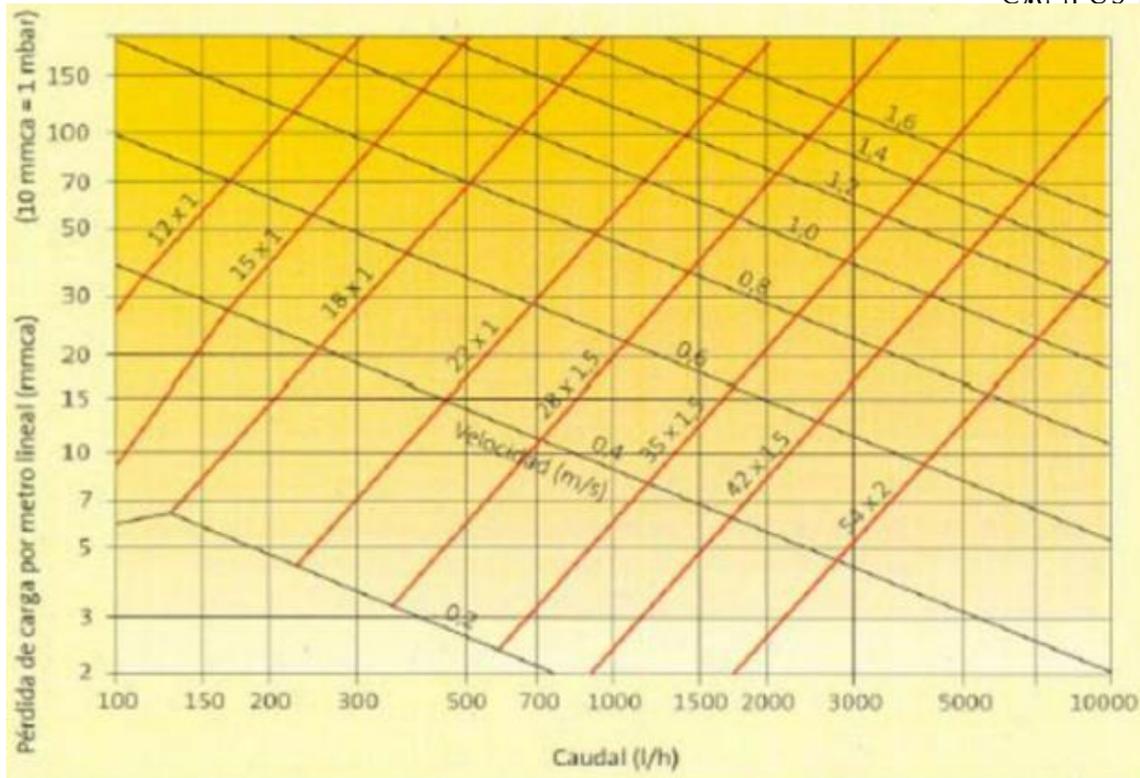


Ilustración 24: Gráfico pérdidas de carga

Como observamos, para los datos antes obtenidos, caudal, velocidad y diámetro, las pérdidas de carga por metro lineal son de 45 mm.c.a. aproximadamente. Como 10 mm.c.a. es 1 mbar, las pérdidas por metro lineal de la tubería son 4.5 mbar. Si multiplicamos este dato por los metros de tubería que tiene el circuito primario tendremos las pérdidas en carga de la tubería. Como nuestro diseño cuenta con una tubería de 15 metros en total, $4.5 \cdot 15 = 67.5$ mbar. Estas son las del circuito primario.

A parte se han de tener en cuenta pérdidas en accesorios como válvulas o purgadores, por ejemplo, por tanto, para simplificar cálculos, multiplicaremos las pérdidas calculadas anteriormente por $1/3$ para hacer la simulación. $67.5 \cdot 1/3 = 22.5$ mbar.

Por tanto, las pérdidas en carga de la tubería totales serán la suma de estas dos calculadas.

$$67.5 + 22.5 = 90 \text{ mbar}$$

5.1.3.2 Captador

El caudal recomendado por el fabricante de este mismo es de 300 l/h, por lo que con este dato y la siguiente grafica podemos calcular la pérdida de presión en nuestro captador.

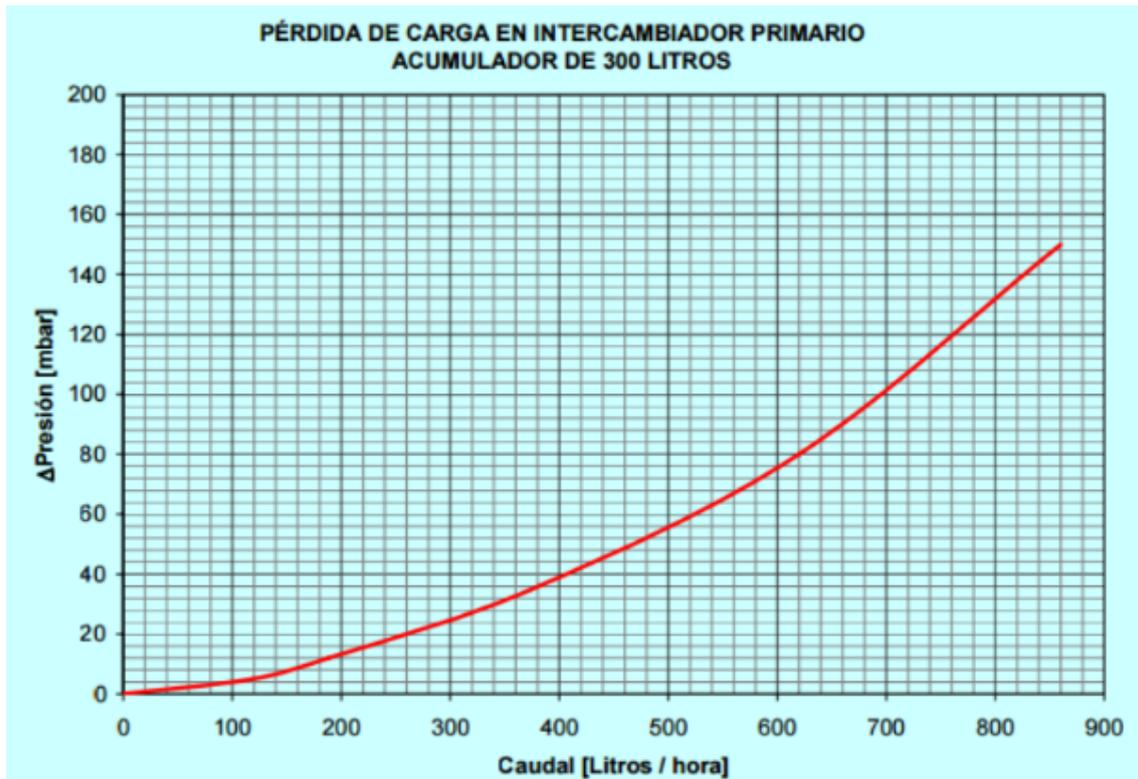
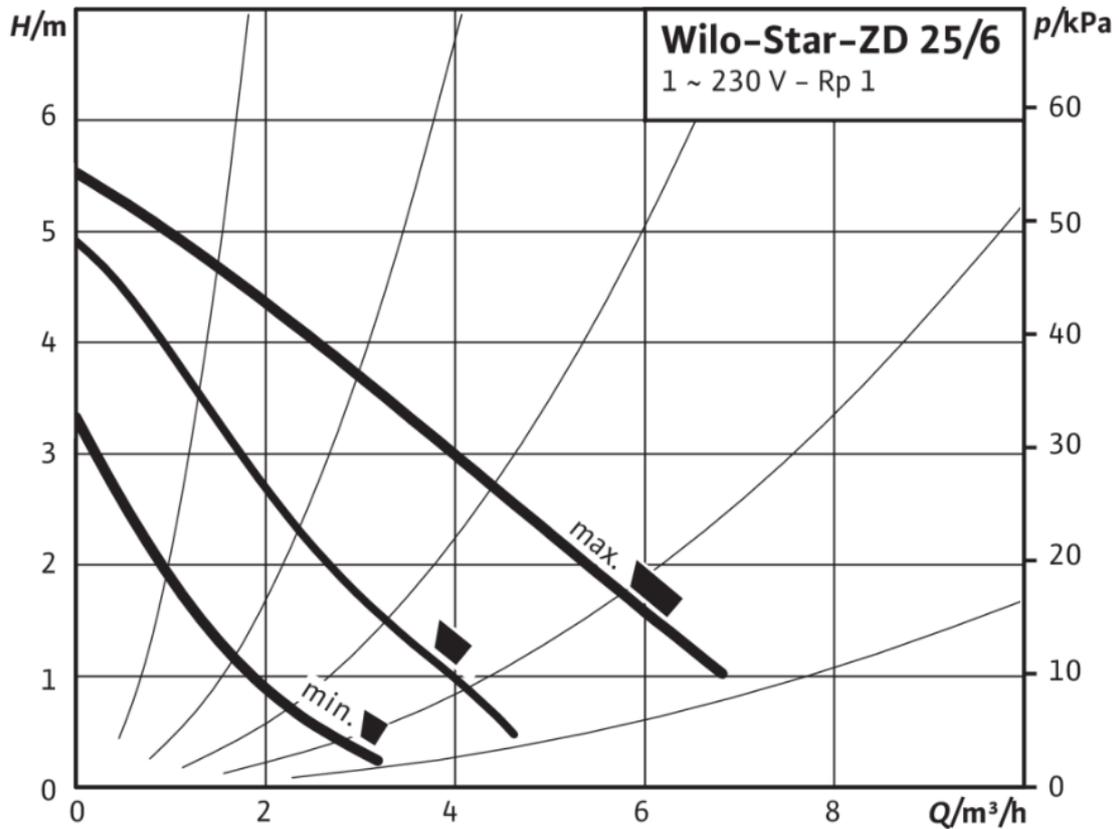


Ilustración 25: Pérdidas de carga colector

Como se observa claramente, para el caudal de 300 l/h tenemos unas pérdidas de aproximadamente 24 mbar.

Con estas dos pérdidas en carga calculadas ya podemos diseñar la bomba del circuito primario de nuestra instalación. Sabiendo que las pérdidas totales son la suma de las de la tubería y las del captador, $90+24 = 114$ mbar, y el caudal de la bomba 138.6 l/h podemos elegir la bomba para nuestra instalación.

En este caso elegiremos, por recomendación, la bomba Wilo Star ZD 25/6 que tiene la siguiente curva característica:



5.2 Cálculos sistema fotovoltaico

5.2.1 Diseño del sistema

En este estudio, para realizar el diseño del sistema fotovoltaico, se tiene en cuenta el consumo máximo en el día del mes más desfavorable para realizar la instalación respecto a ese dato. Esta cifra ha sido proporcionada por la cooperativa eléctrica a la cual están adscritos dichos clientes.

La energía máxima consumida en las condiciones más desfavorables son 14 kWh y con los datos ofrecidos por la misma cooperativa eléctrica podemos generar esta curva de consumo para hacernos una idea de cómo funciona la vivienda.



Ilustración 26: Consumo en el día más desfavorable del año

El gráfico de la evolución al largo del año es:

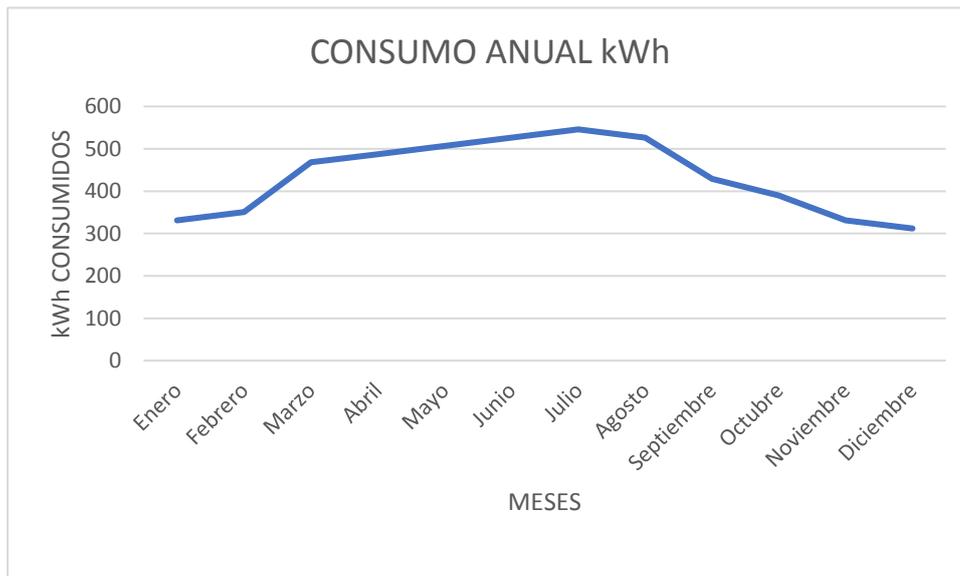


Ilustración 27: Consumo anual

Como se puede observar en la imagen anterior, el consumo más desfavorable se produce en los meses de verano, concretamente en julio y agosto. Esto puede ser debido a consumos grandes por culpa de electrodomésticos como el aire acondicionado o el mayor uso de lavadoras y secadoras.

Más adelante, después de realizar los cálculos correspondientes, compararemos este gráfico con el de la generación solar, para ver la energía generada aprovechada y el nivel de autoconsumo.

5.2.2 Cálculos

Los primeros datos a obtener para realizar el estudio solar fotovoltaico son los de la irradiación de nuestra zona. En la imagen que ahora mostraré, se muestra a groso modo la irradiación de toda la península ibérica para que nos podamos hacer una idea de cuál será la correspondiente a nuestra zona.

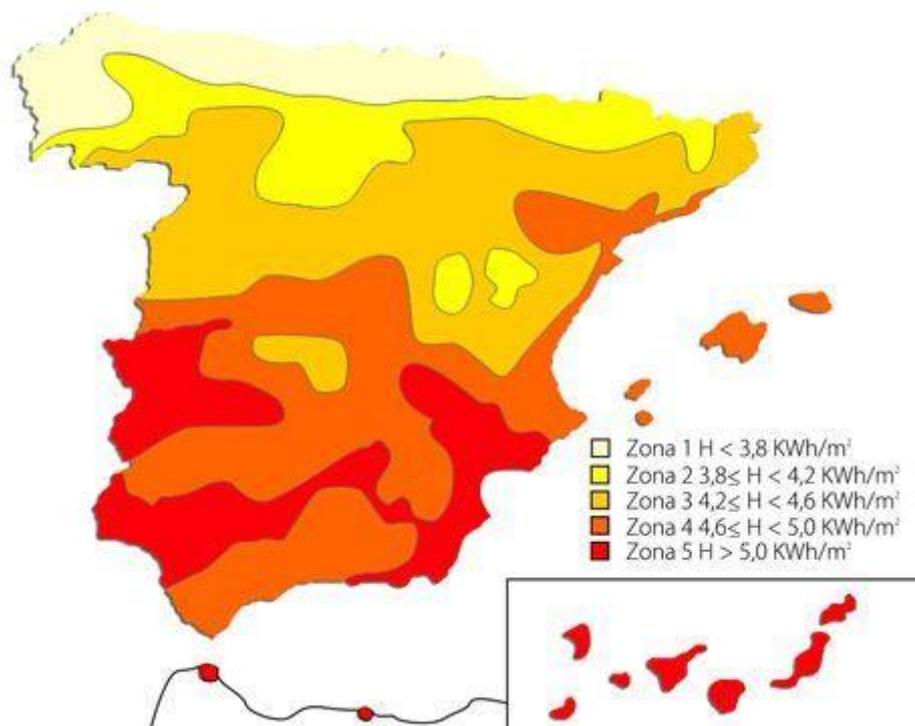


Ilustración 28: Mapa irradiación España

Como se observa, nuestra población de estudio, se encuentra en la zona 4 cuya irradiación oscila entre 4.6 y 5 kWh/m². Conociendo este dato sabemos que nos encontramos en una zona óptima para realizar esta instalación.

Para hilar un poco más fino, utilizamos la aplicación online PVGIS, en el cual nos facilitará los datos exactos que necesitamos. Pero, previamente hay que realizar el estudio de

capacidad y tomar los datos del consumo de la vivienda para saber cuál sería la instalación óptima, económica y energéticamente.

En primer lugar, analizamos los datos de la parcela. Esta tiene una superficie de unos 32 m² aproximadamente. También hemos de saber que en esta ubicación se ha de colocar un colector para el sistema ACS, lo cual reduce el espacio. Teniendo en cuenta este espacio, nos queda una superficie resultante de 29.5 m² y sabemos que la superficie de cada panel solar es de unos 1.65 m² aproximadamente, por tanto, podríamos colocar 18 módulos en nuestra instalación.

Ahora hemos de contrastar esta información obtenida con los datos del PVGIS y con nuestros cálculos para corroborar que con estos paneles tenemos suficiente para abastecer a nuestra vivienda.

Analizamos los datos del PVGIS para 18 paneles.

Location: 38°37'46" North, 0°45'45" West, Elevation: 703 m a.s.l.,

Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 5.0 kW (crystalline silicon)
 Estimated losses due to temperature and low irradiance: 15.3% (using local ambient temperature)
 Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.6%
 Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
 Combined PV system losses: 29.0%

Fixed system: inclination=30°, orientation=15°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	14.60	452	3.84	119
Feb	17.50	491	4.68	131
Mar	20.80	646	5.78	179
Apr	20.90	628	5.94	178
May	22.90	711	6.60	204
Jun	24.50	736	7.18	215
Jul	25.00	776	7.45	231
Aug	23.50	728	7.00	217
Sep	20.20	607	5.86	176
Oct	18.30	569	5.18	161
Nov	14.80	445	3.99	120
Dec	13.60	422	3.58	111
Yearly average	19.8	601	5.59	170
Total for year		7210		2040

Ilustración 29: Irradiación paneles superficie total

Como se observa en la imagen, con 18 paneles solares de 275 Wp cada uno, estaríamos generando un total de 4.95 kWp que corresponde con 19.8 kWh. Esto supone que estamos generando más energía que la que necesitamos en nuestra instalación para el día más desfavorable. Vamos a corregir esto disminuyendo el número de paneles y ajustándolo a los 14 kWh que necesitamos

$$4.95 \text{ kWp} \rightarrow 19.8 \text{ kWh}$$

$$X \text{ kWp} \rightarrow 14 \text{ kWh}$$

$$X = 3.5 \text{ kWp}$$

Esta nueva potencia calculada es la que necesitamos para abastecer a nuestra vivienda, 3.5 kWp que se corresponde con:

$$3500 \text{ W} / 275 \text{ W.paneles} = 13 \text{ paneles}$$

Observamos que nuestra instalación necesita de 13 paneles para abastecerse, pero por posibles pérdidas y por si aumenta el consumo, nuestra instalación constará de 2 strings de 7 paneles, en total **14 paneles** con una potencia instalada de **3.85 kWp**.

Por tanto, con este nuevo cálculo la estimación de PVGIS quedaría de la siguiente forma:

Location: 38°37'46" North, 0°45'45" West, Elevation: 703 m a.s.l.,

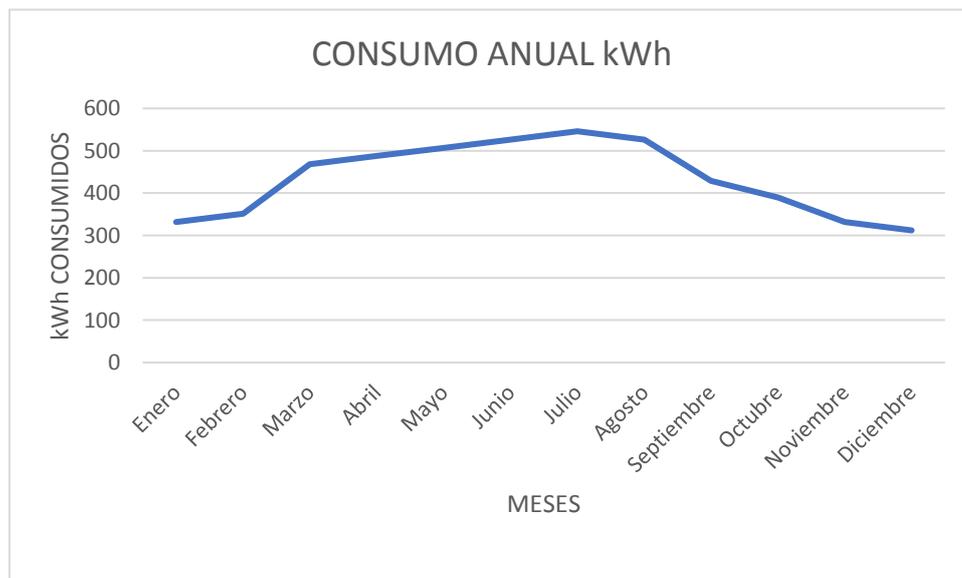
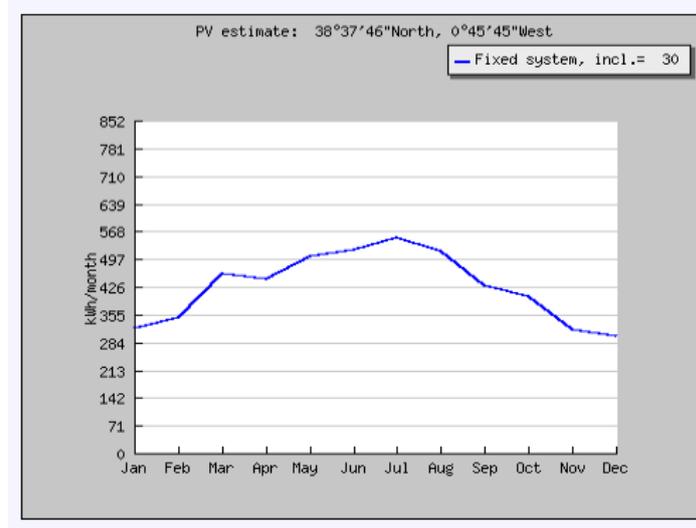
Solar radiation database used: PVGIS-CMSAF

Nominal power of the PV system: 3.5 kW (crystalline silicon)
 Estimated losses due to temperature and low irradiance: 15.3% (using local ambient temperature)
 Estimated loss due to angular reflectance effects: 2.6%
 Other losses (cables, inverter etc.): 14.0%
 Combined PV system losses: 29.0%

Fixed system: inclination=30°, orientation=15°				
Month	E_d	E_m	H_d	H_m
Jan	10.40	321	3.84	119
Feb	12.40	348	4.68	131
Mar	14.80	458	5.78	179
Apr	14.90	446	5.94	178
May	16.30	504	6.60	204
Jun	17.40	522	7.18	215
Jul	17.80	551	7.45	231
Aug	16.70	517	7.00	217
Sep	14.40	431	5.86	176
Oct	13.00	404	5.18	161
Nov	10.50	316	3.99	120
Dec	9.66	300	3.58	111
Yearly average	14.0	427	5.59	170
Total for year		5120		2040

Ilustración 30: Irradiación instalación óptima.

Por último, realizaremos la comparativa entre, el gráfico de consumo comentado anteriormente y el gráfico de generación anual de nuestra instalación.



Como se observa, estamos generando, ligeramente un poco más de energía de la necesaria para nuestra instalación, pero esto no supone ningún problema, ya que puede haber picos de consumo más altos en cualquier momento del año.

5.2.3 Cálculo del inversor

En el apartado de la descripción de la instalación, comenté que voy a colocar un inversor de 4 kW pico monofásico, marca HUAWEI, modelo SUN2000 4KTL. Ahora, habiendo realizado los cálculos de la instalación fotovoltaica se corrobora este dato.

Tenemos una instalación de 3.85 kWp por tanto colocamos un inversor que pueda soportar esa potencia. HUAWEI es una empresa consolidada la cual se ha lanzado a fabricar inversores solares. Estos inversores proporcionan un gran rendimiento a la vez que funcionalidad y precio. Decidí colocar estos inversores por las razones mencionadas, pero principalmente el precio.

5.2.4 Conductores.

Esta parte es fundamental, ya que, si cometemos un error en el tipo de conductor podemos hacer que nuestra instalación no funcione como es debido. Para elegir el conductor, principalmente tendremos en cuenta dos factores importantes, la primera y principal es la sección de nuestro conductor. Y como segundo factor y no menos importante el aislamiento de este.

Vamos a proceder a la determinación del conductor, pero tenemos en cuenta dos instalaciones diferentes, la primera la de corriente continua, desde las series de paneles hasta el inversor, y la segunda de corriente alterna del inversor hasta la Caja de protecciones de nuestra vivienda.

Cabe recalcar que el material conductor, tanto para la parte de corriente continua como para la de alterna será Cobre en este caso.

5.2.4.1 Corriente continua

En primer lugar, como hemos dicho que el material a utilizar es cobre, presentaremos la siguiente imagen con unos datos clave de conductividad.

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	48	44
Aluminio	35	30	28
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Ilustración 31: Conductividad conductores

Cabe recalcar que los valores γ en función de la temperatura, que es el número al que acompaña, varían en función del aislamiento.

En nuestro caso, el aislamiento del conductor será XLPE, y el material cobre, por lo cual, utilizaremos el dato de γ_{90} y cobre, $44 \text{ m}/\Omega \cdot \text{m}^2$

Dicho esto, procedemos a la selección.

El conductor a utilizar se corresponde con TOPSOLAR H1Z2Z2-K, el cual es resistente a muy altas temperaturas, a grasas, aceites y ataques químicos. Cabe decir, que también es resistente al agua.

Para poder seleccionarlos debemos de saber los siguientes datos:

- Tensión máxima de los paneles (V_{mpp})
- Corriente de cortocircuito de los paneles (I_{cc})
- Caída de tensión de los conductores (CDT)
- Longitud de los conductores (L)
- Sección de los conductores (S)
- Conductividad de los conductores (C)

Esta última ya la sabemos gracias a la explicación inicial.

En la ficha técnica de nuestro panel solar podemos observar los siguientes datos:

- $V_{mpp} = 32.2 \text{ V}$
- $I_{cc} = 9.12 \text{ A}$

Esto nos indica que en cada serie la intensidad máxima de cortocircuito que puede haber es de 9.12 multiplicado por 1.25, ya que en la temperatura de trabajo el conductor ha de ser capaz de aguantar esa intensidad. Se corresponde con **11.4 A**. Y la tensión máxima es el producto de la V_{mpp} por el número de paneles que corresponden a la serie. **7 paneles · 32.2 V = 225.4 V**

Los paneles entre si están conectados por sus mismos conectores. Los conductores que hemos de analizar para saber su longitud son los que unen a la serie con el inversor. Esto se observa claramente en el plano de la distribución de la instalación.

Gracias a que este plano está a escala, podemos extraer la longitud de conexión de estos conductores. Cogemos la longitud más desfavorable ya que este dato nos sirve para calcular la caída de tensión y si nos cumple con el conductor más largo, nos cumplirá con todos.

La longitud de este conductor es 9 metros de distancia.

Para una buena optimización de la instalación consideraremos una Caída De Tensión de un 1 %.

Sabiendo todos los datos anteriores solo nos queda por saber la caída de tensión del conductor y su sección. Estos dos datos los calcularemos de forma conjunta ya que dependen uno del otro. Utilizaremos las siguientes ecuaciones:

Ecuación para el cálculo de la sección

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I_{cc}}{C \cdot CDT \cdot V_{mpp}}$$

$$S = \frac{2 \cdot 9 \cdot 11.4}{44 \cdot 0.01 \cdot 225.4} = 2.069 \text{ mm}^2$$

A raíz del valor obtenido, hemos de buscar la sección comercial inmediatamente superior a este valor.

	mm ²
	1,5
2,5	
4	
6	
10	
16	
25	
35	
50	
70	
95	
120	
150	
185	
240	
300	

Ilustración 32: Secciones comerciales

Como observamos en la imagen anterior, la sección comercial que hemos de elegir es la de 2.5 mm².

Como resumen, observamos que elegiremos el conductor TOPSOLAR H1Z2Z2-K de 2.5 mm² de sección con aislamiento XLPE.

5.2.4.2 Corriente alterna

La instalación de esta parte se realizará desde el inversor hasta el cuadro general, por lo tanto, al realizarse por dentro de la vivienda hemos de tener en cuenta la tabla siguiente perteneciente al Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión:

Método de instalación*	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE						
A1												
A2	3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE							
B1				3x PVC	2x PVC		3x XLPE		2x XLPE			
B2			3x PVC	2x PVC		3x XLPE	2x XLPE					
C					3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE		
E						3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE	
F							3x PVC		2x PVC	3x XLPE		2x XLPE
Sección mm ² COBRE	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	--
2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	--
4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	--
6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	--
10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	--
16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	--
25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
35	--	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
50	--	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
70	--	--	--	149	160	171	185	199	214	224	244	269
95	--	--	--	180	194	207	224	241	259	271	296	327
120	--	--	--	208	225	240	260	280	301	314	348	380
150	--	--	--	236	260	278	299	322	343	363	404	438
185	--	--	--	268	297	317	341	368	391	415	464	500
240	--	--	--	315	350	374	401	435	468	490	552	590
300	--	--	--	361	401	430	461	500	538	563	638	678
400	--	--	--	431	480	515	552	600	645	674	770	812
500	--	--	--	493	551	592	633	687	741	774	889	931
630	--	--	--	565	632	681	728	790	853	890	1028	1071

Se indican como 3x los circuitos trifásicos y como 2x los monofásicos.
A efecto de las intensidades admisibles los cables con aislamiento termoplástico a base de poliolefina (Z1) son equivalentes a los cables con aislamiento de polioruro de vinilo (V).

Ilustración 33: Intensidades máximas admisibles

A1	<ul style="list-style-type: none"> - Conductores unipolares aislados en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes - Cables multiconductores empotrados directamente en paredes térmicamente aislantes. - Conductores unipolares aislados en molduras. - Conductores unipolares aislados en conductos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las puertas. - Conductores unipolares aislados en tubos o cables uni o multiconductores dentro de los marcos de las ventanas.
A2	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes térmicamente aislantes.
B1	<ul style="list-style-type: none"> - Conductores aislados o cable unipolar en tubos empotrados en obra - Conductores aislados o cable unipolar en tubo sobre pared de madera o mampostería separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo. - Conductores unipolares aislados en canales o conductos cerrados de sección no circular sobre pared de madera - Cables unipolares o multiconductores en huecos de obra de fábrica ^{*)} - Conductores unipolares aislados en tubos dentro de huecos de obra de fábrica ^{*)} - Conductores unipolares aislados en conductos cerrados de sección no circular en huecos de obra de fábrica ^{*)} - Conductores aislados en conductos cerrados de sección no circular empotrados en obra de fábrica con una resistividad térmica no superior a 2K·m/W ^{*)} - Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora empotrada en el suelo - Conductores aislados o cables unipolares en conductos perfilados empotrados - Cables uni o multiconductores en falsos techos o suelos técnicos ^{*)} - Conductores unipolares aislados o cables unipolares en canal protectora suspendida - Conductores aislados o cables unipolares en tubos en canalizaciones no ventiladas ^{*)} - Conductores unipolares aislados en tubos en canales de obra ventilados - Cables uni o multiconductores en canales de obra ventilados - Conductores unipolares aislados o cables unipolares dentro de zócalos acanalados (rodapiés ranurado)
B2	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores en tubos empotrados en obra - Cables multiconductores en tubos sobre pared de madera o separados a una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del tubo. - Cables multiconductores en canales o conductos cerrados de sección no circular sobre pared de madera - Cables multiconductores en canal protectora suspendida - Cables multiconductores dentro de zócalos acanalados(rodapiés ranurado) - Cables multiconductores en canal protectora empotrada en el suelo - Cables multiconductores en conductos perfilados empotrados
C	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores directamente bajo un techo de madera - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas no perforadas - Cables unipolares o multiconductores fijados en el techo o pared de madera o espaciados 0,3 veces el diámetro del cable - Cables uni o multiconductores empotrados directamente en paredes
E	<ul style="list-style-type: none"> - Cables multiconductores separados de la pared una distancia no inferior a 0,3 D ⁵⁾ - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas perforadas en horizontal o vertical - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas de rejilla - Cables unipolares o multiconductores sobre bandejas de escalera - Cables unipolares o multiconductores suspendidos de un cable fijador
F	<ul style="list-style-type: none"> - Se aplica a los mismos sistemas de instalación que el tipo E, cuando la sección del conductor es superior a 25 mm² - Cables unipolares en contacto mutuo separados de la pared una distancia no inferior a D ⁵⁾

Ilustración 34: Tipos de instalaciones para cables no enterrados

De la primera tabla podemos extraer la intensidad máxima admisible del conductor a utilizar, pero previamente hemos de calcular la intensidad que va a circular por el mismo conductor. Esta la calculamos de la siguiente forma:

$$I_b = \frac{P}{V \cdot \cos\varphi}$$

Donde:

- P: Potencia del inversor
- V tensión de salida del inversor
- $\cos\varphi$: Factor de potencia del inversor

$$I_b = \frac{4000}{230 \cdot 0.9} = 19.32 \text{ A}$$

Ahora, sabiendo la corriente que circulará por el conductor, buscamos en la tabla, en el grupo B1, ya que se corresponde a conductores aislados en tubo en montaje superficial o empotrado en obra, la corriente inmediatamente superior a la calculada con la ecuación anterior. Este motivo también nos lleva a la conclusión de que podemos utilizar un conductor más económico como un RZ1-K para optimizar el precio de la instalación.

Esta corriente sería 26.5 A ya que, como hemos dicho, la instalación es monofásica y el conductor tiene aislamiento XLPE. Esta corriente se corresponde con la sección de 2.5mm² lo que significa que los cálculos previos son correctos.

Ahora pasaremos a calcular la caída de tensión, la cual cosa haremos mediante esta ecuación:

$$\%V = \frac{200 \cdot P \cdot L}{C \cdot S \cdot V^2}$$

Donde:

- P: Potencia del inversor
- L: Longitud del conductor
- C: Conductividad del cobre en nuestras condiciones
- S: Sección del conductor
- V: Tensión de trabajo a la salida del inversor.

Cabe decir antes de nada que la caída de tensión deseada para una instalación rentable no ha de ser mayor a 1.5 % por tanto, jugaremos con la sección para optimizar la instalación. La longitud correspondiente es de 20 metros desde el inversor hasta el cuadro de protecciones.

$$\%V = \frac{200 \cdot 4000 \cdot 20}{44 \cdot 2.5 \cdot 230^2} = 2.74\%$$

Como observamos, con la sección de 2.5 mm² no cumple con la caída de tensión admisible por tanto hemos de aumentarla para que cumpla con la caída de tensión de 1.5 %.

$$\%V = \frac{200 \cdot 4000 \cdot 20}{44 \cdot 6 \cdot 230^2} = 1.15\%$$

Cuando aumentamos la sección a 6 mm² observamos que si entra del rango permitido así que la instalación sería correcta y la intensidad máxima admisible aumentaría a 46mm².

Como resumen, para la parte de corriente alterna, nos queda que tenemos un conductor tipo RZ1-K de sección 6mm² con aislamiento XLPE, dentro de tubo empotrado en obra.

5.3 Cálculos instalación geotérmica para climatización

Como justificamos anteriormente, ante las inconveniencias de realizar la instalación de geotermia para la climatización de la vivienda, tanto por la parte de la inversión, como por la parte energética del terreno, no se pueden realizar cálculos para esta instalación.

No realizamos la instalación, tampoco, porque, como comentamos anteriormente, realizado el estudio de energía fotovoltaica, observamos que podemos abastecer a la vivienda de la energía suficiente para el consumo de los aparatos de climatización.

6. Protecciones

En este apartado explicaremos cuales son las protecciones a usar para la instalación solar fotovoltaica tanto a la entrada del inversor como en la caja general de protección, a la salida del inversor.

En primer lugar, a la entrada del inversor, ya que este admite una tensión máxima de 600 V, colocaremos protección contra sobretensiones a la entrada de este de valor 600 V. A parte también colocaremos un seccionador de 25 A.

En corriente alterna colocaremos un diferencial y un magnetotérmico. El diferencial lo colocaremos del calibre de 25 A y 300 mA, y el magnetotérmico de 25 A y poder de corte de 10kA.

7. Toma a tierra

Para este apartado nos ceñiremos a la ITC-BT-18 del REBT, por tanto, toda masa metálica que esté en contacto con nuestra instalación deberá estar conectada a tierra. Esto se hace, según la ITC-BT-18 para limitar las tensiones que estas masas puedan dar.

En la instalación fotovoltaica, tanto el borde de las placas como en las estructuras de anclaje son de metal por tanto estas deberán estar correctamente conectadas a tierra.

En la instalación de ACS las tuberías de cobre también habrán de estarlo, ya que, este material es muy buen conductor, y no olvidemos que estamos trabajando con líquido en su interior.

Cabe destacar, para finalizar este apartado, que toda masa que deba conectarse a la toma de tierra se conectará a la instalación de puesta a tierra perteneciente a la vivienda objeto de estudio, ya que, esta instalación está hecha con posterioridad.

8. Pliegos de condiciones

8.1 Pliego de condiciones ACS

8.1.1 Descripción de las obras

8.1.1.1 Colectores

Los colectores serán suministrados en jaulas de madera adecuadas para su traslado o elevación mediante carretillas elevadoras.

Las jaulas se almacenarán depositándolas sobre suelo plano y a cubierto. En caso de almacenaje exterior, se cubrirán las jaulas para protegerlas del agua de lluvia.

En el caso de que los colectores, una vez desembalados y previamente a su montaje sobre los perfiles de apoyo, deban ser dejados de forma interina a la intemperie, se colocarán con un ángulo mínimo de inclinación de 20º y máximo de 80º, con la cubierta de cristal orientada hacia arriba. Se evitará la posición horizontal y vertical.

Hasta que los colectores no estén llenos de fluido caloportador es conveniente cubrirlos, a fin de evitar excesivas dilataciones.

8.1.1.2 Depósito acumulador

Se instalará este en el cuarto del sótano de la vivienda sujeto a los tacones de la pared mediante espárragos roscados.

En espera de su instalación, puede ser almacenado horizontal o verticalmente en el suelo sin desembalar para evitar golpes.

8.1.1.3 Tuberías de circuitos y demás elementos

Serán todos ellos de primera calidad, evitando que en el almacenamiento de espera para su instalación estén éstos en cualquier lugar expuestos a daños por golpes o descubiertos de su embalaje de fábrica.

8.1.1.4 Recepción colectores-estructura

El hormigón empleado como base de sustentación de los colectores deberá cumplir que el árido empleado sea limpio, suelto y áspero, exento de sustancias orgánicas o partículas terrosas, para lo cuál si es necesario se tamizará y lavará convenientemente con agua potable. El cemento debe ser lento, de marca de fábrica y perfectamente seco, su peso específico debe ser como mínimo de 3.05 kg/dm y la finura de molido, residuo del 5% en el tamiz de 900 mallas y del 20% en el de 4900. Los redondos para armar el hormigón serán de acero A-41.

8.1.2 Condiciones que deben satisfacer los materiales

8.1.2.1 Materiales

Todos los materiales serán de buena calidad u de reconocida casa comercial. Tendrán las dimensiones que indiquen los documentos del proyecto y fije la dirección facultativa.

8.1.2.2 Reconocimiento de los materiales

Los materiales serán reconocidos en obra antes de su empleo por la dirección facultativa, sin cuya aprobación no podrán ser empleados en la obra.

El contratista proporcionará a la dirección facultativa muestra de los materiales para su aprobación. Los ensayos y análisis que la dirección facultativa crea necesarios, se realizarán en laboratorios autorizados para ello.

Los accesorios, codos, latiguillos, racores, etc. serán de buena calidad y estarán igualmente exentos de defectos, tanto en su fabricación como en la calidad de los materiales empleados.

8.1.3 Ejecución de las obras

8.1.3.1 Obras

Las obras se ejecutarán de acuerdo con lo expuesto en el presente proyecto y a lo que dictamine la dirección facultativa.

8.1.3.2 Replanteo

El replanteo de las instalaciones se ajustará por el director de la obra, marcando sobre el terreno claramente todos los puntos necesarios para la ejecución de la obra en presencia del contratista y según proyecto.

El contratista facilitará por su cuenta todos los elementos que sean necesarios para la ejecución de los referidos replanteos y señalamiento de los mismos, cuidando bajo su responsabilidad de la invariabilidad de las señales o datos fijados para su determinación.

8.1.3.3 Desperfectos en las propiedades colindantes

Si el contratista causara algún desperfecto en las propiedades colindantes, tendrá que restaurarlas a su cuenta, dejándolas en el estado que las encontró al dar comienzo las obras de la instalación solar.

8.2 Pliego de condiciones Fotovoltaica

El presente Pliego de Condiciones tiene por objeto cumplimentar lo ya prescrito en la Memoria precedente, señalar los criterios que se han tenido en cuenta al redactar el Proyecto y la ejecución de la instalación eléctrica.

8.2.1 Condiciones de los materiales

Todos los materiales serán de primera calidad, de marcas conocidas en el mercado nacional, de tipos y modelos homologados y que cumplan lo establecido en las Normas UNE y CEI. Todo material eléctrico será marca CE:

8.2.1.1 Conductores eléctricos

Todos los conductores de la instalación interior serán de cobre con aislamiento PRC-PVC (RV), ó (VV), de tensión aislante 0,6/1 KV, también podrán ser utilizados conductores con aislamiento 750 V., del tipo D/C, en cada caso se especificará suficientemente en la memoria correspondiente.

8.2.1.2 Conductores de protección

Los conductores de protección serán de cobre y presentarán el mismo aislamiento que los conductores activos. Se instalarán por la misma canalización que estos.

La sección mínima de estos conductores será igual a la fijada en la Tabla II, en función de los conductores de fase de la instalación (ITC-BT-19, ap.2.3).

8.2.1.3 Identificación de los conductores

Los colores a utilizar serán negro, marrón y gris para las fases activas, azul para el conductor neutro y verde-amarillo para el conductor de protección, pudiéndose utilizar el color azul para fase cuando no exista neutro.

8.2.1.4 Tubos protectores

Los tubos para canalizaciones de conductores, serán aislantes en material plástico incombustible y no propagador de llamas, de tipos y marcas homologados. En instalación empotrada, se utilizarán tubos flexibles corrugados grado de protección 5, y en instalaciones de superficie tubos rígidos, normalmente curvables en caliente, PVC del tipo Resard o similar calidad. En instalación estanca los tubos aislantes rígidos normalmente curvables en caliente (PVC), o acero, en cuartos de instalaciones como sala de calderas, cuartos de agua etc, con uniones roscadas. Los tubos que se monten por falsos techos serán de tipo flexible grado de protección 7, anclado al techo con grapa de plástico o yeso.

8.2.1.5 Cajas de empalme y derivación

Las cajas de derivación serán adecuadas a los tubos empleados tanto en dimensiones, como en material y tipo de instalación (empotrada o superficie), las cajas vistas se abrirán mediante garras.

En instalaciones estancas, las uniones con los tubos serán roscadas con prensaestopas o mecanismos adecuados.

En el interior de las cajas para la conexión de los conductores, se dispondrán fichas o bornes de conexión conformes al número de conductores y sección de los mismos.

Todos los empalmes y derivaciones se realizarán en cajas destinadas a tal efecto. Las dimensiones de las cajas serán tales que permitan el holgado alojamiento de los conductores, fichas y conexiones. En todo caso nunca serán inferiores a la denominación comercial de 100 x 100. En cualquier caso, las tapas irán provistas de garras para su fácil manipulación.

8.2.1.6 Aparatos de mando y maniobra

Los aparatos de mando y maniobra serán interruptores y conmutadores que cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia; serán de material aislante y del tipo cerrado.

Las dimensiones de las piezas de contacto serán tales que la temperatura en ningún caso pueda exceder de 65 Cº en ninguna de sus piezas.

Su construcción será tal que permita realizar un número de maniobras de apertura y cierre del orden de 10.000 con su carga nominal a la tensión de trabajo.

Deberán llevar marcada su intensidad y tensiones nominales de trabajo y estarán probados a una tensión de 800 a 1.000 V.

8.2.1.7 Aparatos de protección

Los aparatos de protección serán interruptores automáticos, fusibles e interruptores diferenciales.

Los interruptores automáticos o disyuntores serán del tipo magnetotérmico de accionamiento manual y podrán cortar la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, abriendo y cerrando los circuitos sin posibilidad de tomar una posición intermedia.

Su capacidad de corte para la protección del cortocircuito estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en un punto de su instalación, y para la protección de la línea contra el calentamiento se regulará para una temperatura inferior a 65 °C.

Llevarán marcada su intensidad y tensiones nominales de trabajo, así como el signo de su desconexión.

Tanto los interruptores diferenciales como los disyuntores cuando no puedan soportar las corrientes de cortocircuito, irán acoplados con fusibles calibrados.

Los fusibles empleados para proteger los diferentes circuitos secundarios serán calibrados a la intensidad del circuito que protegen. Se dispondrán sobre material aislante e incombustible y estarán contruidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Se podrán recambiar bajo tensión sin ningún peligro y llevarán marcada la intensidad y tensiones nominales de trabajo.

Los interruptores de control de potencia, serán del tipo magneto térmico, con CURVA de retardo de corte unipolar, de los calibres adecuados a las potencias a contratar y que se expresen en la memoria y planos.

Los interruptores diferenciales, serán de corte unipolar, de alta sensibilidad (30 mA), para alumbrado y circuitos de fuerza accesibles al público de sensibilidad media (300 mA), para el resto

Tanto los interruptores magnetotérmicos como los diferenciales, serán de marcas y tipos homologados por el Ministerio de Industria y Energía y por la Compañía Suministradora de energía.

8.2.1.7 Máquinas eléctricas y electrónicas

Se utilizarán inversores electrónicos que serán los encargados de adecuar la energía generada en corriente continua, a la red de corriente alterna.

8.2.1.8.1 Inversor electrónico

En inversor electrónico estará dotado de las siguientes protecciones

- Protección de máxima y mínima frecuencia
- Protección de máxima y mínima tensión
- Transformador de aislamiento
- Interruptor diferencial de continua o sistema de vigilancia de aislamiento
- Sobretensiones transitorias en el lado de alterna y continua

8.2.1.9 Normas de ejecución de la instalación

La instalación será realizada por personal competente, utilizando los medios técnicos actuales para este tipo de trabajo, procurando la mejor ejecución, en cuanto a calidad y estética se refieren.

Los diámetros de los tubos y radios de sus curvas, así como la situación de las cajas, serán tales que permitirán introducir y retirar fácilmente los conductores sin perjudicar su aislamiento, no permitiendo la colocación de los tubos con los conductores ya introducidos, el hilo o cable guía para pasar los conductores, se introducirá cuando los tubos y cajas estén ya colocados.

El pelado de los conductores se hará de forma que no se dañe la superficie de estos. Los empalmes y conexiones de conductores se realizarán cuidadosamente y con buena unión mecánica, para evitar que la elevación de la temperatura en los mismos no sea superior a la que se pueda originar en los conductores cuando estén en servicio.

Se procurará repartir la carga entre las distintas fases y circuitos, de forma que no se originen desequilibrios en la red. Los receptores que se instalen, deberán presentar un

factor de potencia superior a 0,85 en funcionamiento nominal para evitar sobredimensionamientos y calentamientos en la instalación.

Se evitará en los posibles, todo cruce de conducciones con cañerías de agua, gas, vapor, teléfono etc.

Si fuese necesario efectuar alguno de estos cruces, se dispondrá un aislamiento supletorio.

Esta absolutamente prohibido utilizar cañerías de agua como neutro o tierra de la instalación.

Los conductores y enchufes, no deberán producir arcos eléctricos en conexión o desconexión.

Los cortacircuitos fusibles serán tales que, permitan sustituir los cartuchos sin riesgo alguno y estos deberán proyectar material al fundirse.

Todos los c.c. estarán perfectamente localizados y accesibles, y nunca en el interior de cajas de derivación o bajo elementos decorativos.

En la ejecución de la toma de tierra, se evitará codos o aristas pronunciadas, debiendo ser los cambios de dirección de conductores, lo menos bruscos posibles.

8.2.2 Pruebas reglamentarias

El director técnico de la instalación, podrá establecer cuantas pruebas y ensayos crea convenientes con los materiales utilizados, al objeto de comprobar su calidad, debiendo ser sustituidos los que a su juicio no reúnan las condiciones del proyecto, por mala calidad de los materiales o de ejecución de la instalación.

A la finalización de la instalación, se procurará a las siguientes comprobaciones:

8.2.3.1 Resistencia de aislamiento y rigidez dieléctrica.

La instalación presentará una resistencia de aislamiento por lo menos igual a $1.000 \times U$ ohmios., siendo U la tensión máxima de servicio, expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios, esto se refiere a una instalación de la que el conjunto de canalizaciones y para cualquier número de conductores, no exceda de 1.000 m.

En el caso de superar esta longitud, si es posible se irá seccionando por desconexión a retirar de fusibles, en módulos de 100 m o fracción. Cuando no sea posible el fraccionamiento de la instalación, se admite que el valor de la resistencia de aislamiento de toda la instalación sea, con relación al mínimo que le corresponda, inversamente proporcional a la longitud total de las canalizaciones.

El aislamiento se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador, que proporcione en vacío, una tensión comprendida entre 500 y 1.000 V y como mínimo 250 V, con una carga externa de 100.000 ohmios.

Durante la medida, los conductores, incluyendo el neutro, estarán aislados de tierra, así como la red de suministro de energía. Si las masas de los receptores están unidas al neutro, se suprimirán estas conexiones durante la medida, restableciéndose una vez terminada esta.

La medida de aislamiento con relación a tierra, se efectuará uniendo a esta el polo positivo del generador y dejando, en principio, todos los aparatos de utilización conectados, asegurándose que no existe falta de continuidad eléctrica en la parte de la instalación que se verifica, los aparatos de interrupción, se pondrán en posición de cerrado y los cortacircuitos instalados como un servicio normal.

Todos los conductores se conectarán entre sí, incluyendo el neutro, en el origen de la instalación y a este punto se conectará el polo negativo del generador.

Cuando la resistencia de aislamiento obtenida, resultara inferior al valor mínimo que le corresponda, se admitirá que la instalación es, no obstante, correcta, si se cumplen las siguientes condiciones:

- Cada aparato de utilización, presentará una resistencia de aislamiento por lo menos igual al valor señalado por la Norma UNE que le concierne o en su defecto 0,5 Ohmios.
- Desconectados los aparatos de utilización, la instalación presenta la resistencia que le corresponde. La medida de aislamiento entre conductores se efectuará después de haber desconectado todos los aparatos de utilización, quedando los interruptores y cortacircuitos en la misma posición que la señalada anteriormente para la medida de aislamiento con relación a tierra.

Las medidas de aislamiento se efectuarán sucesivamente entre los conductores tomados dos a dos, comprendiendo el conductor neutro.

Por lo que respecta a la rigidez dieléctrica de una instalación, ha de ser tal que, desconectados los aparatos de utilización, resista durante 1 minuto una prueba de tensión de $2 U + 1.000 \text{ V}$ a frecuencia industrial, siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, y con un mínimo de 1.500 V. Este ensayo se realizará para cada uno de los conductores, incluyendo el neutro, con relación a tierra y entre conductores. Durante este ensayo los aparatos de interrupción se pondrán en la posición de cerrado y los cortacircuitos instalados como en servicio normal.

Este ensayo no se realizará en instalaciones correspondientes a locales que presenten riesgo de incendio o explosión.

8.2.3 Condiciones de uso mantenimiento y seguridad

8.2.3.1 Obligaciones del usuario

Durante el funcionamiento del local y de los elementos de la instalación eléctrica, el propietario comprobará que su uso y funcionamiento es el debido, no produciéndose averías; en caso de detectarse cualquier anomalía, se avisará a un instalador autorizado, como único operario capacitado para realizar reparaciones en la instalación.

También deberá realizarse una medición anual de la resistencia de la tierra, en aquellas épocas del año más secas, dicha operación la realizará un instalador autorizado, comprobando que su valor sea bueno.

8.2.3.2 Obligaciones de la empresa mantenedora

A la finalización de la obra la empresa mantenedora presentará una propuesta de revisiones e inspecciones que será aprobada por el técnico director de la obra.

8.2.4 Certificados y documentación

A efectos de legalizar las instalaciones, el Ingeniero Director de las mismas solicitará a los interesados la siguiente documentación:

Por parte de la empresa promotora:

- Nombre de la empresa
- C.I.F. y domicilio fiscal
- Nombre, apellidos y nº D.N.I. del representante legal

Por parte del instalador electricista autorizado:

- Nombre de la empresa instaladora
- Nº de carnet de instalador autorizado
- Nº del Documento de Calificación empresarial
- Domicilio fiscal
- Teléfono.
- Boletines.

Por parte del director de la instalación eléctrica:

- Certificado de dirección y finalización de las instalaciones.

9. Presupuestos y estudio económico

En este apartado analizaremos los presupuestos obtenidos y veremos si la inversión es positiva o negativa. Tendremos en cuenta que los presupuestos se han sacado juntos al igual que el estudio se hará junto, tanto como de la instalación de ACS como de la instalación fotovoltaica.

Esto significa que, a la hora de realizar el estudio económico, intentaremos amortizar las dos instalaciones solo con la energía consumida de la instalación fotovoltaica, me explico. Teniendo en cuenta que la instalación solar fotovoltaica va a generarnos un ahorro en nuestra factura eléctrica, intentaremos que con ese ahorro se sufraguen los gastos de la instalación de ACS.

Esto supondrá que, si la instalación es viable, la tasa de rentabilidad sea baja, pero a ese ahorro habríamos de sumarle el ahorro de no tener que calentar el agua para uso doméstico, ya que esta se calienta mediante el sistema ACS.

9.1 Presupuestos

Anexo I

9.2 Estudio económico

Para realizar el estudio de rentabilidad vamos a utilizar los métodos más comunes, el VAN y el TIR. Como he dicho anteriormente, realizaremos el estudio con los dos presupuestos junto por lo que imagino que la tasa de rentabilidad, TIR, saldrá favorable, pero no a gran escala.

9.2.1 VAN

El Valor Actual Neto es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. Con este criterio podemos actualizar los cobros y pagos de un proyecto o una inversión para conocer el beneficio o la pérdida de ella misma.

Para calcular el VAN utilizamos la siguiente expresión:

$$VAN = \sum_{t=1}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - I_0$$

Donde:

- V_t : Flujos de caja en cada periodo t .
- I_0 : Valor del desembolso inicial de la inversión.
- n : Número de períodos considerado.
- k : Tipo de interés.

Si el proyecto no tiene riesgo, se tomará como referencia el tipo de la renta fija, de tal manera que con el VAN se estimará si la inversión es mejor que invertir en algo seguro, sin riesgo específico.

Ahora veremos la hoja de Excel en la cual calculamos estos valores:

Año	Produccion anual (kWh)	Precio kWh (€)	Ahorros anuales	Mantenimiento (€)	Flujo de caja no actualizado	VAN
Inversión inicial					-11797.75	
1	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-5.808.37 €
2	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-5.093.86 €
3	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-4.400.16 €
4	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-3.726.67 €
5	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-3.072.79 €
6	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-2.437.96 €
7	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-1.821.62 €
8	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-1.223.22 €
9	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-642.26 €
10	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-78.22 €
11	5120	0.1627	833.024	75	758.024	469.39 €
12	5120	0.1627	833.024	75	758.024	1.001.05 €
13	5120	0.1627	833.024	75	758.024	1.517.23 €
14	5120	0.1627	833.024	75	758.024	2.018.37 €
15	5120	0.1627	833.024	75	758.024	2.504.92 €
16	5120	0.1627	833.024	75	758.024	2.977.30 €
17	5120	0.1627	833.024	75	758.024	3.435.91 €
18	5120	0.1627	833.024	75	758.024	3.881.17 €
19	5120	0.1627	833.024	75	758.024	4.313.46 €
20	5120	0.1627	833.024	75	758.024	4.733.16 €
21	5120	0.1627	833.024	75	758.024	5.140.64 €
22	5120	0.1627	833.024	75	758.024	5.536.25 €
23	5120	0.1627	833.024	75	758.024	5.920.33 €
24	5120	0.1627	833.024	75	758.024	6.293.23 €
25	5120	0.1627	833.024	75	758.024	6.655.26 €

Ilustración 35: Tabla ilustrativa VAN

En la tabla anterior se puede observar como a partir del año 11 el VAN es positivo, por tanto, la instalación en este momento ya es viable, cosa que nos favorece ya que, como se observa la previsión y el estudio está realizada para 25 años, que es la vida útil de los módulos solares. Por tanto, desde el año 12 la instalación es viable

9.2.2 TIR

El TIR por definición es la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión, y que implica por cierto el supuesto de una oportunidad para "reinvertir". En resumen, el porcentaje de beneficios o de pérdidas que tiene una inversión. Veamos el cálculo del TIR acompañado de la tabla anterior.

Año	Produccion anual (kWh)	Precio kWh (€)	Ahorros anuales	Mantenimiento (€)	Flujo de caja no actualizado	VAN	TIR
Inversión inicial					-11797.75		
1	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-5.808.37 €	-94%
2	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-5.093.86 €	-71%
3	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-4.400.16 €	-52%
4	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-3.726.67 €	-39%
5	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-3.072.79 €	-29%
6	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-2.437.96 €	-22%
7	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-1.821.62 €	-17%
8	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-1.223.22 €	-13%
9	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-642.26 €	-10%
10	5120	0.1627	833.024	75	758.024	-78.22 €	-7%
11	5120	0.1627	833.024	75	758.024	469.39 €	-5%
12	5120	0.1627	833.024	75	758.024	1.001.05 €	-4%
13	5120	0.1627	833.024	75	758.024	1.517.23 €	-2%
14	5120	0.1627	833.024	75	758.024	2.018.37 €	-1%
15	5120	0.1627	833.024	75	758.024	2.504.92 €	0%
16	5120	0.1627	833.024	75	758.024	2.977.30 €	0%
17	5120	0.1627	833.024	75	758.024	3.435.91 €	1%
18	5120	0.1627	833.024	75	758.024	3.881.17 €	2%
19	5120	0.1627	833.024	75	758.024	4.313.46 €	2%
20	5120	0.1627	833.024	75	758.024	4.733.16 €	3%
21	5120	0.1627	833.024	75	758.024	5.140.64 €	3%
22	5120	0.1627	833.024	75	758.024	5.536.25 €	3%
23	5120	0.1627	833.024	75	758.024	5.920.33 €	4%
24	5120	0.1627	833.024	75	758.024	6.293.23 €	4%
25	5120	0.1627	833.024	75	758.024	6.655.26 €	4%

En la tabla observamos que el TIR se convierte en 0% en el año 15 y termina el periodo de amortización el año 25 en un valor del 4%.

Esta diferencia entre el VAN y el TIR se debe a lo comentado anteriormente. La instalación fotovoltaica está asumiendo todo el costo de la instalación tanto térmica como fotovoltaica. Aun así, terminamos con un TIR positivo por tanto la inversión será rentable a lo largo de los 25 años.

10. Planos

Anexo II

11. Fichas técnicas

Anexo II

ANEXO I

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 01_ ACUM Capítulo 1, ACS				
PIFE.1eb	u Acum c/serp 300l c/prot cat			
		1.00	1,149.99	1,149.99
PIMC.1a	u Captador solar, marca Cablemat Solar, modelo CS2S			
		1.00	567.00	567.00
PIFE.1ea	u Acum c/serp 300l			
		1.00	1,306.40	1,306.40
MOOF12a	h Peón fontanería			
		20.00	11.02	220.40
PIME.2a	u Est met sup hrz 1 capt			
		1.00	145.00	145.00
PIMH.9a	u Est sol bomb 2 sondas			
		1.00	560.00	560.00
PIMB.1b	u Bomba Wilo-Star-ZD 25/6			
		1.00	159.00	159.00
PIFC.5cbad	m Tb Cu ø14mm desn rolo 50%acc			
		20.00	4.43	88.60
MOOF.8a	h Oficial 1ª fontanería			
		20.00	13.44	268.80
TOTAL CAPÍTULO 01_ ACUM Capítulo 1, ACS				4,465.19

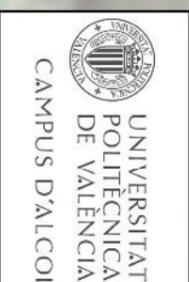
PRESUPUESTO Y MEDICIONES

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO 02_CAPT Capítulo 2, Fotovoltaica				
MOOE12a	h Peón electricidad			
		36.00	11.02	396.72
MOOE.8a	h Oficial 1ª electricidad			
		36.00	13.44	483.84
PINE.1a	u Estructura soporte			
		4.00	146.00	584.00
PINM.2d	u Mod fotovoltaico policrst 275 Wp			
		14.00	127.00	1,778.00
0001	u Materiales auxiliares			
		10.00	74.40	744.00
PINN.2cb	u Invr monof red 4000 W ext			
		1.00	3,346.00	3,346.00
TOTAL CAPÍTULO 02_CAPT Capítulo 2, Fotovoltaica.....				7,332.56
TOTAL				11,797.75

ANEXO II



PARCELA



PROYECTO:
 ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO
 ELÉCTRICO MEDIANTE ENERGÍA FOTOVOLTAICA, SISTEMA ACS, Y
 CLIMATIZACIÓN CON ENERGÍA GEOTÉRMICA, DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR.

11 JULIO:

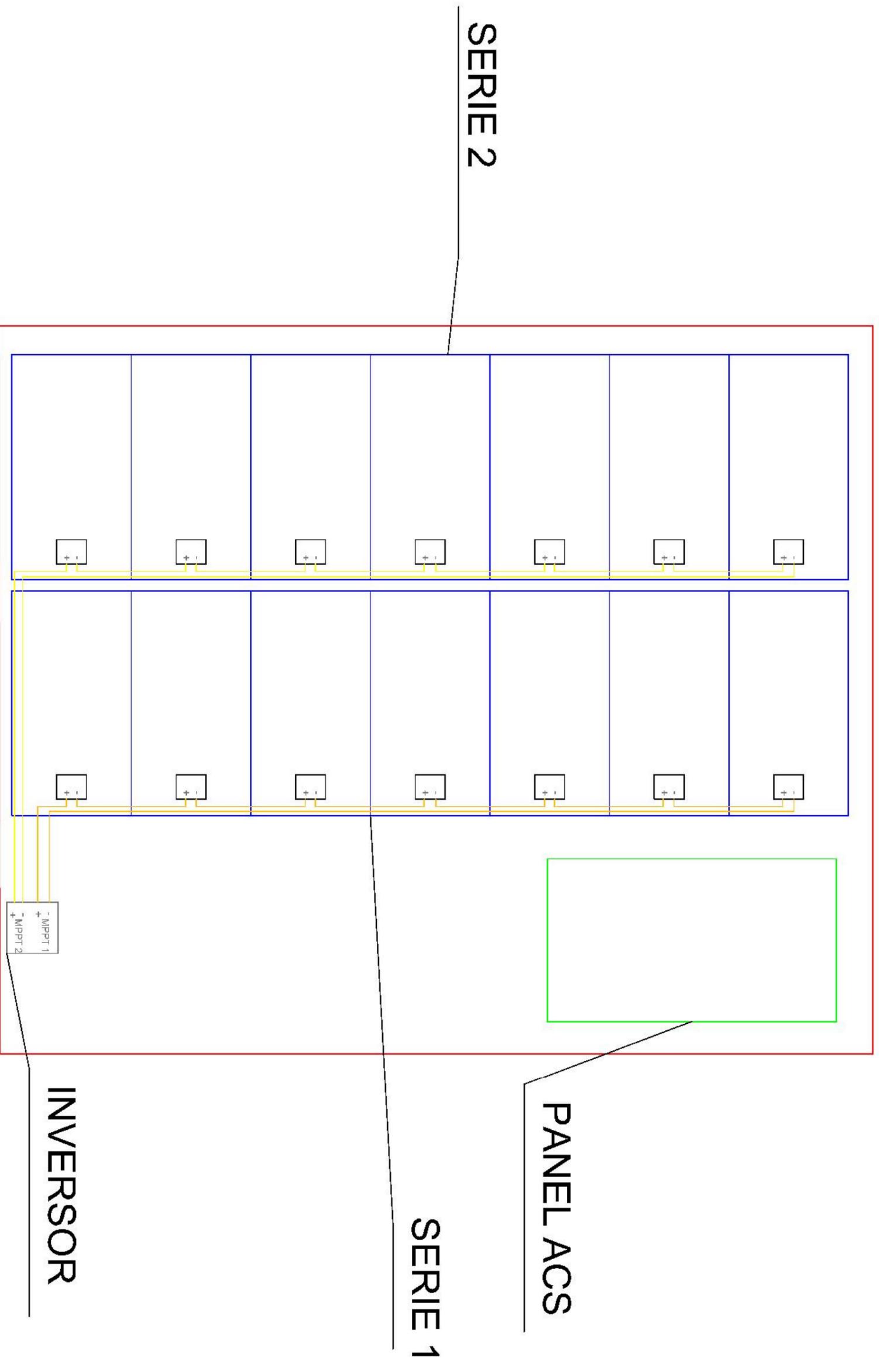
EMPLAZAMIENTO PROYECTO

PLANO Nº:
2

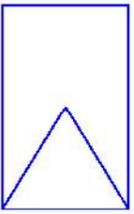
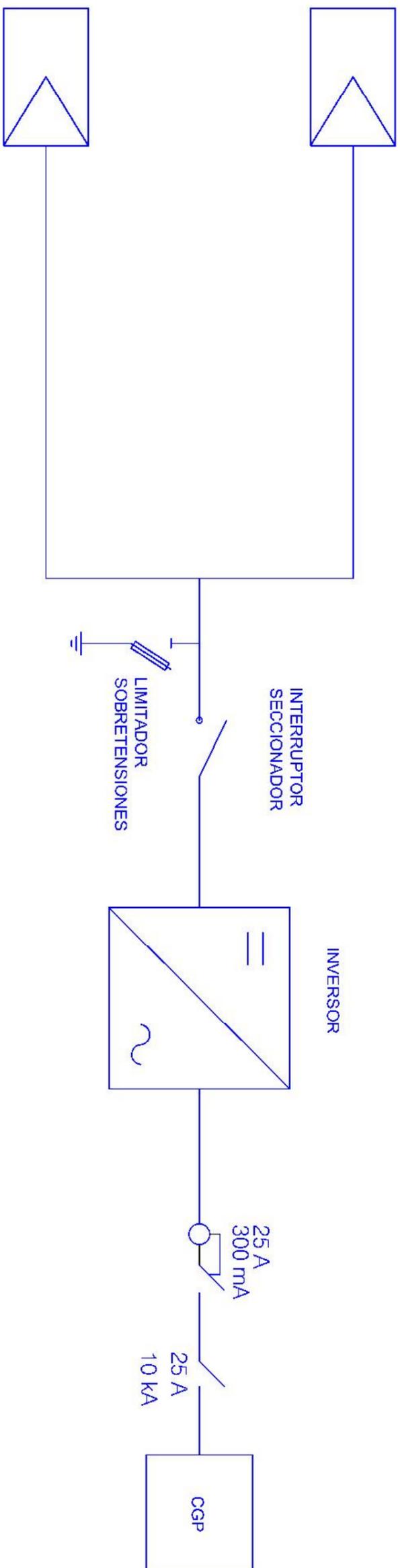
ESCALA:
S/E

FECHA:
20190725_001

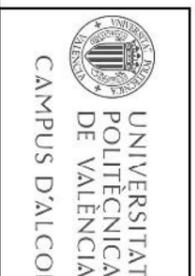
FECHA:
JULIO 2019



PROYECTO: ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO ELÉCTRICO MEDIANTE ENERGÍA FOTOVOLTAICA, SISTEMA ACS, Y CLIMATIZACIÓN CON ENERGÍA GEOTÉRMICA, DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR.		PLANO Nº: 3
11 JULIO: DISTRIBUCIÓN DE PANELES	ESCALA: S/E	FECHA: JULIO 2019
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA CAMPUS D'ALCOI		FECHA: JULIO 2019
PROYECTO: ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO ELÉCTRICO MEDIANTE ENERGÍA FOTOVOLTAICA, SISTEMA ACS, Y CLIMATIZACIÓN CON ENERGÍA GEOTÉRMICA, DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR.		FECHA: JULIO 2019

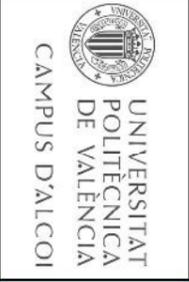
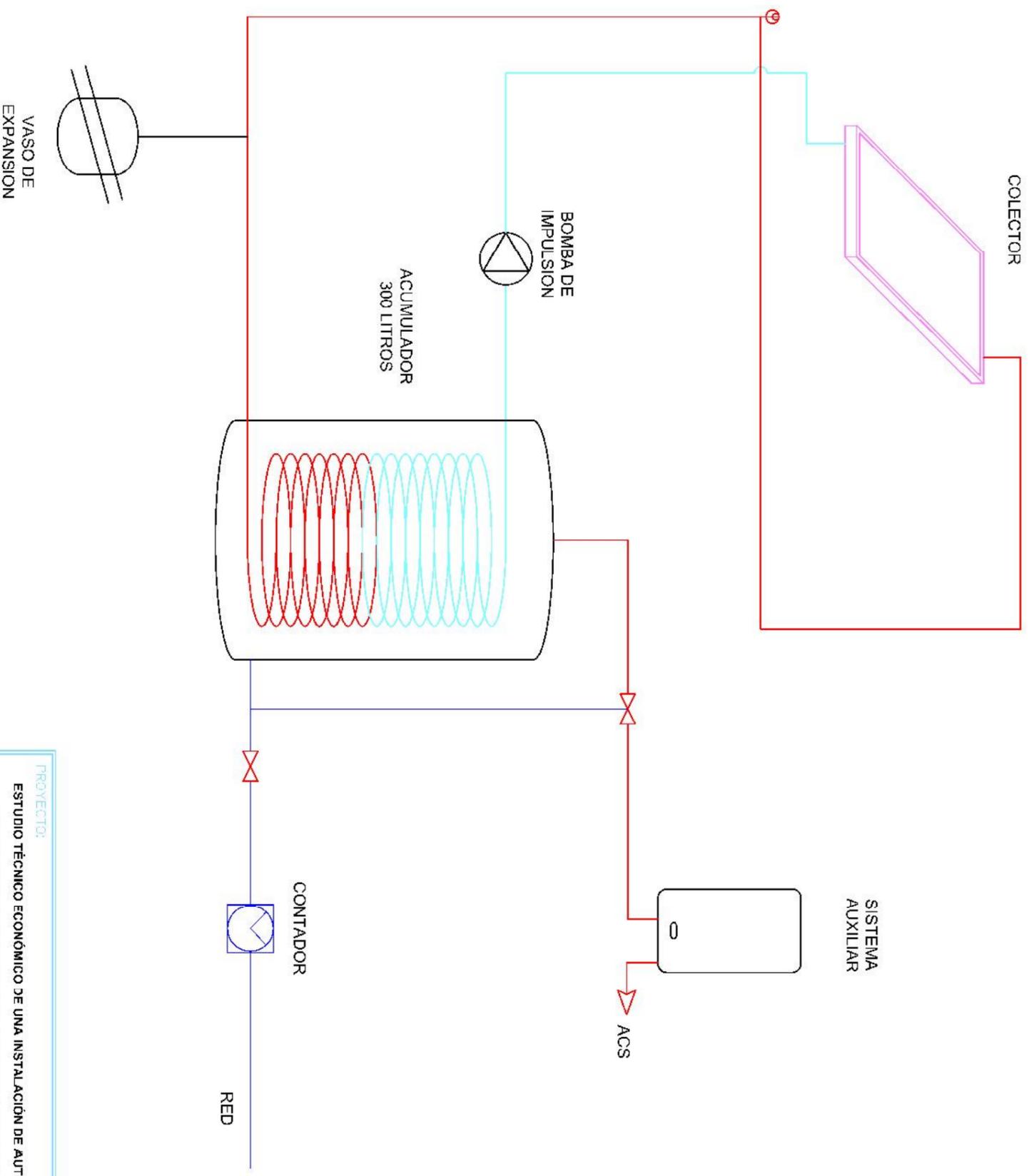


SERIE DE 7 PANELES FOTOVOLTAICOS DE 275 W



PROYECTO:	ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO ELÉCTRICO MEDIANTE ENERGÍA FOTOVOLTAICA, SISTEMA ACS, Y CLIMATIZACIÓN CON ENERGÍA GEOTÉRMICA, DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR.
PLANO Nº:	4
ESCALA:	S/E
FECHA:	20190725_001
JULIO 2019	

FECHA:	20190725_001
JULIO 2019	



PROYECTO:
 ESTUDIO TÉCNICO ECONÓMICO DE UNA INSTALACIÓN DE AUTOCONSUMO
 ELÉCTRICO MEDIANTE ENERGÍA FOTOVOLTAICA, SISTEMA ACS, Y
 CLIMATIZACIÓN CON ENERGÍA GEOTÉRMICA, DE UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR.

11 JULIO

SISTEMA ACS

PLANO Nº:

5

ESCALA:

S/E

FECHA:

20190725_001

FECHA:

JULIO 2019

ANEXO III

Smart Energy Center



reddot award 2016
winner

Higher Revenue

- High efficiency inverter topology
- Max. efficiency 98.6%
- European weighted efficiency 98.0%

Simple & Easy

- 10.6kg, allows one person simple installation
- Optimized AC connector for quick wiring
- Supports one-click inverter configuration

Battery Ready

- Integrated Plug & Play energy storage interface

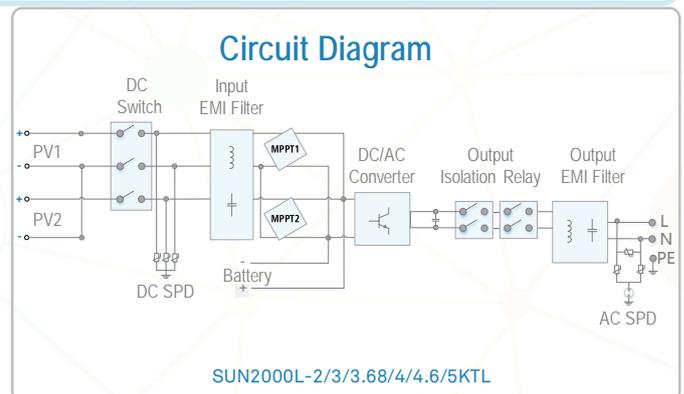
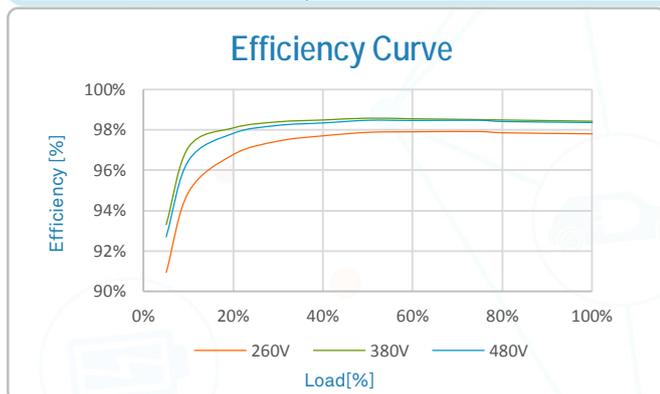
Safe & Reliable

- IP65, natural convection
- Integrated lightning protection for both DC and AC
- Zero export function with smart power sensor

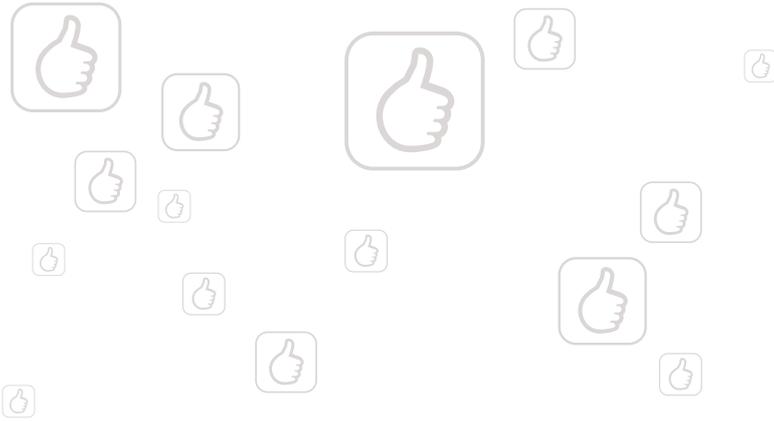
SUN2000L-2/3/3.68/4/4.6/5KTL

Technical Specification	SUN2000L-2KTL	SUN2000L-3KTL	SUN2000L-3.68KTL	SUN2000L-4KTL	SUN2000L-4.6KTL	SUN2000L-5KTL
Efficiency						
Max. efficiency	98.4 %	98.5 %	98.5 %	98.6 %	98.6 %	98.6 %
European weighted efficiency	97.0 %	97.6 %	97.8 %	97.9 %	98.0 %	98.0 %
Input						
Recommended max. PV power	3,000 Wp	4,500 Wp	5,520 Wp	6,000 Wp	6,900 Wp	7,500 Wp
Max. input voltage	600 V / 495 V ¹					
Operating voltage range ¹	90 V ~ 600 V / 90 V ~ 495 V ¹					
Start-up voltage	120 V					
Full power MPPT voltage range	120 V ~ 480 V	160 V ~ 480 V	190 V ~ 480 V	210 V ~ 480 V	260 V ~ 480 V	260 V ~ 480 V
Rated input voltage	380 V					
Max. input current per MPPT	11 A					
Max. short-circuit current	15 A					
Number of MPP trackers	2					
Max. number of inputs per MPPT	1					
Output						
Grid connection	Single phase					
Rated output power	2,000 W	3,000 W	3,680 W	4,000 W	4,600 W	5,000 W ²
Max. apparent power	2,200 VA	3,300 VA	3,680 VA	4,400 VA	5,000 VA ³	5,500 VA ⁴
Rated output voltage	220 V / 230 V / 240 V					
Rated AC grid frequency	50 Hz / 60 Hz					
Max. output current	10 A	15 A	16 A	20 A	23 A ⁵	25 A ⁵
Adjustable power factor	0.8 leading ... 0.8 lagging					
Max. total harmonic distortion	≤ 3 %					
Protection						
Anti-Islanding protection	Yes					
DC reverse polarity protection	Yes					
Insulation monitoring	Yes					
DC lightning protection	Yes					
AC lightning protection	Yes					
Residual current monitoring	Yes					
AC overcurrent protection	Yes					
AC short-circuit protection	Yes					
AC overvoltage protection	Yes					
Over-heat protection	Yes					
General Data						
Operating temperature range	-30 ~ +60 °C (Derating above 45°C @ Rated output power)					
Relative operating humidity	0 %RH ~ 100 %RH					
Operating altitude	0 - 4,000 m (Derating above 2,000 m)					
Cooling	Natural convection					
Display	LED indicators					
Communication	RS485, WLAN					
Weight (incl. mounting bracket)	10.6 kg (23.4 lb)					
Dimension (incl. mounting bracket)	375 * 375 * 161.5 mm (14.8 * 14.8 * 6.4 inch)					
Degree of protection	IP65					
Battery Compatibility						
Battery	LG Chem RESU 7H_R / 10H_R					
Voltage range	350 ~ 450 Vdc					
Max. current	10 A					
Communication	RS485					
Standard Compliance (more available upon request)						
Safety	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2					
Grid connection standards	G83/2, G59/3, EN 50438, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, UTE C 15-712-1, AS 4777, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, NRS 097-2-1, DEWA 2016					

The text and figures reflect the current technical state at the time of printing. Subject to technical changes. Errors and omissions excepted. Huawei assumes no liability for mistakes or printing errors. For more information, please visit solar.huawei.com. Version No.:01-(20181001)



*1. Only applicable for PV string. The maximum input voltage and operating voltage upper limit will be reduced to 495 V when inverter connects and works with LG battery.
 *2. AS4777:4990W. *3. VDE-AR-N 4105:4600VA / AS4777:4990VA. *4. AS4777:4990VA. *5. AS4777:21.7A.



Optimum *new range*

Solar module (60 cells 6")

A-xxxP GS (265/270/275 W)



- **Optimize your instalations.**
- High module **efficiency** and stable power output based on leading process technology.
- **Outstanding electrical performance** under high-temperature conditions or low-irradiance conditions.
- Ease of installations due to the **innovative engineering design.**
- **Rigorous quality control** meets the highest international standard.
- **Warranty, 10-year** workmanship and **25-year** performance (80% power output).





A-xxxP GS (xxx = rated power)

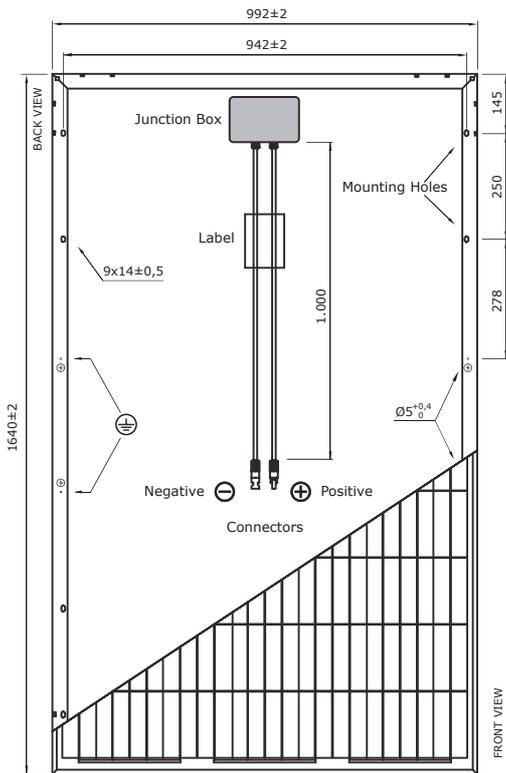
Electrical characteristics	A-265P GS	A-270P GS	A-275P GS
Maximum Power (Pmax)	265 W	270 W	275 W
Maximum Power Voltage (Vmp)	31.18 V	31.69 V	32.20 V
Maximum Power Current (Imp)	8.50 A	8.52 A	8.54 A
Open Current Voltage (Voc)	38.03 V	38.43 V	38.83 V
Short Circuit Current (Isc)	9.06 A	9.09 A	9.12 A
Module Efficiency (%)	16.29	16.60	16.90
Power Tolerance (W)		0/+3	
Maximum Series Fuse Ratings (A)		15	
Maximum System Voltage (TUV)		DC 1000 V	
Normal Operating Cell Temperature (°C)		45±2	

Electrical characteristics tested at Standard Test Conditions (STC), defined as: Irradiance of 1000 w/m², spectrum AM 1.5 and temperature of 25 °C. Tolerance measures STC: ±3% (Pmp); ±10% (Isc, Voc, Imp, Vmp).

Mechanical specifications	
Dimensions (± 2 mm.)	1640x992x35 mm
Weight (± 0.5 kg)	19.3 kg
Max. static load, front (snow & wind)	5400 Pa
Max. static load, back (wind)	2400 Pa
Max. hailstone impact (diameter/velocity)	25 mm / 23 m/s

Construction materials	
Front cover (material /type/thickness)	Tempered Glass,High Transmission/Low Iron/3.2 mm
Cell (quantity/type/dimensions)	60 cells (6x10)/polycrystalline /156 x 156 mm
Frame (material/color)	Anodized aluminium alloy /silver
Junction box (protection degree)	IP67
Cable (length/cross-section area)/Connector	1.000 mm / 4 mm ² / Combinable MC4

Panel construction generic view



The drawing is not to scale

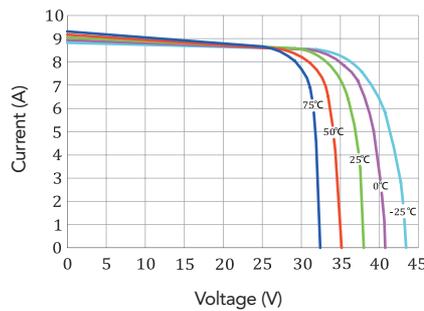
Temperature characteristics

Temp. Coeff. of Isc (TK Isc)	0.06% /°C
Temp. Coeff. of Voc (TK Voc)	-0.32% /°C
Temp. Coeff. of Pmax (TK Pmax)	-0.42% /°C
Operating Temperature	-40 to +85 °C
Storage Temperature	-20 to +40 °C

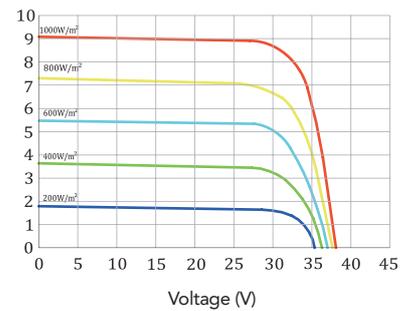
Packaging

Modules/pallet	30 pcs
Pallets/container 40' HQ	28 pallets
Modules/container 40' HQ	840 pcs
Pallets/container 20'	10 pallets
Modules/container 20'	300 pcs

Various Temperature (A-265P GS)



Various Irradiance (A-265P GS)



NB: The data contained in this documentation are subject to modification without prior notification.



Solar Térmica

CAPTADORES

CAPTADOR CS2S

La nueva gama está caracterizada por su mayor eficiencia y presentar un mejor acabado y cuidada estética, con un cajón enteramente de aluminio, y un menor peso. Incluye los racores de unión soldados y sin piezas sueltas, lo que facilita la unión entre captadores.

Como soporte de nuestros captadores, estructuras diseñadas para baterías de hasta seis captadores tanto para terraza plana como para cubierta inclinada. La nueva gama mejora su configuración y peso para facilitar el transporte, la manipulación, y el montaje.

Información Técnica de Producto

- **Absorbedor:** formado por un emparrillado de tubos de cobre con aletas de cobre soldadas por ultrasonidos y soldados a dos tubos colectores superior e inferior. La unión entre tubos está realizada por soldadura fuerte por capilaridad con aportación de material de alto punto de fusión. La unión de las aletas y los tubos está realizada mediante soldadura por ultrasonidos.

El tratamiento superficial que se le aplica a las aletas del absorbedor es del tipo selectivo.

- **Cubierta transparente:** vidrio templado extraclaro de 3,2 mm de espesor, con bajo contenido en hierro y transmisividad superior al 90%.

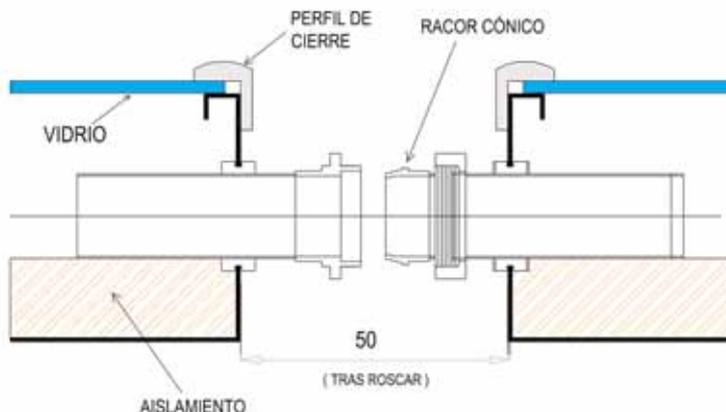
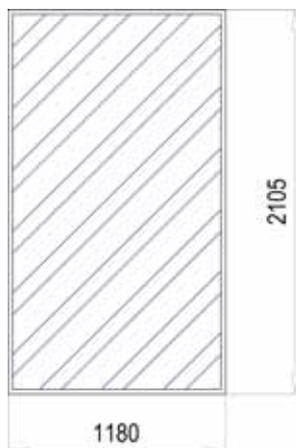
- **Carcasa:** formada por un cofre de aluminio, con pliegues en los bordes y esquineras de cierre que aseguran la estanqueidad del conjunto

- **Aislamiento:** lana de roca semirígida de 40 mm. de espesor.

- **Conexiones:** la unión entre captadores se realiza mediante un enlace cónico de 3 piezas, incorporado al panel y preparado para unirse sin juntas ni teflón.

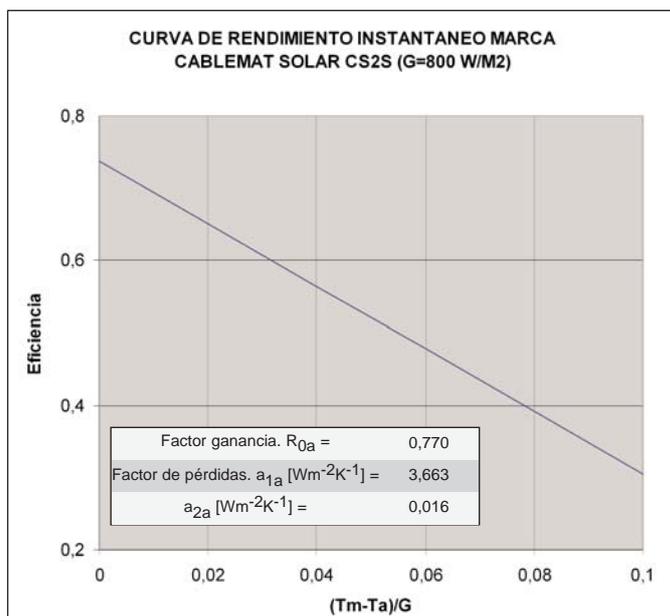


En el siguiente esquem se muestran las **dimensiones** principales del captador (el grosor de los captadores es de 82 mm y la distancia entre los captadores montados es de 50mm):

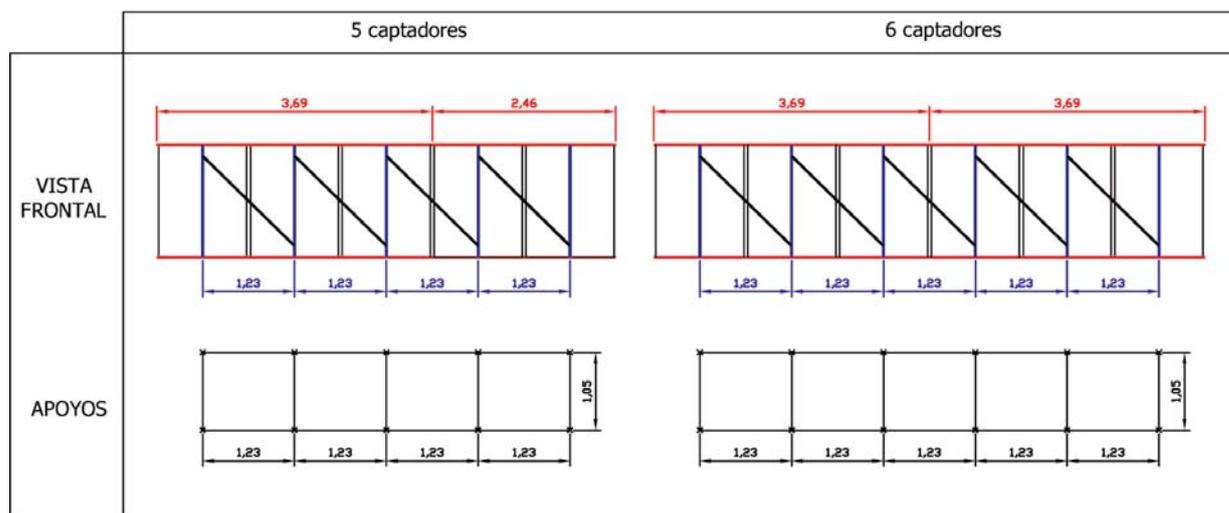
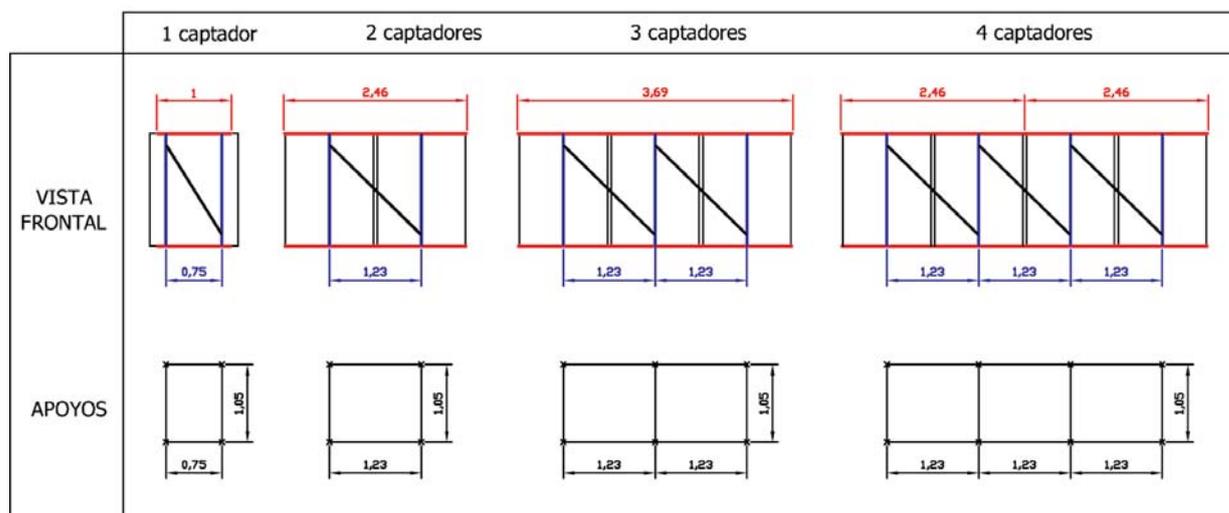


Solar Térmica

CAPTADORES



captador CS2S	
Dimensiones (mm.)	2.105*1180*82
Superficie bruta (m2)	2,5
Superficie útil (m2)	2,4
Peso en vacío (kg)	37
Capacidad de fluido (litros)	1,27
Factor de ganancia	""
Factor de pérdidas	""
Cubierta Vidrio templado	3,2 mm.
Absorbedor	General Parrilla de cobre con canales de d8 y colector de d18
Nº canales	10
Tratamiento	Selectivo Bluetec
Carcasa	Aluminio
Aislamiento	Lana de roca semirígida de 35 mm.
Conexión entre captadores	Mediante racor de 3 piezas soldado al panel



CABLEMAT SOLAR BARCELONA
 C/ Almogàvers 141 (nave)
 08018 Barcelona
 Tel 93 309 66 66
 Fax 93 309 98 99

CABLEMAT SOLAR MADRID
 C/ Empleo, 39 (nave)
 28906 Getafe
 Tel 91 552 80 91
 Fax 91 552 10 25

cablemat solar

FlowSol® B/B HE

– Grupo de bombeo de dos ramales



- ✓ Regulador incorporado DeltaSol® BX, DeltaSol® BS, DeltaSol® CS o DeltaSol® SL
- ✓ Bomba integrada: estándar o de alta eficiencia energética (sólo en la FlowSol® B HE)
- ✓ Válvulas de llenado y vaciado
- ✓ Grupo de seguridad con conexión para el vaso de expansión de membrana, válvula de seguridad y manómetro
- ✓ Soporte mural con material de fijación
- ✓ Separador de aire para purgar manualmente el sistema

El FlowSol® B/B HE es un grupo de bombeo premontado de doble ramal que contiene todos los componentes hidráulicos esenciales para hacer funcionar un sistema solar térmico, y es especialmente fácil de instalar.

El grupo de bombeo está disponible en numerosas combinaciones de cuatro diferentes familias de reguladores y cuatro bombas distintas.



Datos técnicos

Bomba de circulación: FlowSol® B: Wilo ST 15/6 ECO o ST 15/7 ECO
FlowSol® B HE: Wilo Yonos PARA ST 15/7.0-PWM2 (consumo de energía de la bomba ErP: 23 W)

Válvula de seguridad: 6 bares

Manómetro: 0 ... 10 bar

Caudalímetro: 1 ... 13 l/min

Válvulas de retención: presión de apertura de 20 mbares, desbloqueables

Conexión para el vaso de expansión de membrana:

rosca exterior 3/4", junta plana

Salida de la válvula de seguridad: rosca interior 3/4"

Conexiones para las tuberías: rosca interior 3/4"

Máxima temperatura admisible (impulsión/retorno): 120 °C/95 °C

Máxima presión admisible: 6 bar

Fluido: agua con máx. 50 % de propilenglicol

Dimensiones: aprox. 481 x 320 x 190 mm (con aislante)

Distancia entre ejes: 100 mm

Distancia eje – pared: 67 mm

Material: Valvulería: latón

Juntas: AFM 34

Aislamiento: espuma de EPP

¡Disponible también con una bomba Grundfos!



El FlowSol® B/B HE viene equipado con una carcasa aislante que ofrece un innovador panel con bisagras para el regulador, permitiendo así un rápido y fácil acceso a los componentes hidráulicos sin tener que desmontar el regulador.

Datos ErP

Regulador:	CS/2	CS/4	CS Plus	BX	BX Plus	SL	SLL	SLT (LAN)
Standby [W]	0,57	0,59	0,59	0,58	0,76	0,69	0,66	0,71 (1,43)
Consumo de electricidad auxiliar [kWh/a]								
Wilo Yonos PARA ST 15/7.0-PWM2	50,0	50,2	50,2	50,1	52,6	51,0	50,8	51,2 (57,5)

Accesorios



Estación de lavado y llenado SBS 2000

La estación SBS 2000 ha sido específicamente diseñada para lavar y llenar profesionalmente sistemas solares térmicos y de calefacción. Muchos detalles bien pensados facilitan su transporte, manejo y limpieza, y su atractivo diseño lo convierte en el compañero ideal para un rendimiento profesional.

Fluidos térmicos

Nuestra gama de productos incluye varios fluidos térmicos para el uso en diversos ámbitos y disponibles concentrados o como mezclas acabadas.

Kit de conexión del vaso de expansión a membrana

Soporte mural con tornillos y tacos, tubo en espiral de acero inoxidable (0,5 m) y racor 3/4". Incluye un acople de válvula para un control rápido y preciso sin tener que purgar completamente el sistema de calefacción solar o convencional.

Referencia: **280 004 60**

Manguera de vaciado ALSI5

Manguera de 1,5 m para conectar una válvula de seguridad a la estación FlowSol® B HE.

Referencia: **280 004 92**



- ✓ Termómetro de agujas en impulsión y retorno
- ✓ Grupo de seguridad
- ✓ Manómetro
- ✓ Bomba de alta eficiencia energética
- ✓ Caudalímetro
- ✓ Separador de aire

¿Le ha quedado alguna duda por resolver? Nosotros tenemos las respuestas:

© RESOL – Elektronische Regelungen GmbH ■ info@resol-espana.com ■ www.resol-espana.com