



industriales
etsii

Escuela Técnica
Superior
de Ingeniería
Industrial

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CARTAGENA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial

Vivienda unifamiliar cero emisiones de CO₂

TRABAJO FIN DE GRADO

GRADO EN INGENIERÍA ELÉCTRICA

Autor: María Dolores Ibáñez Fernández

Director: D. Juan Martínez Tudela



Universidad
Politécnica
de Cartagena

Cartagena, Octubre de 2016

Índice

- 1. Antecedentes.**
- 2. Objeto del Proyecto**
- 3. Emplazamiento de la vivienda**
- 4. Datos generales de la vivienda**
- 5. Características constructivas de la vivienda**
 - 5.1. Encuentro con el terreno**
 - 5.2. Fachadas**
 - 5.3. Cubiertas**
 - 5.4. Particiones y Revestimientos**
- 6. Estudio de la Eficiencia Energética**
 - 6.1. Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación (CTE)**
- 7. Certificación Energética de la Vivienda en estudio**
- 8. Estimación del consumo de la Instalación de Climatización**
 - 8.1. Instalación de Climatización Centralizada por rejillas**
- 9. Cálculo de la Instalación Solar Térmica**
 - 9.1. Pérdidas por orientación e inclinación**
 - 9.2. Configuración del Sistema**

- 9.3. *Cálculo de la Demanda*
- 9.4. *Zona climática*
- 9.5. *Disposición de los módulos*
- 9.6. *Pérdidas por sombras*
- 9.7. *Distancia mínima entre captadores*

10. Cálculo instalación Solar Fotovoltaica

- 10.1. *Irradiación solar mensual*
- 10.2. *Inclinación y orientación de los módulos fotovoltaicos*
 - 10.2.1. *Horas pico seleccionadas*
 - 10.2.2. *Elección del panel fotovoltaico y cálculo del número de paneles a utilizar*
 - 10.2.3. *Tipo de acumulador y características*
 - 10.2.4. *Energía consumida por el panel fotovoltaico*
 - 10.2.5. *Número de paneles fotovoltaicos en serie*
 - 10.2.6. *Número de paneles fotovoltaicos en paralelo*
 - 10.2.7. *Número de paneles seleccionados*
 - 10.2.8. *Capacidad del Acumulador*
- 10.3. *Reguladores*
 - 10.3.1. *Número de Reguladores*
- 10.4. *Inversores*
- 10.5. *Esquema unifilar de la Instalación*

11. Instalación de Agua Caliente Sanitaria (ACS)

11.1. Descripción de la Instalación

11.2. Datos de partida

10.2.2. Datos condiciones climáticas

11.3. Carga de consumo

11.4. Superficie de captación y volumen de Acumulación

11.5. Fluido caloportador

11.6. Campo de captadores

11.7. Acumulación de Calor Solar

11.8. Sistema de Intercambio

11.9. Circuito Hidráulico

11.10. Sistema de Energía Convencional

11.11. Regulador Solar y Sistema Eléctrico

11.12. Caldera de Biomasa

12. Cálculo de la Sección del Conductor

12.1. Cálculo de la Sección mediante el criterio de Calentamiento

12.2. Cálculo de la Sección mediante el criterio de Corrientes de Cortocircuito

12.3. Cálculo de la Sección mediante el criterio de la Caída de Tensión.

12.4. Cálculo de la Sección de la Instalación Fotovoltaica

12.4.1. Cálculo de la Sección mediante el criterio de Calentamiento.

12.4.2. Cálculo de la Sección mediante el criterio de Corrientes de Cortocircuito.

12.4.3. Cálculo de la Sección mediante el criterio de la Caída de Tensión.

12.4.4. Cálculo de protecciones en Instalación Fotovoltaica.

13. Presupuesto de la Instalación

13.1. Instalación de ACS (Agua Caliente Sanitaria)

13.2. Instalación Solar Fotovoltaica

13.3. Instalación de Climatización

13.4. Instalación Eléctrica

13.5. Resumen Presupuesto Total

14. Bibliografía

Anexos

Anexo I. Listado de Figuras y Tablas empleadas

Anexo II. Planos

Anexo III. Certificado de Eficiencia Energética

1. Antecedentes

El mundo se ha desarrollado basándose en la obtención de energía procedente de los combustibles fósiles. A partir de la revolución industrial a finales del siglo XVIII, el consumo de energía se incrementa exponencialmente, siendo inicialmente el carbón y el gas los más usados.

Los factores que han influido más en el aumento de la demanda energética han sido entre otros, el crecimiento demográfico que ha sufrido el planeta, a su vez, el crecimiento del nivel de confort demandado por la sociedad, lo que conlleva un aumento de la demanda y entre otros, el incremento de la incorporación del petróleo como combustible en el desarrollo de los diferentes ámbitos de la industria.

En el año 1973, con la Crisis del Petróleo, se produce una mayor conciencia sobre el futuro agotamiento de los recursos naturales y comienza la búsqueda de fuentes de energía alternativas, lo que conlleva el auge de las centrales nucleares. Sigue aumentando la demanda de energía, ayudado por las deforestaciones y accidentes nucleares, hacen que aparezca el concepto de la sostenibilidad.

El origen del concepto de **sostenibilidad** se sitúa en 1987, con el informe socio-económico Brundlant, elaborado para la ONU, donde se utiliza por primera vez el término **desarrollo sostenible**, definido como *“Satisfacer las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer las posibilidades de las del futuro para atender sus propias necesidades”*.

En la actualidad, empieza a ser común la conciencia sobre el ahorro de energía y el uso de fuentes de energías alternativas y consideradas más limpias, como energía solar, eólica, biomasa o hidráulica.

Centrándonos en la demanda energética de las edificaciones, en la UE el 40 % del consumo corresponde a los edificios. Esto representa unas emisiones de CO₂ a la atmósfera de unos 840 millones de toneladas. Por lo que, se puede afirmar que la eficiencia energética de los edificios es un factor clave para la sostenibilidad del planeta.

2. Objeto del proyecto

La Eficiencia Energética consiste en la reducción de consumo de energía, manteniendo los mismos servicios energéticos, sin disminuir el confort ni la calidad de vida, asegurando el abastecimiento de energía, protegiendo el medio ambiente y fomentando la sostenibilidad. Aunque normalmente nos referimos siempre a la energía eléctrica, por ser la más utilizada en la industria, la Eficiencia Energética puede aplicarse a todas las fuentes de energía utilizadas, como gasoil, gas, vapor, etc.

La Eficiencia Energética no consiste únicamente en poseer las últimas tecnologías, sino de saber emplear y administrar los recursos energéticos disponibles de un modo hábil y eficaz, lo que requiere desarrollar procesos de gestión de la energía.

En este proyecto, se realizará un análisis de cómo mejorar la eficiencia energética en una vivienda unifamiliar en el entorno de la utilización de energías renovables. Lo que se pretende, es reducir el consumo de la vivienda, mediante la aplicación de diferentes tipos de energías renovables.

Uno de los objetivos de este proyecto es mejorar el rendimiento en las instalaciones de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria e iluminación, mediante la aplicación de, por ejemplo, lámparas de bajo consumo y disponiendo de sistemas de control de la iluminación de la vivienda, adecuadas a factores atmosféricos, estación del año en la que nos encontremos, horas de sol, etc.

De esta forma, al proyectar y ejecutar estas instalaciones se consigue reducir el consumo energético de forma notable, así como reducir o incluso eliminar las emisiones de CO₂. Las energías renovables más empleadas en edificación son la energía solar térmica, la energía solar fotovoltaica, las calderas de biomasa para calefacción y agua caliente sanitaria, así como otros sistemas como la cogeneración o producción simultánea de calor y electricidad en un único proceso.

En el caso de edificios de una vivienda nueva, una de las propuestas más eficientes sería la implantación de una caldera de biomasa para la producción de agua caliente sanitaria y calefacción, con bomba de calor de alta eficiencia energética para refrigeración en verano (centralizadas las dos), de forma que se podrían conseguir grandes ahorros energéticos y una reducción de emisiones de CO₂ que podría llegar al 100% obteniéndose la mejor calificación energética, que es la A.

3. Emplazamiento de la Vivienda

La vivienda unifamiliar a estudiar se sitúa en el Monte Galeras, tal y como se indica en el documento de planos de situación y emplazamiento.

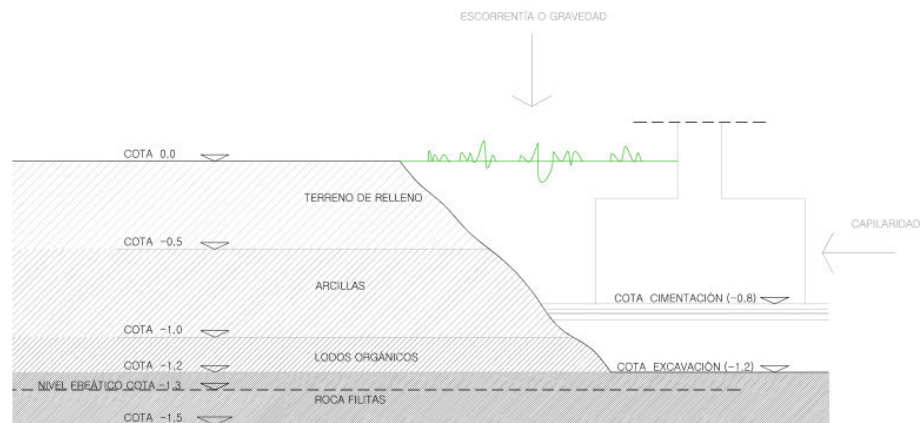
La altitud sobre el nivel del mar es de 120 metros y las coordenadas, Longitud: 1º 0' Oeste, latitud 37º 35' Norte.

4. Datos Generales de la Vivienda

- **Uso:** Vivienda Unifamiliar.
- **Ubicación:** Monte Galeras, Municipio de Cartagena (Región de Murcia).
- **Zona climática:** B3.
- **Horario:** 24 horas.
- **Nº de plantas:** 2.
- **Superficie útil:** 378 m².
- **Normativa de Construcción:** CTE (Código Técnico de la Edificación).

5. Características Constructivas del Edificio

La vivienda está situada en el Monte de Galeras, sobre un terreno con ligera pendiente, lo cual incrementa la sollicitación hidrostática de capilaridad, escorrentía o gravedad. Se diseña la colocación de una capa estanca y un sistema de drenaje para evacuar las aguas procedentes del terreno.



SOLICITACIONES HIDROSTÁTICAS Y CORTE
ESTATIGRÁFICO

Figura 1. Sollicitaciones Hidrostáticas y Corte Estratigráfico.

A continuación se describen los materiales empleados en las envolventes y acabados del edificio a construir.

5.1. Encuentro con el terreno

Se trata de un terreno compactado, en el cual se distinguen varias capas, como puede ser:

- **Capa de regulación**, compuesta por Mortero de cemento Portland M40-B, dosificación 1:6 de 3 cm de espesor.
- **Capa preparación capa estanca**: compuesta por lámina de Betón modificado de 3kg/m de masa, con fieltro de poliéster (LBM-30-FP).

- **Capa protectora:** compuesta por Mortero de cemento Portland M40-B, dosificación 1:6 de 3 cm de espesor.
- **Zapata de hormigón armado:** aislado de 60 cm de canto.
- **Correa de atado.**
- **Resina epoxídica:** aplicada con una brocha, una vez limpiada la superficie con un cepillo de púas para eliminar la junta de hormigonado.
- **Muro de hormigón perimetral.**
- **Forjado unidireccional autorresistente:** apoyado sobre el muro de hormigón, con capa de compresión reforzada con una malla electro soldada para absorber las retracciones.
- **Cámara sanitaria:** de 30 cm de espesor.
- **Base de Hormigón:** en masa de 60 cm de canto.
- **Sistema de Drenaje:** tuvo dren de diámetro 12 cm.
- **Geotextil.**
- **Relleno de grava:** de árido de río lavado, granulometría heterogénea de diámetro de 8 a 10 mm.
- **Terreno propio de la excavación:** compactación por tongadas de 15 a 20 cm aproximadamente.
- **Solera de hormigón armado:** 15 cm de espesor.
- **Capa de acabado:** baldosa cerámica colocada directamente sobre el soporte mediante mortero, la junta estará rellena con material de junteo y será de 1 cm de espesor.
- **Hueco para ventilación de cámara sanitaria:** por medio de un tubo de PVC de hormigón armado.

5.2. Fachadas

- **Vierteaguas cerámico**
- **Hoja exterior:** fabricada de ladrillo perforado de ½ pie (12 cm) con mortero de cemento Portland M40-B, dosificación 1:6.
- **Hoja interior:** fabricada de ladrillo
- **Cámara de aire:** 4 cm de espesor.
- **Aislamiento térmico.**
- **Lámina impermeable.**
- **Carpintería:** de acero inoxidable de doble hoja abatible con vidrio tipo climalit de 5 mm y cámara de aire.
- **Dintel prefabricado:** de hormigón armado.
- **Muro de hormigón armado:** con aditivos hidrófugos de 25 cm de espesor.
- **Pletina:** de acero galvanizado de 2 mm anclada al forjado mediante fijación mecánica.
- **Fibra de vidrio o mallatex.**

5.3. Cubiertas

- **Capa soporte de cubierta:** forjado unidireccional semirresistente de hormigón armado.
- **Maestra de ladrillo hueco doble:** tomado con mortero de cemento Portland M40-B, dosificación 1:6.
- **Junta de dilatación perimetral:** rellena con material elastomérico.

- **Fábrica de ladrillo perforado:** de ½ pie (12 cm) que actúa como antepecho de cubierta, tomado con mortero de cemento Portland M40-B, dosificación 1:6.
- **Rebosadero:** pieza prefabricada de PVC para facilitar la evacuación del agua.
- **Albardilla de coronación.**
- **Capa de Control Higrotérmico:** emulsión asfáltica colocada sobre el soporte bien impregnada.
- **Capa de formación de pendientes:** a base de hormigón aligerado con arlita.
- **Capa de regulación:** mortero de cemento M40-B, dosificación de 1:6, 2 cm de espesor.
- **Capa preparación del soporte:** imprimación asfáltica bituminosa.
- **Capa estanca:** membrana impermeable LBM40.
- **Capa de aislamiento térmico:** poliestireno expandido de 4 cm de espesor.
- **Soporte de la capa de protección:** pieza prefabricada EPDM.
- **Capa protectora:** film de polietileno de 100g/m².
- **Capa auxiliar drenante:** formada por una lámina HDPE y un geotextil adosado en ambas caras.
- **Desagüe prefabricado:** compuesto por una cazoleta de PVC.
- **Bajante de PVC:** de 20 mm de diámetro, unida al desagüe por debajo del forjado.
- **Capa de protección:** baldosa flotante de madera texa o similar, colocada sobre piezas EPDM y de dimensiones 50*50*30 mm.
- **Capa drenante:** grava de granulometría homogénea con un tamaño de árido entre 20 y 50 mm, de 5 cm de espesor.
- **Capa filtrante:** arena de río de granulometría continua con un tamaño máximo de árido de 5mm, de 3cm de espesor.

- **Extracto vegetal:** de 50 cm donde se plantarán arbustos de porte medio.
- **Pieza prefabricada:** de acero galvanizado de entrega a la fábrica de ladrillo.
- **Fábrica de ladrillo:** hueco doble colocado con mortero de cemento Portland M40-B, dosificación 1:6
- **Piezas de acabado:** de hormigón armado para recibir la rejilla.
- **Enlucido:** fratasado y bruñido de mortero de cemento de 1,5 cm de espesor.
- **Rejilla de PVC**
- **Cerco de perfil angular:** con anclajes a fábrica.

5.4. Particiones y Revestimientos

- **Revestimiento exterior:** mortero monocapa de 1,5 a 2 cm de espesor con acabado fino.
- **Revestimiento interior:** enlucido de yeso de 1,5 cm de espesor.
- **Capa de regulación:** a base de arena o gravilla fina de espesor inferior a 10 cm.
- **Capa de acabado:** solado cerámico tipo gres.
- **Rodapié cerámico:** fijado con cemento cola.
- **Capa estanca:** lámina impermeable LBM-30.
- **Capa de protección de la capa estanca:** mortero de cemento Portland de dosificación 1:6 de 3 cm de espesor.
- **Junta perimetral:** rellena con material elastomérico
- **Tabicón:** ladrillo hueco doble colocado con mortero de cemento Portland M40-B, dosificación 1:6. Entre la hilada superior del tabicón y el forjado, se dejará una holgura de 2 cm que se rellenará posteriormente con yeso.

- **Ladrillo hueco doble:** para la formación del peldaño.
- **Puerta abatible de madera.**
- **Hueco de escalera:** espacio a doble altura.

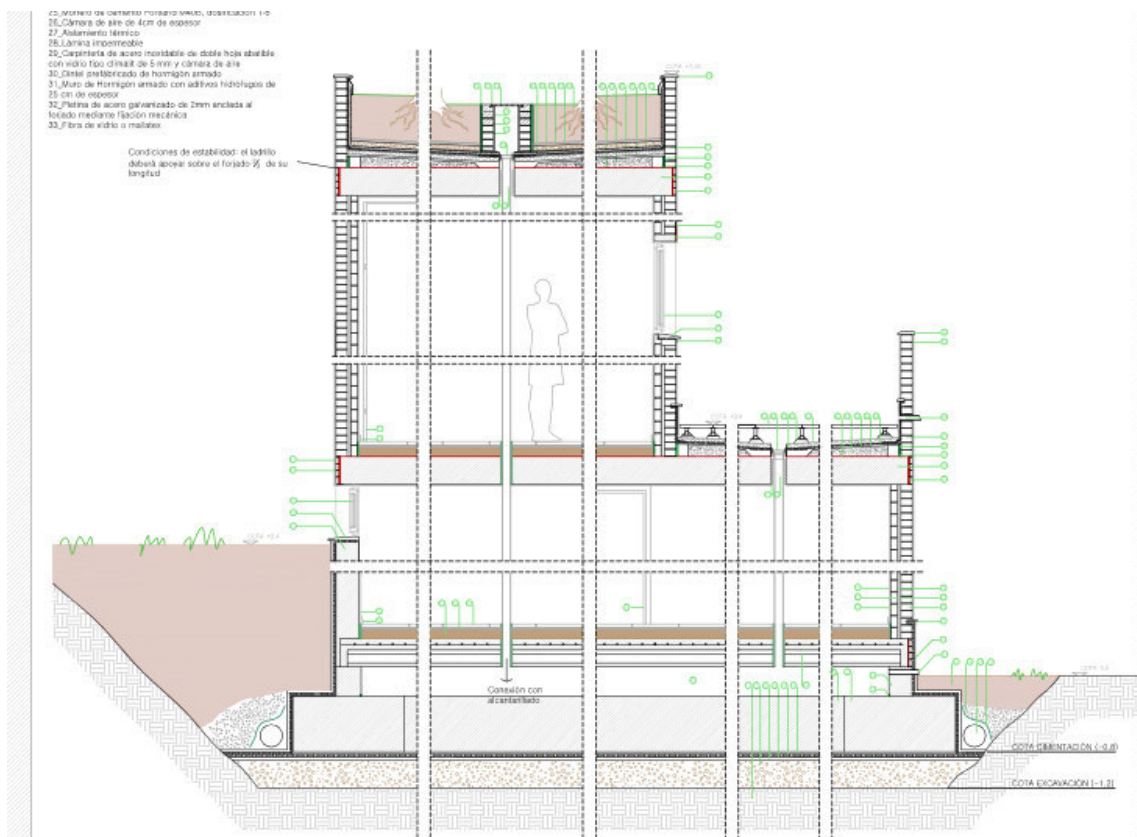


Figura 2. Descripción de los distintos elementos constructivos que conforman la vivienda.

6. Estudio de la Eficiencia Energética

6.1. Cumplimiento del CTE

Para realizar el estudio de la vivienda, una vez conocidos todos los elementos estructurales y los procesos constructivos de la misma, se comprueba si ésta cumple con el CTE, en concreto con el Documento Básico Ahorro de Energía, por lo que, se aplican las diferentes tablas y fórmulas del CTE para conocer el estado de la vivienda en cuestión.

En la Sección HE 0 Limitación del consumo energético, la cual se aplica en edificios de nueva construcción, se establece que **“el consumo energético de los edificios se limita en función de la zona climática de ubicación y del uso previsto”**.

Para establecer el consumo energético de energía primaria no renovable, el cual no debe superar un valor límite establecido, que viene dado por la siguiente expresión:

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + \frac{F_{ep,sup}}{S}$$

Donde:

$C_{ep,lim}$ es el valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y CS, expresada en kWh/m², considerada la superficie útil de los espacios habitables,

$C_{ep,base}$ es el valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, dependiente de la zona climática de invierno correspondiente a la ubicación del edificio, que toma los valores de la tabla 2.1, mostrada a continuación

S es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en m²

	Zona climática de invierno					
	α	A*	B*	C*	D	E
$C_{ep,base}$ [kW·h/m ² ·año]	40	40	45	50	60	70
$F_{ep,sup}$	1000	1000	1000	1500	3000	4000

Tabla 1. Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético

En este caso, el consumo energético de energía primaria límite, al tratarse de zona climática B3,

$$C_{ep,lim} = C_{ep,base} + \frac{F_{ep,sup}}{S} = 45 + \frac{1000}{378} = 47,64 \text{ KWh/m}^2$$

La calificación energética para el indicador consumo energético de energía primaria del edificio o la parte ampliada, en su caso, debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B, según el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios aprobado mediante el Real Decreto 235/2013, del 5 de abril.

En la Sección HE 1 del CTE se establece que **“la demanda energética de los edificios se limita en función de la zona climática de ubicación y del uso previsto”**.

En los edificios de uso residencial privado, las características de los elementos de la envolvente térmica deben ser tales que eviten las descompensaciones en la calidad térmica de los diferentes espacios habitables. Se limitará igualmente la transferencia de calor entre unidades de distinto uso, y entre las unidades de uso y las zonas comunes del edificio.

Se deben limitar los riesgos debidos a los procesos que produzcan una mema significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la envolvente térmica, tales como las condensaciones.

Para establecer la demanda energética de calefacción del edificio, el cual no debe superar un valor límite establecido, que viene dado por la siguiente expresión:

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + \frac{F_{cal,sup}}{S}$$

Donde:

$D_{cal,lim}$ es el valor límite de la demanda energética de calefacción, expresada en KWh/m², considerada la superficie útil de los espacios habitables,

$D_{cal,base}$ es el valor base de la demanda energética de calefacción, dependiente de la zona climática de invierno correspondiente a la ubicación del edificio, que toma los valores de la tabla 2.1, mostrada a continuación

S es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, en m²

	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
$D_{cal,base} \text{ [kW}\cdot\text{h/m}^2\cdot\text{año]}$	15	15	15	20	27	40
$F_{cal,sup}$	0	0	0	1000	2000	3000

Tabla 2. Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción

Por lo que en este caso, el valor de la demanda energética de calefacción de la vivienda a estudiar, tratándose de la zona climática B3 es:

$$D_{cal,lim} = D_{cal,base} + \frac{F_{cal,sup}}{S} = 15 + \frac{0}{378} = 15 \text{ kWh/m}^2$$

La demanda energética de refrigeración del edificio no debe superar el valor límite de $D_{ref,lim} = 15 \text{ kWh/m}^2$, para las zonas climáticas de verano 1,2 y 3, por lo que en nuestro caso de estudio, cumpliría la demanda energética de calefacción establecida por el CTE.

En este caso, al situarse en la zona climática B3, obtenemos:

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m ² •K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m ² •K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m ² •K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [m ³ /h•m ²]	< 50	< 50	< 50	< 27	< 27	< 27

⁽¹⁾ Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

⁽²⁾ Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

⁽³⁾ La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

Tabla 3. Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno (W/m²K) es igual a 1.

- Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire es igual a 0,65.
- Transmitancia térmica de huecos es igual a 3,1.
- Permeabilidad al aire de huecos es menor de 50.

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Tabla 4. Transmitancia térmica límite de particiones interiores cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes y medianerías en W/m²K

Particiones horizontales y verticales 1,10.

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00

Tabla 5. Transmitancia térmica límite de particiones interiores cuando delimiten unidades del mismo uso, U en W/m²K

- Particiones horizontales 1,55
- Particiones verticales 1,20.

En el Apéndice B de la Sección HE 1, se establecen las zonas climáticas en función de su capital de provincia. Con ello comprobaremos que nuestra vivienda está situada en la zona climática B3.

Tabla B.1.- Zonas climáticas de la Península Ibérica

Zonas climáticas Península Ibérica																		
Capital	Z.C.	Altitud	A4	A3	A2	A1	B4	B3	B2	B1	C4	C3	C2	C1	D3	D2	D1	E1
Albacete	D3	637										h < 450			h < 950			h > 950
Albacete/Alarcón	B4	7					h < 250					h < 700			h > 700			
Almería	A4	0	h < 100				h < 250	h < 400				h < 900			h > 900			
Astoria	E1	1074														h < 350	h < 850	h > 850
Badajoz	C4	148							h < 400	h < 450			h < 450					
Barrichona	C2	1									h < 250				h < 450	h < 750	h > 750	
Bilbao/Bilbao	C1	214										h < 250						h > 250
Burgos	E1	861											h < 250					h < 600
Cáceres	C4	385								h < 600					h < 1050			h > 1050
Cádiz	A2	0	h < 150				h < 450					h < 600	h < 850			h < 850		
Castellón/Castellón	B2	19					h < 50				h < 500				h < 600	h < 900	h > 900	
Ceuta	B3	0					h < 50											h > 1000
Ciudad Real	D1	630								h < 450	h < 500							h > 500
Córdoba	B4	113					h < 150				h < 550							h > 550
Córdoba La/Á Coruña	C1	0												h < 700				h > 700
Cuenca	D2	975												h < 900	h < 1050			h > 1050
Gerona/Gerona	D2	143										h < 300			h < 600			h > 600
Granada	C3	754	h < 50				h < 350				h < 600	h < 800			h < 1300			h > 1300
Guadalajara	D3	708												h < 950	h < 1000			h > 1000
Huelva	A4	50	h < 50				h < 150	h < 350				h < 800			h > 800			
Huesca	D2	412									h < 300				h < 400	h < 700		h > 700
León	C4	416					h < 350				h < 750				h < 1350			h > 1350
León	E1	346																h < 1250
Lérida/Lérida	D1	331										h < 100			h < 600			h > 600
Logroño	D2	379											h < 200			h < 700		h > 700
Lugo	D1	412															h < 300	h > 500
Madrid	D3	589										h < 300			h < 950	h < 1000		h > 1000
Málaga	A2	0						h < 300				h < 700			h > 700			
Medina	A2	130																
Murcia	B3	25					h < 100					h < 500			h < 500			
Orense/Orense	D2	327										h < 150	h < 300			h < 800		h > 800
Orense	D1	214											h < 50			h < 550	h > 550	
Palencia	D1	722														h < 800		h > 800
Palma de Mallorca	B1	1					h < 250				h > 250							
Pamplona/Iruya	D1	456											h < 300		h < 300	h < 600		h > 600
Pontevedra	C1	77											h < 350			h < 350		h > 350
Salamanca	D2	770													h < 800			h > 800
San Sebastián/Donostia	D1	5														h < 400	h > 400	
Santander	C1	1											h < 150			h < 650	h > 650	
Segovia	D2	1013													h < 1000			h > 1000
Sevilla	B1	9					h < 200				h < 700							
Soria	E1	984														h < 750	h < 800	h > 800
Tampón	B3	1					h < 50					h < 500	h < 500		h > 500			
Teruel	D2	995														h < 1000		h > 1000
Tolosa	C4	445									h < 500				h > 500			
Valencia/Valencia	B3	8					h < 50				h < 500				h < 950			h > 950
Valladolid	D2	704													h < 800			h > 800
Vitoria/Gasteiz	D1	517														h < 500		h > 500
Zamora	D2	617														h < 800		h > 800
Zaragoza	D1	207										h < 200			h < 650			h > 650

Lérida/Lleida	D3	131			h < 100
Logroño	D2	379			
Lugo	D1	412			
Madrid	D3	589			h < 500
Málaga	A3	0		h < 300	h < 700
Melilla	A3	130			
Murcia	B3	25		h < 100	h < 550

Tabla 6. Zonas Climáticas de la Península Ibérica.

A su vez, en el Apéndice C, se establecen los perfiles de uso normalizados de los edificios en función de su uso, de la densidad de las fuentes internas (baja, media o alta) y periodo de utilización (8, 12, 16 y 24h).

USO RESIDENCIAL	(24h, BAJA)				
	1-7	8	9-15	16-23	24
Temp Consigna Alta (°C)					
Enero a Mayo	–	–	–	–	–
Junio a Septiembre	27	–	–	25	27
Octubre a Diciembre	–	–	–	–	–
Temp Consigna Baja (°C)					
Enero a Mayo	17	20	20	20	17
Junio a Septiembre	–	–	–	–	–
Octubre a Diciembre	17	20	20	20	17
Ocupación sensible (W/m²)					
Laboral	2,15	0,54	0,54	1,08	2,15
Sábado y Festivo	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
Ocupación latente (W/m²)					
Laboral	1,36	0,34	0,34	0,68	1,36
Sábado y Festivo	1,36	1,36	1,36	1,36	1,36
Iluminación (W/m²)					
Laboral, Sábado y Festivo	0,44	1,32	1,32	1,32	2,2
Equipos (W/m²)					
Laboral, Sábado y Festivo	0,44	1,32	1,32	1,32	2,2
Ventilación verano¹					
Laboral, Sábado y Festivo	4,00	4,00	*	*	*
Ventilación invierno²					
Laboral, Sábado y Festivo	*	*	*	*	*

¹ En régimen de verano, durante el periodo comprendido entre la 1 y las 8 horas, ambas incluidas, se supondrá que los espacios habitables de los edificios destinados a vivienda presentan una infiltración originada por la apertura de ventanas de 4 renovaciones por hora. El resto del tiempo, indicados con * en la tabla, el número de renovaciones hora será constante e igual al mínimo exigido por el DB

² El número de renovaciones hora, indicado con * en la tabla, será constante e igual al calculado mínimo exigido por el DB HS.

Tabla 7. Ocupación según horas por Uso Residencial.

En el Apéndice D se establece la definición del edificio de referencia, con los parámetros de transmitancia térmica y factor solar de los elementos de la envolvente térmica, dependiendo de la zona climática.

D.2.7 ZONA CLIMÁTICA B3

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno	$U_{Mlim}: 0,82 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de suelos	$U_{Slim}: 0,52 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Transmitancia límite de cubiertas	$U_{Clim}: 0,45 \text{ W/m}^2 \text{ K}$
Factor solar modificado límite de lucernarios	$F_{Lim}: 0,30$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos F_{Hlim}						
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Alta carga interna			
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO	
de 0 a 10	5,4	5,7	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,8	4,9	5,7	5,7	-	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	3,3	4,3	5,7	5,7	-	-	-	0,57	-	-	-
de 31 a 40	3,0	4,0	5,6	5,6	-	-	-	0,45	-	0,50	-
de 41 a 50	2,8	3,7	5,4	5,4	0,53	-	0,59	0,38	0,57	0,43	-
de 51 a 60	2,7	3,6	5,2	5,2	0,46	-	0,52	0,33	0,51	0,38	-

Tabla 8. Transmitancia de Huecos Zona Climática B3.

A su vez, en el Apéndice E, se establecen los parámetros característicos de la envolvente térmica, mostrados en la **tabla 9**.

Transmitancia del elemento $[\text{W/m}^2 \text{ K}]$	Zona Climática					
	α	A	B	C	D	E
U_M	0.94	0.50	0.38	0.29	0.27	0.25
U_S	0.53	0.53	0.46	0.36	0.34	0.31
U_C	0.50	0.47	0.33	0.23	0.22	0.19

Tabla 9. Transmitancia del elemento $[\text{W/m}^2 \text{ K}]$

Siendo:

U_M Transmitancia térmica de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno.

U_S Transmitancia térmica de suelos (forjados en contacto con el aire exterior).

U_C Transmitancia térmica de cubiertas.

Transmitancia térmica de huecos $[\text{W/m}^2 \text{ K}]$		α	A	B	C	D	E
Captación solar	Alta	5.5 – 5.7	2.6 – 3.5	2.1 – 2.7	1.9 – 2.1	1.8 – 2.1	1.9 – 2.0
	Media	5.1 – 5.7	2.3 – 3.1	1.8 – 2.3	1.6 – 2.0	1.6 – 1.8	1.6 – 1.7
	Baja	4.7 – 5.7	1.8 – 2.6	1.4 – 2.0	1.2 – 1.6	1.2 – 1.4	1.2 – 1.3

Tabla 10. Transmitancia térmica de huecos $[\text{W/m}^2 \text{ K}]$

En la sección HE 2 del CTE, **rendimiento de las instalaciones térmicas**, se establece que los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE) y su aplicación vendrá definida en el proyecto del edificio.

A continuación, se establece la Sección HE 3, **Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación**. Esta sección está destinada a edificios en construcción, la cual es objeto de nuestro estudio.

La eficiencia energética de una instalación de iluminación de una zona, se determinará mediante el valor de la eficiencia energética de la instalación VEEI por cada 100 lux mediante la siguiente expresión:

$$VEEI = \frac{P \cdot 100}{S \cdot E_m}$$

Siendo:

P la potencia de la lámpara más el equipo especial.

S la superficie iluminada.

E_m la iluminancia media horizontal mantenida.

Los valores de eficiencia energética límite en recintos interiores de un edificio, se establecen en la **tabla 11**. Estos valores incluyen la iluminación general y la iluminación de acento, pero no las instalaciones de iluminación de escaparates y zonas expositivas.

Zonas de actividad diferenciada	VEEI límite
administrativo en general	3,0
andenes de estaciones de transporte	3,0
pabellones de exposición o ferias	3,0
salas de diagnóstico ⁽¹⁾	3,5
aulas y laboratorios ⁽²⁾	3,5
habitaciones de hospital ⁽³⁾	4,0
recintos interiores no descritos en este listado	4,0
zonas comunes ⁽⁴⁾	4,0
almacenes, archivos, salas técnicas y cocinas	4,0
aparcamientos	4,0
espacios deportivos ⁽⁵⁾	4,0
estaciones de transporte ⁽⁶⁾	5,0
supermercados, hipermercados y grandes almacenes	5,0
bibliotecas, museos y galerías de arte	5,0
zonas comunes en edificios no residenciales	6,0
centros comerciales (excluidas tiendas) ⁽⁷⁾	6,0
hostelería y restauración ⁽⁸⁾	8,0
religioso en general	8,0
salones de actos, auditorios y salas de usos múltiples y convenciones, salas de ocio o espectáculo, salas de reuniones y salas de conferencias ⁽⁹⁾	8,0
tiendas y pequeño comercio	8,0
habitaciones de hoteles, hostales, etc.	10,0
locales con nivel de iluminación superior a 600lux	2,5

Tabla 11. Valores límite de la eficiencia energética de la instalación.

En nuestro caso, la zona de actividad diferenciada son zonas comunes que pueden encontrarse en cualquier vivienda, por lo que el valor del **VEEI es 6**.

A continuación, vamos a establecer la potencia instalada en el edificio, en la **tabla 12**.

Uso del edificio	Potencia máxima instalada [W/m ²]
Administrativo	12
Aparcamiento	5
Comercial	15
Docente	15
Hospitalario	15
Restauración	18
Auditorios, teatros, cines	15
Residencial Público	12
Otros	10
Edificios con nivel de iluminación superior a 600lux	25

Tabla 12. Potencia máxima de iluminación.

En nuestro caso, obtenemos un valor de **10 W/m²**.

A continuación se establecen los sistemas de control y regulación de los que dispondrán las instalaciones de iluminación.

En la Sección HE 4, **Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria**, para edificios de nueva construcción en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria superior a 50 l/d, se establece una contribución mínima de energía solar térmica en función de la zona climática y de la demanda de ACS o de climatización de piscina del edificio.

La contribución solar mínima anual es la fracción entre los valores anuales de la energía solar aportada exigida y la demanda anual para ACS y climatización de piscina cubierta obtenidos a partir de los valores mensuales.

En la tabla 2.1.se establece, para cada zona climática y diferentes niveles de demanda de ACS a una temperatura de referencia de 60°C, la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de ACS.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
50 – 5.000	30	30	40	50	60
5.000 – 10.000	30	40	50	60	70
>10.000	30	50	60	70	70

Tabla 13. Contribución solar mínima anual para ACS en %

En este caso, la **demanda total de ACS** del edificio en l/d, en **zona III**, es de un **valor de 40**.

En la **tabla 14** se establece, para cada zona climática, la contribución solar mínima anual exigida para cubrir las necesidades de climatización de piscinas cubiertas que en nuestro caso, sería un valor de 50.

Demanda total de ACS del edificio (l/d)	Zona climática				
	I	II	III	IV	V
Piscinas cubiertas	30	30	50	60	70

Tabla 14. Contribución solar mínima en %, Caso Climatización de piscinas cubiertas

Para la protección contra sobrecalentamientos, el dimensionado de la instalación se realizará teniendo en cuenta que en ningún mes del año, la energía producida por la instalación podrá superar el 110% de la demanda energética y en no más de tres meses el 100% y a estos efectos, no se tomarán en consideración aquellos periodos de tiempo en los cuales la demanda energética se sitúe un 50% por debajo de la media correspondiente al resto del año, tomándose medidas de protección.

Las pérdidas por orientación, inclinación y sombras se expresan como porcentaje de la radiación solar que incidiría sobre la superficie de captación orientada al sur, a la inclinación óptima y sin sombras.

La orientación e inclinación del sistema generador y las posibles sombras sobre el mismo, serán tales que las pérdidas sean inferiores a los límites establecidos en la **tabla 15**. Este porcentaje de pérdidas permitido no supone una minoración de los requisitos de contribución solar mínima exigida.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10 %	10 %	15 %
Superposición de captadores	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica de captadores	40 %	20 %	50 %

Tabla 15. Pérdidas límite

En nuestro caso, al tratarse de la Integración arquitectónica de captadores, las pérdidas obtenidas por orientación e inclinación son del 40%, las pérdidas por sombras del 20% y el total de pérdidas un 50%.

Los sistemas de medida de energía suministrada, las instalaciones solares o las instalaciones alternativas que las sustituyan de más de 14kW dispondrán de un sistema de medida de la energía suministrada con objeto de poder verificar el cumplimiento del programa de gestión energética y las inspecciones periódicas de eficiencia energética.

El diseño del sistema de contabilización de energía y de control debe permitir al usuario de la instalación comprobar de forma directa, visual e inequívoca el correcto funcionamiento de la instalación, de manera que este pueda controlar diariamente la producción de la instalación.

El sistema de acumulación solar se debe dimensionar en función de la energía que aporta a lo largo del día, y no solo en función de la potencia del generador (captadores solares), por tanto, se debe prever una acumulación acorde con la demanda al no ser esta simultánea con la generación.

Para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

Donde,

A suma de las áreas de los captadores [m^2].

V volumen de la acumulación solar [litros].

Para el cálculo de la demanda se tomarán los valores unitarios que aparecen en la siguiente tabla (Demanda de referencia a 60°C).

Criterio de demanda	Litros/día-unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Tabla 16. Demanda de referencia a 60 °C

En nuestro caso, se trata de una vivienda, por lo que la demanda de litros/día·unidad de 28 l/día.

En el uso residencial privado, el cálculo del número de personas por vivienda deberá hacerse utilizando como valores mínimos los que se relacionan a continuación:

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Tabla 17. Valores mínimos de ocupación del cálculo del uso residencial privado

A continuación, se muestra el plan de vigilancia, el cual se refiere básicamente a las operaciones que permiten asegurar que los valores operacionales de la instalación sean correctos. Es un plan de observación simple de los parámetros funcionales principales, para verificar el correcto funcionamiento de la instalación. Tendrá el alcance descrito en la tabla 5.1.

Elemento de la instalación	Operación	Frecuencia (meses)	Descripción
CAPTADORES	Limpieza de cristales	A determinar	Con agua y productos adecuados
	Cristales	3	IV condensaciones en las horas centrales del día
	Juntas	3	IV Agrietamientos y deformaciones
	Absorbedor	3	IV Corrosión, deformación, fugas, etc.
	Conexiones	3	IV fugas
	Estructura	3	IV degradación, indicios de corrosión.
CIRCUITO PRIMARIO	Tubería, aislamiento y sistema de llenado	6	IV Ausencia de humedad y fugas.
	Purgador manual	3	Vaciar el aire del botellín
CIRCUITO SECUNDARIO	Termómetro	Diaria	IV temperatura
	Tubería y aislamiento	6	IV ausencia de humedad y fugas.
	Acumulador solar	3	Purgado de la acumulación de lodos de la parte inferior del depósito.

Tabla 18. Plan de vigilancia

También se establece el plan de mantenimiento, operaciones de inspección visual, verificación de actuaciones, que aplicados a la instalación, deben permitir mantener dentro de límites aceptables las condiciones de funcionamiento, prestaciones, protección y durabilidad de la instalación.

El mantenimiento implicará, como mínimo, una revisión anual de la instalación para instalaciones con superficie de captación inferior a 20 m² y una revisión cada seis meses para instalaciones con superficie de captación superior a 20 m².

A continuación, se desarrollan de forma detallada las operaciones de mantenimiento que deben realizarse en las instalaciones de energía solar térmica para producción de agua caliente, la periodicidad mínima establecida (en meses) y observaciones en relación con las prevenciones a observar.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Captadores	6	IV diferencias sobre original
Cristales	6	IV diferencias entre <i>captadores</i>
Juntas	6	IV condensaciones y suciedad
Absorbedor	6	IV agrietamientos, deformaciones
Carcasa	6	IV corrosión, deformaciones
Conexiones	6	IV deformación, oscilaciones, ventanas de respiración
Estructura	6	IV aparición de fugas
Captadores*	6	IV degradación, indicios de corrosión, y apriete de tornillos
Captadores*	12	Tapado parcial del campo de <i>captadores</i>
Captadores*	12	Destapado parcial del campo de <i>captadores</i>
Captadores*	12	Vaciado parcial del campo de <i>captadores</i>
Captadores*	12	Llenado parcial del campo de <i>captadores</i>

Tabla 19. Plan de mantenimiento. Sistema de captación

- Operaciones a realizar en el caso de optar por las medidas b) o c) del apartado 2.1.2.
- IV: Inspección Visual.

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Depósito	12	Presencia de lodos en fondo
Ánodos sacrificio	12	Comprobación de desgaste
Ánodos de corriente impresa	12	Comprobación del buen funcionamiento
Aislamiento	12	Comprobar que no hay humedad

Tabla 20. Plan de mantenimiento. Sistema de acumulación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Intercambiador de placas	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza
Intercambiador de serpentín	12	CF eficiencia y prestaciones
	12	Limpieza

Tabla 21. Plan de mantenimiento. Sistema de intercambio

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Fluido refrigerante	12	Comprobar su densidad y pH
Estanqueidad	24	Efectuar prueba de presión
Aislamiento al exterior	6	IV degradación protección uniones y ausencia de humedad
Aislamiento al interior	12	IV uniones y ausencia de humedad
Purgador automático	12	CF y limpieza
Purgador manual	6	Vaciar el aire del botellín
Bomba	12	Estanqueidad
Vaso de expansión cerrado	6	Comprobación de la presión
Vaso de expansión abierto	6	Comprobación del nivel
Sistema de llenado	6	CF actuación
Válvula de corte	12	CF actuaciones (abrir y cerrar) para evitar agarrotamiento
Válvula de seguridad	12	CF actuación

Tabla 22. Plan de mantenimiento. Sistema de captación

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Cuadro eléctrico	12	Comprobar que está siempre bien cerrado para que no entre polvo
Control diferencial	12	CF actuación
Termostato	12	CF actuación
Verificación del sistema de medida	12	CF actuación

Tabla 23. Plan de mantenimiento. Sistema eléctrico y de control

Equipo	Frecuencia (meses)	Descripción
Sistema auxiliar	12	CF actuación
Sondas de temperatura	12	CF actuación

Tabla 24. Plan de mantenimiento. Sistema de energía auxiliar

El Apéndice B del HE 4, nos muestra la temperatura media del agua fría para las capitales de provincia, para su uso en el cálculo de la demanda de ACS a temperaturas de cálculo distintas a 60°C por meses.

Capital de provincia	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
A Coruña	10	10	11	12	13	14	16	16	15	14	12	11
Albacete	7	8	9	11	14	17	19	19	17	13	9	7
Alicante/Alacant	11	12	13	14	16	18	20	20	19	16	13	12
Almería	12	12	13	14	16	18	20	21	19	17	14	12
Ávila	6	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Badajoz	9	10	11	13	15	18	20	20	18	15	12	9
Barcelona	9	10	11	12	14	17	19	19	17	15	12	10
Bilbao/Bilbo	9	10	10	11	13	15	17	17	16	14	11	10
Burgos	5	6	7	9	11	13	16	16	14	11	7	6
Cáceres	9	10	11	12	14	18	21	20	19	15	11	9
Cádiz	12	12	13	14	16	18	19	20	19	17	14	12
Castellón/Castelló	10	11	12	13	15	18	19	20	18	16	12	11
Ceuta	11	11	12	13	14	16	18	18	17	15	13	12
Ciudad Real	7	8	10	11	14	17	20	20	17	13	10	7
Córdoba	10	11	12	14	16	19	21	21	19	16	12	10
Cuenca	6	7	8	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Girona	8	9	10	11	14	16	19	18	17	14	10	9
Granada	8	9	10	12	14	17	20	19	17	14	11	8
Guadalajara	7	8	9	11	14	17	19	19	16	13	9	7
Huelva	12	12	13	14	16	18	20	20	19	17	14	12
Huesca	7	8	10	11	14	16	19	18	17	13	9	7
Jaén	9	10	11	13	16	19	21	21	19	15	12	9
Las Palmas de Gran Canaria	15	15	16	16	17	18	19	19	19	18	17	16
León	6	6	8	9	12	14	16	16	15	11	8	6
Lleida	7	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	7
Logroño	7	8	10	11	13	16	18	18	16	13	10	8
Lugo	7	8	9	10	11	13	15	15	14	12	9	8
Madrid	8	8	10	12	14	17	20	19	17	13	10	8
Málaga	12	12	13	14	16	18	20	20	19	16	14	12
Meiella	12	13	13	14	16	18	20	20	19	17	14	13
Murcia	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Ourense	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9
Oviedo	9	9	10	10	12	14	15	16	15	13	10	9
Palencia	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	9	6
Palma de Mallorca	11	11	12	13	15	18	20	20	19	17	14	12
Pamplona/Iruña	7	8	9	10	12	15	17	17	16	13	9	7
Pontevedra	10	11	11	13	14	16	17	17	16	14	12	10
Salamanca	6	7	8	10	12	15	17	17	15	12	8	6
San Sebastián	9	9	10	11	12	14	16	16	15	14	11	9
Santa Cruz de Tenerife	15	15	16	16	17	18	20	20	20	18	17	16
Santander	10	10	11	11	13	15	16	16	16	14	12	10
Segovia	6	7	8	10	12	15	18	18	15	12	8	6
Sevilla	11	11	13	14	16	19	21	21	20	16	13	11
Sona	5	6	7	9	11	14	17	16	14	11	8	6
Tarragona	10	11	12	14	16	18	20	20	19	16	12	11
Teruel	6	7	8	10	12	15	18	17	15	12	8	6
Toledo	8	9	11	12	15	18	21	20	18	14	11	8
Valencia	10	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Valladolid	6	8	9	10	12	15	18	18	16	12	9	7
Vitoria-Gasteiz	7	7	8	10	12	14	16	16	14	12	8	7
Zamora	6	8	9	10	13	16	18	18	16	12	9	7
Zaragoza	8	9	10	12	15	17	20	19	17	14	10	8

Melilla	12	13	13	14	16	18	20	20	19	17	14	13
Murcia	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11
Ourense	8	10	11	12	14	16	18	18	17	13	11	9

Tabla 25. Temperatura diaria mensual de agua fría (°C)

Por último, en la sección HE 5 del CTE, se establece la **Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica**, en la cual se establece una contribución mínima de energía eléctrica obtenida por sistemas de captación y transformación de energía solar por procedimientos fotovoltaicos.

A continuación, se establecen los criterios y cálculos para establecer ciertos valores de la instalación a colocar.

La potencia mínima a instalar se calculará a partir de la siguiente fórmula:

$$P = C \cdot (0,002 \cdot S - 5)$$

Siendo:

P Potencia nominal a instalar [kW].

C el coeficiente definido en la tabla 2.1 en función de la zona climática establecida.

S la superficie construida del edificio [m²].

Zona climática	C
I	1
II	1,1
III	1,2
IV	1,3
V	1,4

Tabla 26. Coeficiente climático

Nuestra vivienda está situada en la zona climática B3, por lo que el coeficiente climático de la instalación sería $C = 1,2$

Por lo que, la potencia mínima a instalar obtenida es:

$$P = C \cdot (0,002 \cdot S - 5) = 1,2 \cdot (0,002 \cdot 378 - 5) = 5,9 \text{ kW}$$

A su vez, también podemos estimar la producción de la instalación fotovoltaica con los ratios de producción de las siguientes zonas climáticas.

	Zona I	Zona II	Zona III	Zona IV	Zona V
Horas equivalentes de referencia anuales (kWh/kW)	1.232	1.362	1.492	1.632	1.753

Tabla 27. Ratios de producción por zona climática

También se establecen las pérdidas por orientación, inclinación y sombras, de manera que, la disposición de los módulos se hará de tal manera que las pérdidas debidas a la orientación e inclinación del sistema y a las sombras sobre el mismo sean inferiores a los límites de la **tabla 28** mostrada a continuación.

Caso	Orientación e inclinación	Sombras	Total
General	10%	10%	15%
Superposición de módulos fotovoltaicos	20%	15%	30%
Integración arquitectónica de módulos fotovoltaicos	40%	20%	50%

Tabla 28. Pérdidas límite

En todos los casos se han de cumplir las tres condiciones: las pérdidas por orientación e inclinación, las pérdidas por sombras y las pérdidas totales deberán ser inferiores a los límites

estipulados en la tabla anterior, respecto a los valores de energía obtenidos, considerando la orientación e inclinación óptimas sin sombra alguna.

A su vez, en la **tabla 29** mostrada a continuación, se marcan los límites entre zonas climáticas homogéneas a efectos de la exigencia. Las zonas se han definido teniendo en cuenta la Radiación Solar Global Media diaria anual sobre la superficie horizontal (H), tomando los intervalos que se relacionan para cada una de las zonas.

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	H < 13,7	H < 3,8
II	13,7 ≤ H < 15,1	3,8 ≤ H < 4,2
III	15,1 ≤ H < 16,6	4,2 ≤ H < 4,6
IV	16,6 ≤ H < 18,0	4,6 ≤ H < 5,0
V	H ≥ 18,0	H ≥ 5,0

Tabla 29. Radiación Solar Global media diaria anual

En nuestro caso, al tratarse de la zona climática B3, obtendríamos un valor de la Radiación Solar Global Media diaria anual sobre la superficie horizontal expresada a continuación:

Zona climática B3:

$$15,1 \leq H < 16,6 \text{ (MJ/m}^2 \text{)}$$

$$4,2 \leq H < 4,6 \text{ (kWh/m}^2 \text{)}$$

7. Certificación Energética de la vivienda en estudio

Tras realizar el estudio de Certificación Energética del Edificio a Construir, mediante el programa CE3X, obtenemos los siguientes resultados.

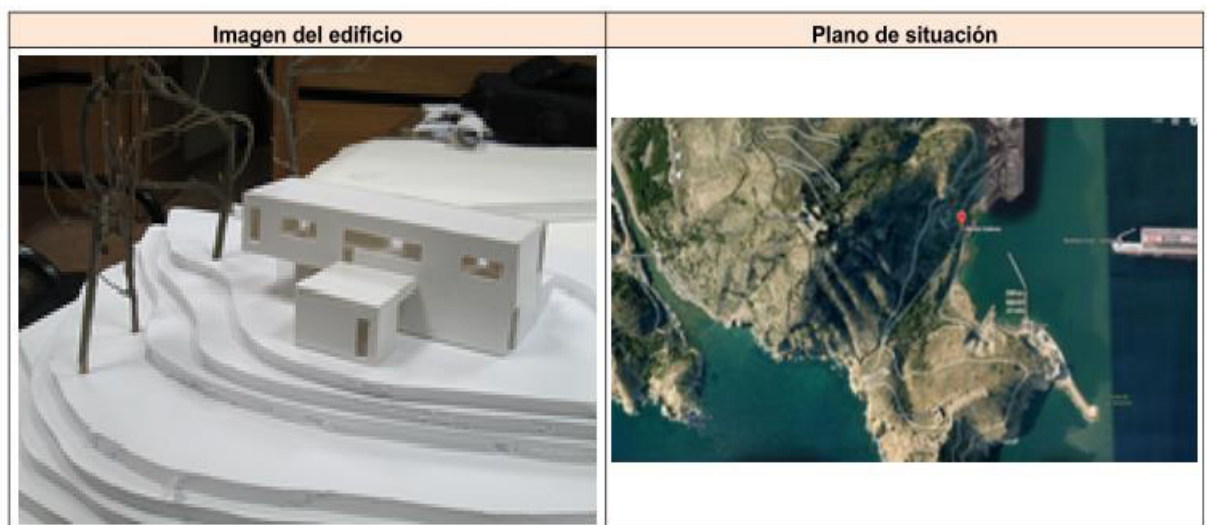
El procedimiento comienza introduciendo los datos expuestos a continuación:

- Datos administrativos y datos generales de la vivienda, como pueden ser: año de construcción, superficie útil habitable, altura sobre el nivel del mar, etc.

Nombre del edificio	Vivienda Unifamiliar Monte Galeras		
Dirección	Monte Galeras		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30392
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	2015
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	51016A055000110000AT		



Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input checked="" type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual 	<input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local

Superficie habitable [m²]	378.0
---	-------



- Calificación Energética obtenida

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]	
	4.9 A		1.0 A

- Características de la envolvente térmica del edificio, como pueden ser cubierta, muros, huecos, etc.

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Medianería	Fachada	27.5	0.00	5
Suelo con terreno	Suelo	99.0	0.47	Estimadas
Suelo con aire	Suelo	99.0	2.38	Estimadas
Partición vertical	Partición Interior	31.92	0.82	Por defecto
Partición superior	Partición Interior	2.6	0.45	Por defecto
Cubierta con aire	Cubierta	189.0	0.33	Por defecto
Cubierta Enterrada	Cubierta	86.9	3.13	Estimadas
Muro de fachada Norte	Fachada	87.24	2.13	Estimadas
Muro de fachada Sur	Fachada	58.0	2.13	Estimadas
Muro de fachada Este	Fachada	31.06	2.13	Estimadas
Muro de fachada Oeste	Fachada	68.9	2.13	Estimadas
Muro con terreno	Fachada	99.0	0.38	Por defecto
Partición inferior	Partición Interior	28.0	0.52	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Huecos Norte	Hueco	38.76	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Huecos Sur	Hueco	32.0	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Huecos Este	Hueco	6.44	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Huecos Oeste	Hueco	4.6	1.97	0.50	Estimado	Estimado

- Instalaciones de ACS, electricidad, calefacción, refrigeración, contribuciones energéticas

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción, refrigeración y ACS	Bomba de Calor		133.6	Biomasa densificada (pelets)	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción, refrigeración y ACS	Bomba de Calor		115.6	Biomasa densificada (pelets)	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria



Demanda diario de ACS a 60° (litros/día)	112.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción, refrigeración y ACS	Bomba de Calor		202.5	Biomasa densificada (pelets)	Estimado
TOTALES	ACS				

- Calificación energética del edificio



Zona climática	B3	Uso	Residencial
-----------------------	----	------------	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES





INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i>	A	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i>	A
		0.75		0.05	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]¹</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i>	A	<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i>	-
		0.24		-	

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	0.00	0.00
<i>Emisiones CO₂ por otros combustibles</i>	1.04	394.87

- Calificación energética del edificio en consumo de energía primaria no renovable

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m²año]</i>	A	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i>	A
		3.55		0.23	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]¹</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i>	A	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m²año]</i>	-
		1.14		-	

- Calificación parcial de la demanda energética de calefacción y refrigeración

DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN			
					
				<i>Demanda de calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m² año]</i>

En este caso, se obtiene una calificación energética menor a la A, ya que el programa no reconoce ni la instalación solar térmica aislada que se va a instalar, por lo que en el siguiente apartado, se estima el consumo estimado de la climatización de la vivienda.

8. Estimación del consumo de la Instalación de Climatización

La estimación de las necesidades de climatización (cargas térmicas) de nuestra instalación, se obtiene de introducir los siguientes datos:

A continuación, se introducen los datos de temperaturas, tanto en el exterior como en el interior y las temperaturas medias en verano y en invierno.

Temperaturas		
	Verano	Invierno
Exterior	35	5
Interior	24	21

A su vez, se introducen datos generales de la vivienda. En este caso, la superficie en (m²), altura (m) y ocupación (número de personas).

Datos generales	
Superficie	50
Altura	2
Ocupacion	2

A continuación, se expresan los datos de los cerramientos, en este caso, del número de huecos que hay distribuidos en Norte, Sur, Este y Oeste. Para obtener el valor de los metros cuadrados, se multiplica el número de ventanas por el ancho y el alto de las mismas, obteniendo así los metros cuadrados de los huecos.

Cerramientos		
Fachadas	Metros lineales	Ventana (m2)
Norte	2	1.5
Sur	3	2.3
Este	2	2
Oeste	3	3
Medianera	2	

El tipo de solera es sobre el terreno y bajo planta calefactada.

A continuación, se establecen las transmitancias térmicas de los diferentes elementos que constituyen la vivienda.

Transmitancias		
Fachadas	0.8	(0.7 – 1.8)
Ventanas	3	(2.4 – 6)
Suelos	0.7	(0.6 – 1.6)
Cubierta	0.8	(0.45 – 1.2)
Medianiles	1.5	(1 – 2.2)

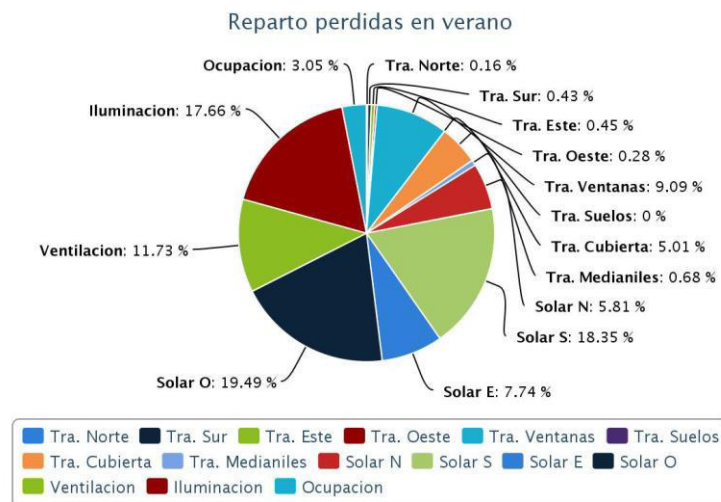
Una vez que hemos introducido todos los datos, obtenemos los siguientes resultados:

Resultados		
Cargas transmisión	Verano	Invierno
Norte	5.2	32
Sur	13.91	47.36
Este	14.4	25.6
Oeste	9.12	38.4
Ventanas	290.4	422.4
Suelos	0	525
Cubierta	160	160
Medianiles	22	48

Cargas radiación solar		
Norte	185.51	0
Sur	586.06	0
Este	247.34	0
Oeste	622.5	0

Cargas ventilacion	374.61	533.33
Cargas iluminacion	564	0
Cargas ocupacion	97.65	0
Total perdidas (W)	3192.7	1832.09
Coficiente (W/m2)	63.85	36.64

A continuación, se muestra una gráfica en la cual se establecen las pérdidas que se producen en el mes de verano.



Finalmente, con la potencia calculada con anterioridad, podemos estimar el consumo de energía (en kWh) durante un período de tiempo.

Estimación (kwh)	4.79
------------------	-------------

8.1. *Instalación de Climatización Centralizada por rejillas*

En este caso, hemos escogido una instalación de climatización tipo centralizada por rejillas en cada estancia de la vivienda. Este sistema de climatización o aire acondicionado tiene múltiples ventajas frente a otros equipos, establecidas a continuación:

El **aire acondicionado centralizado** consta de dos aparatos, la unidad interior y la unidad exterior. A diferencia que con un solo equipo podemos climatizar toda una vivienda distribuyendo el aire a las diferentes zonas o habitaciones a través de unos conductos.

La unidad interior normalmente va situada en el falso techo del cuarto de baño, ya que es el lugar de la casa donde menos molesta y más fácil es de instalar. Desde ahí van unos conductos distribuidos hacia todas las habitaciones de la casa por un falso techo y luego en cada habitación hay dos rejillas, una de impulsión de aire y otra de retorno. La existencia de dos rejillas por habitación se debe a que el mismo falso techo, al estar cerrado, crea un conducto por donde la unidad interior recoge el aire de las habitaciones, creando así la recirculación. Para poner en funcionamiento el equipo, éste consta de un mando/termostato que suele colocarse en la habitación principal o en el salón y con él, se controla la temperatura y demás consignas para el estado de confort.

A continuación se muestra un esquema de la instalación.

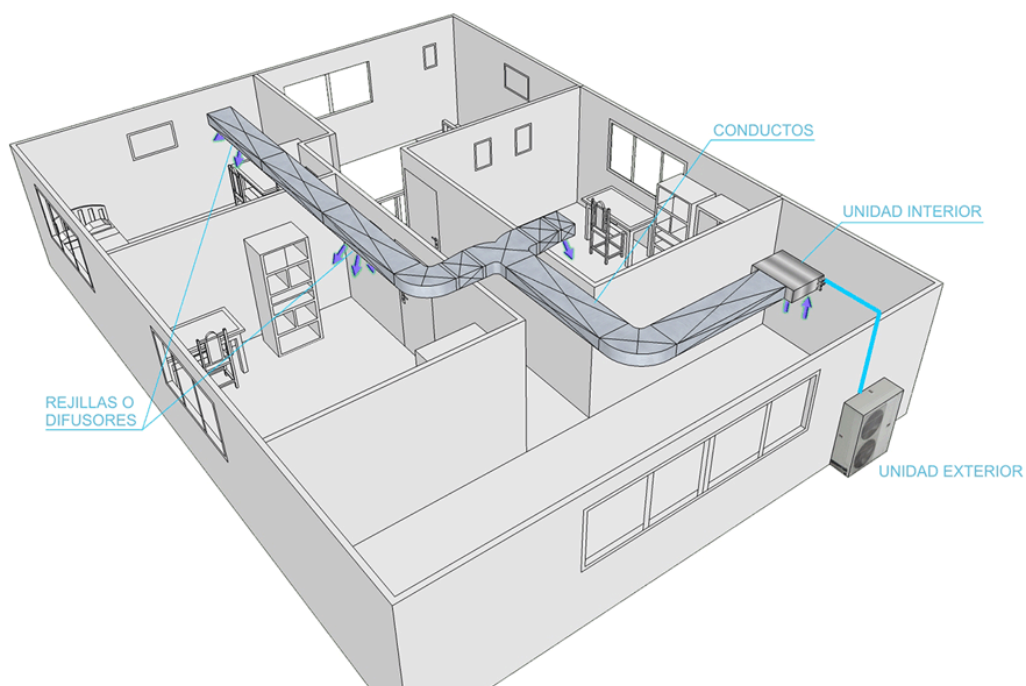


Figura 3. Esquema de la Instalación de Climatización.

La instalación constará de 7 rejillas orientables con recirculación de aire, una unidad interior y una unidad exterior.

9. Cálculo Instalación Solar Térmica

Antes de realizar el cálculo de la Instalación Solar Térmica a colocar en nuestra vivienda, tenemos que tener en cuenta unos datos previos:

- Cálculo de la demanda (l/día).
- Zona climática donde está situada nuestra vivienda a estudiar.
- Pérdidas caloríficas en distribución y recirculación del agua a los puntos de consumo.
- Coeficiente de pérdidas del captador.
- Conexión de los captadores: en serie o en paralelo.
- Sistemas de acumulación (según la demanda).
- Potencia del intercambiador.

9.1. Pérdidas por orientación e inclinación

Estas pérdidas vienen dadas por el tipo de instalación. En la siguiente tabla se muestran los diferentes tipos.

	<i>Orientación e inclinación (OI)</i>	<i>Sombras (S)</i>	<i>Total (OI+S)</i>
General	10 %	10 %	15 %
Superposición	20 %	15 %	30 %
Integración arquitectónica	40 %	20 %	50 %

Tabla 30. Pérdidas por disposición de módulos.

En nuestro caso, la instalación va a ir integrada en la arquitectura del edificio. Por lo que, tendríamos unas pérdidas:

Pérdidas por orientación e inclinación: 40%

Pérdidas por sombras: 20 %

Pérdidas totales: 50%.

9.2. Configuración del Sistema

En este caso, el sistema está destinado a ACS, Calefacción, Refrigeración y otros consumos, por lo que tendremos que emplear un Sistema de Circulación Forzada, en la cual se empleará un intercambiador de calor por aplicación, como se muestra en la siguiente figura.

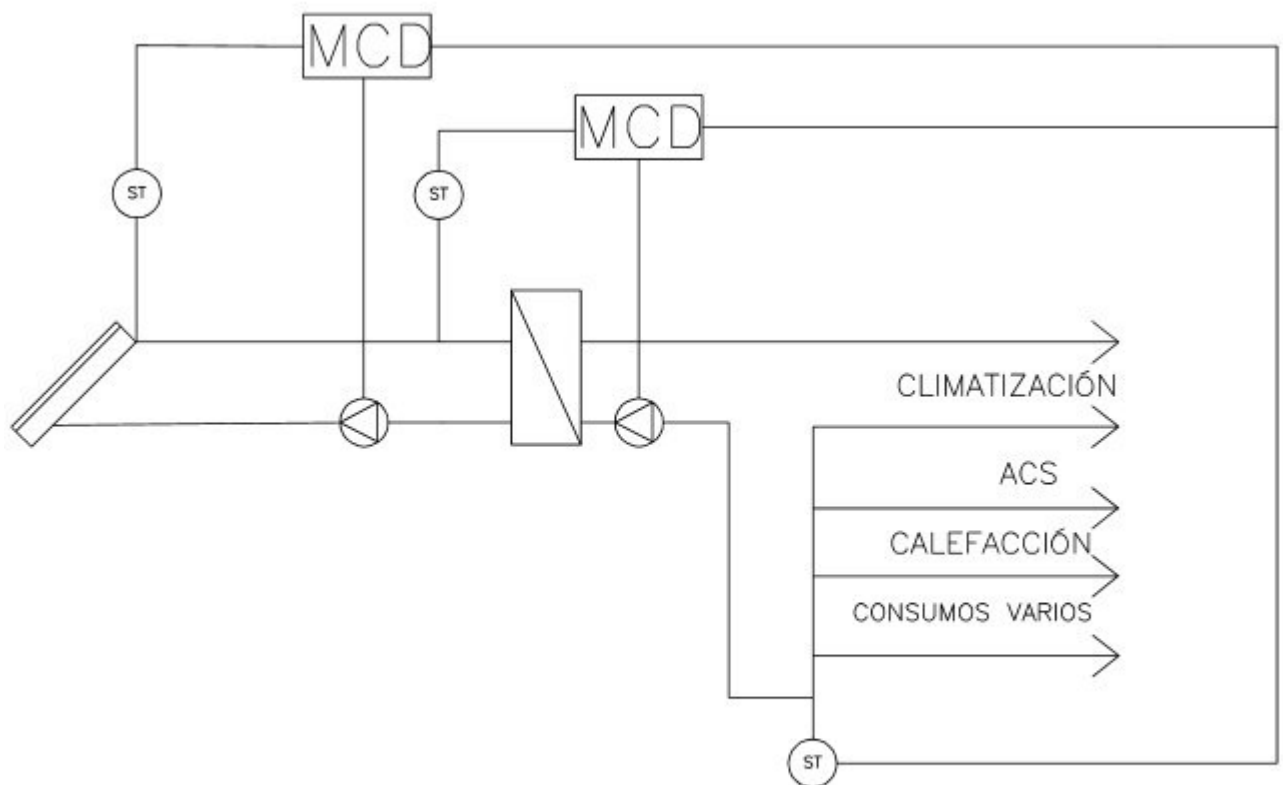


Figura 4. Esquema de Instalación Solar Térmica.

9.3. Cálculo de la demanda

En este caso, el estudio de la demanda será en función del tipo de edificio y su función. En nuestro caso, deberemos de tomar los datos para una vivienda unifamiliar con 3 personas. El cálculo de la demanda se establece en la siguiente tabla.

Criterio de demanda	Litros ACS/día a 60° C	
Viviendas unifamiliares	30	por persona
Viviendas multifamiliares	22	por persona
Hospitales y clínicas	55	por cama
Hotel ****	70	por cama
Hotel ***	55	por cama
Hotel/Hostal **	40	por cama
Camping	40	por emplazamiento
Hostal/Pensión *	35	por cama
Residencia (ancianos, estudiantes, etc)	55	por cama
Vestuarios/Duchas colectivas	15	por servicio
Escuelas	3	por alumno
Cuarteles	20	por persona
Fábricas y talleres	15	por persona
Administrativos	3	por persona
Gimnasios	20 a 25	por usuario
Lavanderías	3 a 5	por kilo de ropa
Restaurantes	5 a 10	por comida
Cafeterías	1	por almuerzo

Tabla 31. Litros ACS/día a 60°C según tipo de suministro.

Obteniendo una demanda:

Litros ACS/día a 60°C → 30 por persona

Al tratarse de 30 litros ACS/día a 60°C por persona, obtendremos una demanda total de **90 litros ACS/día a 60°C**.

9.4. Zona Climática

Nuestra vivienda está situada en la Región de Murcia, concretamente en el municipio de Cartagena, por lo que le correspondería la Zona IV, como se muestra a continuación.

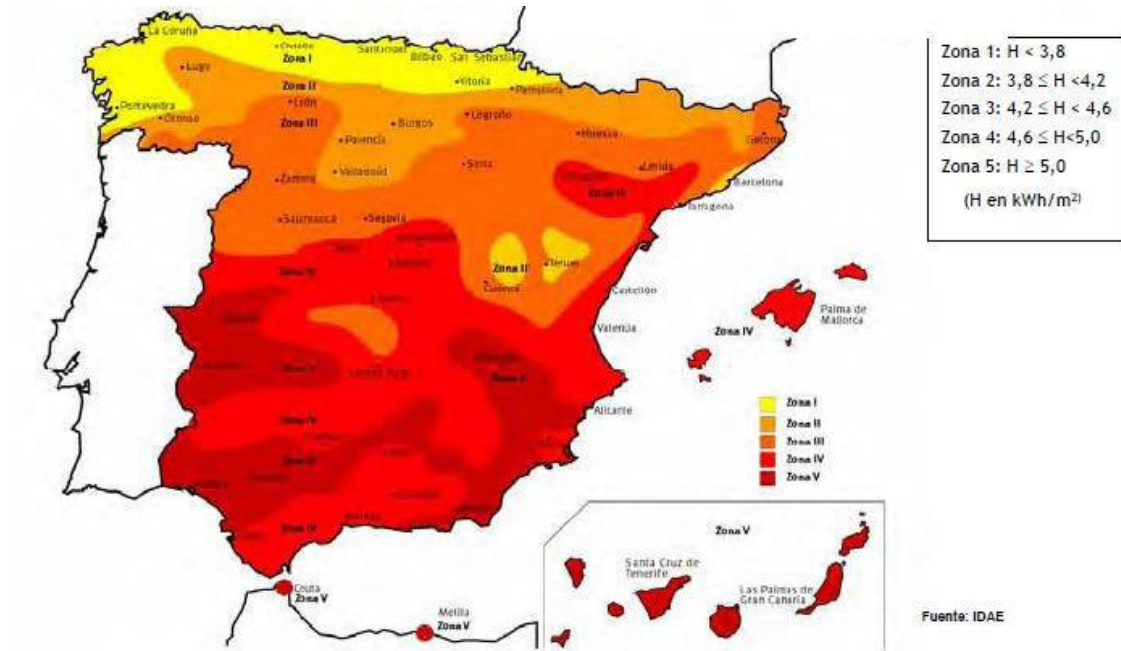


Figura 5. Mapa de España de radiación solar global anual sobre superficie horizontal.

Zona climática	MJ/m ²	kWh/m ²
I	$H < 13,7$	$H < 3,8$
II	$13,7 \leq H < 15,1$	$3,8 \leq H < 4,2$
III	$15,1 \leq H < 16,6$	$4,2 \leq H < 4,6$
IV	$16,6 \leq H < 18,0$	$4,6 \leq H < 5,0$
V	$H \geq 18,0$	$H \geq 5,0$

Tabla 32. Radiación solar global media diaria anual.

En este caso, al tratarse de la Zona Climática IV, obtendremos unos valores de radiación global media diaria anual de:

$$16,6 \leq H \leq 18 \text{ MJ/m}^2$$

$$4,6 \leq H \leq 5 \text{ kWh/m}^2$$

9.5. Disposición de los módulos.

La disposición de los módulos fotovoltaicos, definido por su orientación e inclinación, repercute de manera decisiva en su rendimiento. Lo ideal es emplear módulos con seguidor que permiten en todo momento orientar los paneles fotovoltaicos hacia el sol lo que garantiza el máximo uso de la radiación solar. Se estima en un 40% el incremento de la potencia entregada por aquellos módulos que emplean un sistema de seguimiento respecto a los paneles instalados fijos.

La vivienda dispone como techo una azotea o cubierta plana transitable, lo que permite dotar a los módulos de la orientación e inclinación que más convenga.

En concreto, para las instalaciones que se sitúen en el hemisferio norte, como es el caso de estudio, la orientación se define por el ángulo llamado **azimut (α)**, que es el ángulo que forma la proyección sobre el plano horizontal de la normal a la superficie del módulo y el meridiano (orientación sur) del lugar. Toma el valor 0° para módulos orientados al sur, -90° para módulos orientados al este, +90° para módulos orientados al oeste

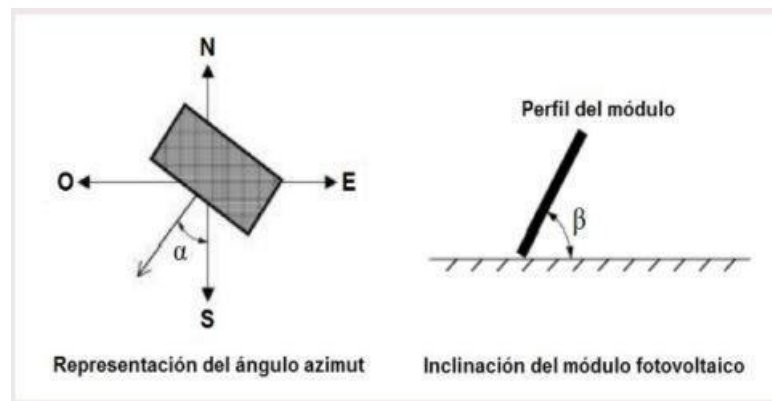


Figura 6. Definición de la orientación e inclinación del módulo fotovoltaico.

Por otro lado, el ángulo de inclinación (β) es aquel que forma la superficie del módulo con el plano horizontal, tal como se ve en la figura anterior. Su valor es 0° para módulos horizontales y 90° si son verticales.

El valor de la inclinación de los paneles solares con respecto a la horizontal, cuando se pretende que la instalación se use todo el año con un rendimiento aceptable, coincide aproximadamente con la latitud del lugar donde se instale. Si la instalación se usa principalmente en invierno, entonces la inclinación óptima de los módulos sería la obtenida de sumarle a la latitud 10°. Y por el contrario, si la instalación va a usarse básicamente en verano, la inclinación que habría que proporcionarle a los módulos sería el resultado de restar a la latitud del lugar 20°. Por último, si se pretende un diseño óptimo que funcione para todo el año, la inclinación que habrá que proporcionarle al panel solar será igual a la latitud del lugar, como se ha comentado anteriormente.

En esta ocasión, se pretende que la instalación proporcione energía durante todo el año, en el lugar. Por lo tanto, según lo indicado anteriormente, la inclinación final podrá situarse entre la latitud del lugar (37°) y la latitud más 10° (47°). Finalmente, y por facilidad constructiva de la estructura que portará los módulos, se elegirá una inclinación de 45°.

Orientación e Inclinación de los paneles solares	
Orientación (Azimut, α)	Inclinación (β)
0°	45°

Tabla 33. Orientación e inclinación de paneles solares.

Habiendo determinado el ángulo de azimut del captador, se calcularán los límites de inclinación aceptables de acuerdo a las pérdidas máximas respecto a la inclinación óptima establecida.

Si no hay intersección entre ambas, las pérdidas son superiores a las permitidas y la instalación estará fuera de los límites. Si ambas curvas se cortan, se obtienen los valores para latitud $\beta = 45^\circ$ y se corrigen de acuerdo con lo que se cita a continuación.

Se corregirán los límites de inclinación aceptables en función de la diferencia entre la latitud del lugar (37°) y la de 45°, de acuerdo a las siguientes fórmulas:

$$\text{Inclinación máxima} = \text{inclinación } (\beta = 45^\circ) - (45^\circ - \text{latitud})$$

$$\text{Inclinación mínima} = \text{inclinación } (\beta = 41^\circ) - (41^\circ - \text{latitud})$$

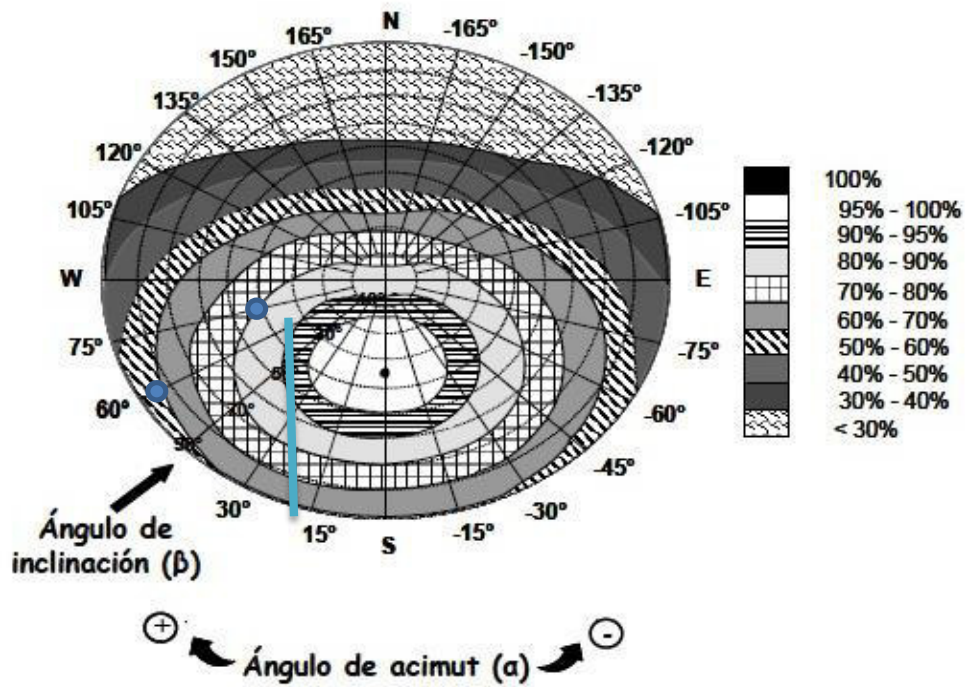


Figura 7. Ángulos de inclinación.

Como se puede observar en la figura, obtenemos un valor máximo de 60° y un mínimo de 10°.

$$\text{Inclinación máxima} = 60^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 10^\circ$$

$$\text{Inclinación máxima} = 60^\circ - (45^\circ - 37^\circ) = 52^\circ$$

$$\text{Inclinación mínima} = 10^\circ - (41^\circ - 37^\circ) = 6^\circ$$

Tras la obtención de estos resultados, podemos afirmar que la instalación a diseñar cumple los requisitos tanto de inclinación como de orientación.

9.6. Pérdidas por sombras

Tras realizar el diseño de la vivienda en 3D en el programa Sketchup, obtenemos el perfil de sombras, como se puede observar en la siguiente imagen.



Figura 8. Sombras proyectadas en modelo 3D.

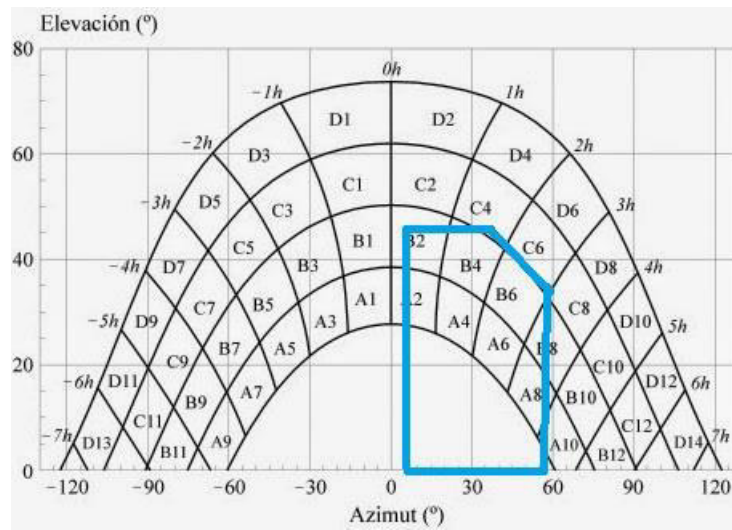


Figura 9. Diagrama de proyección de sombras de la vivienda.

En este caso, escogeremos la tabla para calcular las pérdidas por sombras que más se acerque a nuestro estudio, la cual se muestra a continuación.

Tabla V-1

$\beta = 35^\circ$ $\alpha = 0^\circ$	A	B	C	D
13	0,00	0,00	0,00	0,03
11	0,00	0,01	0,12	0,44
9	0,13	0,41	0,62	1,49
7	1,00	0,95	1,27	2,76
5	1,84	1,50	1,83	3,87
3	2,70	1,88	2,21	4,67
1	3,15	2,12	2,43	5,04
2	3,17	2,12	2,33	4,99
4	2,70	1,89	2,01	4,46
6	1,79	1,51	1,65	3,63
8	0,98	0,99	1,08	2,55
10	0,11	0,42	0,52	1,33
12	0,00	0,02	0,10	0,40
14	0,00	0,00	0,00	0,02

Pérdidas por sombreado (% de irradiación global incidente anual) = $(0.90 \times A_2) + (0.90 \times B_2) + A_4 + B_4 + B_6 + A_6 + (0.90 \times A_8) + (0.40 \times B_8) = (0.90 \times 3,17) + (0.90 \times 2,12) + 2,70 + 1,89 + 1,51 + 1,79 + (0.90 \times 0,98) + (0.40 \times 0,99) = 13,929 = 14\%$

9.7. Distancia mínima entre captadores.

El IDAE en su “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red”, establece una fórmula sencilla para calcular la distancia mínima. Según éste, la distancia mínima **deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol** en torno al mediodía del **solsticio de invierno**. La distancia mínima “d” deberá ser superior al valor obtenido por la siguiente expresión:

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

Donde:

$\tan(61^\circ - \text{latitud})$ es igual a un coeficiente adimensional K, el cual se muestra en la siguiente tabla.

Latitud	29°	37°	39°	41°	43°	45°
k	1,600	2,246	2,4715	2,747	3,078	3,487

Tabla 34. Obtención de coeficiente adimensional K en función de la latitud.

En este caso, el coeficiente $K = 2.246$

Según las dimensiones del panel escogidas, las cuales, se muestran en el siguiente apartado, obtenemos una altura del panel de 1,05m.

$$d = \frac{1,05}{\tan(61^\circ - 38)} = 0.66 \text{ metros}$$

Por lo que, la distancia mínima entre paneles será de **0,66 metros**.

10. Cálculo Instalación Solar Fotovoltaica

A continuación, se obtendrá el número de paneles a colocar en nuestra vivienda para reducir el consumo de la vivienda. Para ello, se estimará el consumo de los meses más desfavorables, que, en nuestro caso de estudio, se trataría de Julio, Agosto y Septiembre.

Mes de Julio

ELEMENTOS	POTENCIA (Kw)	CANTIDAD	CONSUMO/DÍA (H)	DÍAS CONSUMO	CONSUMO TOTAL (kWh)
Televisor	0,2	3	5	18	54
Lavavajillas	0,4	1	3	4	4,8
Lavadora	0,3	1	2	3	1,8
Plancha	0,2	1	1,5	4	1,2
Ordenador	0,25	2	4	18	36
Iluminación	0,004	10	1	18	0,72
Congelador	0,3	1	5	6	9
Frigorífico	0,5	1	3	4	6
Electrodomésticos pequeños	0,75	4	0,25	1,5	1,125
Ventilador	0,1	4	3	18	21,6
total (kWh)					136,245

Mes de Agosto

ELEMENTOS	POTENCIA (Kw)	CANTIDAD	CONSUMO/DÍA (H)	DÍAS CONSUMO	CONSUMO TOTAL (kWh)
Televisor	0,2	3	5	18	54
Lavavajillas	0,4	1	2	12	9,6
Lavadora	0,3	1	4	5	6
Plancha	0,2	1	0,5	2,5	0,25
Ordenador	0,25	2	3	4	6
Iluminación	0,004	10	1,5	1,5	0,09
Congelador	0,3	1	2	2	1,2
Frigorífico	0,5	1	1,25	7	4,375
Electrodomésticos pequeños	0,75	4	0,5	5	7,5
Ventilador	0,1	4	4	15	24
total (kWh)					113,015

Mes de Septiembre

ELEMENTOS	POTENCIA (Kw)	CANTIDAD	CONSUMO/DÍA A (H)	DÍAS CONSUMO	CONSUMO TOTAL (kWh)
Televisor	0,2	3	5	15	45
Lavavajillas	0,4	1	3	4	4,8
Lavadora	0,3	1	2	8	4,8
Plancha	0,2	1	1,25	2	0,5
Ordenador	0,25	2	4	3	6
Iluminación	0,004	10	1	1,5	0,06
Congelador	0,3	1	2,5	0,5	0,375
Frigorífico	0,5	1	3	3	4,5
Electrodomésticos pequeños	0,75	4	0,5	2	3
Ventilador	0,1	4	2	1,5	1,2
total (kWh)					70,23

La potencia consumida en un día, se calcula a partir del producto de la potencia, la cantidad de elementos y de las horas de consumo al día, una vez obtenidas para cada mes, obtenemos su potencia total.

A este valor obtenido, hay que sumarle la potencia obtenida de la instalación de climatización, que en este caso tiene un valor de **2,4 kWh**.

En la tabla mostrada a continuación, observamos el consumo de potencia diario por mes.

MES	POTENCIA
JULIO	6,8
AGOSTO	6,04
SEPTIEMBRE	4,74

Para obtener la Intensidad máxima de cada mes, tendremos que pasar la potencia a Vatios y dividir entre los vatios de la batería de la instalación, en nuestro caso 24 V.

MES	INTENSIDAD MAX
JULIO	283,12
AGOSTO	251,90
SEPTIEMBRE	197,54

A su vez, calculamos la Intensidad' máxima, la cual se obtiene al multiplicar la Intensidad máxima por el coeficiente de seguridad 1,2.

MES	INTENSIDAD' MAX
JULIO	339,75
AGOSTO	302,28
SEPTIEMBRE	237,06

Una vez obtenidos estos valores, observamos que el más desfavorable es el Mes de Julio, con **339,75 A**, por lo que será el que utilizaremos para calcular el consumo máximo.

Para calcular el consumo máximo, tendremos que obtener el coeficiente de pérdidas totales K_t , a partir de la siguiente fórmula.

$$K_T = 1 - (K_B + K_C + K_R + K_X) * \left(1 - \frac{K_{AX} * D_{AU}}{P_D}\right)$$

Siendo:

K_B = pérdidas debido al rendimiento de la batería.

K_A = pérdidas de auto descarga diaria de la batería.

K_C = pérdidas debido al rendimiento del inversor.

K_F = pérdidas debido al regulador.

K_X = otras pérdidas.

D_{AUT} = días de autonomía o de baja insolación.

P_D = profundidad de descarga de la batería

Siento $K_t = 0,66$

Una vez calculado K_t y I'_{max} , procedemos a calcular el Consumo Máximo mediante la fórmula:

$$C_{MAX} = \frac{I'_{MAX}}{K_T} = \frac{339,75}{0.066} = 514,77 \text{ (Ah/día)}$$

10.1. Irradiación Solar mensual

PVGIS estimaciones de las medias mensuales a largo plazo

Month	H_h	H_{opt}	$H(30)$	I_{opt}	T_D	T_{24h}	N_{DD}
Jan	2380	3790	3700	60	12.8	12.4	0
Feb	3250	4620	4540	52	12.7	12.3	0
Mar	4830	5890	5860	40	14.1	13.7	0
Apr	5810	6250	6270	27	15.9	15.5	0
May	6890	6670	6760	13	18.5	18.1	0
Jun	7690	7060	7200	6	21.9	21.5	0
Jul	7570	7130	7250	9	24.7	24.2	0
Aug	6660	6890	6940	21	25.5	25.1	0
Sep	5100	5990	5970	35	23.6	23.2	0
Oct	3890	5240	5170	48	20.8	20.4	0
Nov	2590	3990	3900	58	16.5	16.0	0
Dec	2150	3570	3470	62	13.7	13.3	0
Year	4910	5600	5590	33	18.4	18.0	0

Tabla 35. Estimaciones de las medias mensuales a largo plazo.

H_H Irradiación sobre plano horizontal ($Wh/m^2/día$)

H_{OPT} Irradiación sobre un plano con la inclinación óptima ($Wh/m^2/día$)

H_0 Irradiación sobre plano inclinado: 0 grados ($Wh/m^2/día$)

I_{OPT} Inclinación óptima (grados)

T_{24H} Temperatura media diaria (24h) ($^{\circ}C$)

N_{DD} : Número de grados día de calefacción (-)

10.2. *Inclinación y orientación de los módulos fotovoltaicos*

La inclinación obtenida mediante el programa **PVGIS**, es de 33º, y el acimut, lo tomamos como 0º, ya que el montaje se va a realizar sobre el terreno.

10.2.1. *Horas de pico seleccionadas*

$$HPS = \frac{H(\beta)}{1000} = \frac{7570 + 6660 + 5100}{1000} = 19.33$$

$$\text{Para un mes} \rightarrow HPS = 19.33/3 = 6,44$$

10.2.2. *Elección del panel fotovoltaico y cálculo del número de paneles a utilizar*

En este caso, hemos escogido el módulo fotovoltaico monocristalino Techno Sun de 100 W de alto rendimiento. A continuación se establecen sus características técnicas.

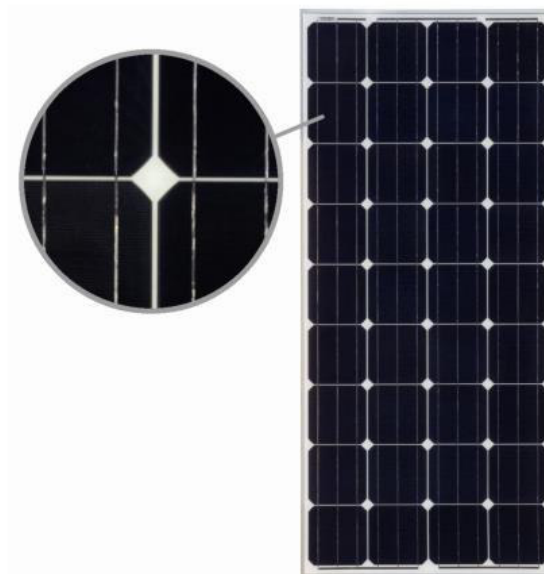


Figura 10. Panel Solar

Descripción

Esta gama de paneles solares cuenta con una alta eficiencia de hasta el 17,96 % de célula y 15,92% de módulo, tolerancia de ± 3% y alta calidad de fabricación para proporcionar el mejor rendimiento.

Datos eléctricos						
Potencia máxima (W)	5	10	20	40	100	150
Tensión de potencia óptima (Vmp)	18,57	18,57	17,82	17,69	18,78	18,99
Corriente operativa óptima (Imp)	0,27	0,54	1,12	2,26	5,32	7,90
Tensión de circuito abierto (Voc)	22,64	22,64	22,54	22,54	22,64	22,42
Corriente de cortocircuito (Isc)	0,29	0,58	1,20	2,42	5,70	8,45
Eficiencia de célula (%)	17,96	17,96	16,76	16,56	17,88	17,96
Eficiencia de módulo (%)	9,16	10,83	11,45	12,74	14,90	15,12
Tolerancia (%)	±3%	±3%	±3%	±3%	±3%	±3%
NOCT	47°C +/-2°C	47°C +/-2°C	47°C +/-2°C	47°C +/-2°C	47°C +/-2°C	47°C +/-2°C
Datos mecánicos						
Célula	52*15,3 (16,8)	52*30,6 (32,1)	156*21,9 (23,5)	156*44,3 (45,7)	156*104	156*156
Tecnología de célula	Monocristalina	Monocristalina	Monocristalina	Monocristalina	Monocristalina	Monocristalina
Número de células (pcs)	4*9	4*9	2*18	4*9	4*9	4*9
Tamaño del módulo (mm)	260*210*18	260*355*18	485*360*28	470*668*35	1005*668*35	1485*668*35
Grosor del cristal (mm)	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3,2
Máx. carga de superficie	2400-5400Pa	2400-5400Pa	2400-5400Pa	2400-5400Pa	2400-5400Pa	2400-5400Pa
Resistencia al granizo	23m/s ,7.53g	23m/s ,7.53g	23m/s ,7.53g	23m/s ,7.53g	23m/s ,7.53g	23m/s ,7.53g
Peso de la unidad (Kg)	0,7	1,2	2,3	3,8	8	11,6
Corriente máxima del fusible (A)	-	-	-	10	10	10
Marco	18#	18#	28#	28#	35#	35#
Tipo de conector	MC4	MC4	MC4	MC4	MC4	MC4
Parte posterior	TPT	TPT	TPT	TPT	TPT	TPT
Rango de temperatura	-40°C / +85°C	-40°C / +85°C	-40°C / +85°C	-40°C / +85°C	-40°C / +85°C	-40°C / +85°C
FF (%)	70-76%	70-76%	70-76%	70-76%	70-76%	70-76%
Standard Test Conditions	AM1.5 1000W/m ² 25°C					

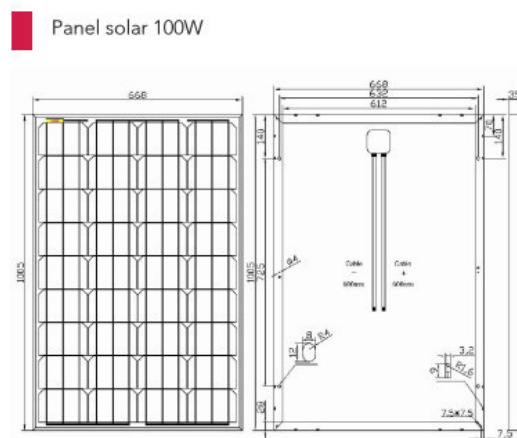


Figura 11. Ficha Técnica Panel Solar

10.2.3. Tipo de acumulador y características

En este caso, escogeremos el modelo Hoppecke 8 OPzS 800 solar. A continuación, se muestran las características de la misma.



Modelo	Hoppecke 8 OPzS 800 solar
Tensión	12 V
Capacidad (10 h)	915 Ah
Capacidad (100 h)	1220 Ah
Dimensiones (l x a x a)	215 mm x 193 mm x 710 mm
Peso elemento 2V	61.3 kg
Vida útil estimada	20 años
Garantía	2 años

Figura 12. Batería Instalación Fotovoltaica

10.2.4. Energía consumida por panel fotovoltaico

$$E = 0,9 * I_{PANEL} * HPS = 0,9 * 5,32 * 6,44 = 30,83 \text{ Ah/día}$$

10.2.5. Número de paneles fotovoltaicos en serie

$$N_{SERRIE} = \frac{V_{BATERIA}}{V_{PANEL}} = \frac{24 \text{ V}}{18,78 \text{ V}} = 1,27 \cong 1$$

10.2.6. Número de paneles fotovoltaicos en paralelo

$$N_{PARALELO} = \frac{C_{MAX}}{E_{PANEL}} = \frac{514,77}{30,83} = 16,7 \cong 17$$

10.2.7. Número de paneles seleccionados

$$N_{\text{PANELES}} = N_{\text{SERIE}} * N_{\text{PARALELO}} = 1 * 17 = 17$$

10.2.8. Capacidad del acumulador

Los días de autonomía son el número de días con baja o nula irradiación en los que la instalación debe funcionar sin recibir energía procedente de los paneles fotovoltaicos, dependiendo de la zona geográfica y la climatología.

En el caso de sistemas domésticos se estiman entre 3 y 5 días, por lo que escogeremos para nuestra instalación 4 días de autonomía.

Pd se trata de la profundidad de descarga, que según cada fabricante tiene un valor establecido de entre el 60 y 70 %, por lo que lo estableceremos en un 65%.

$$C_{\text{ACUMULADOR}} = \frac{C_{\text{MAX}} * D_{\text{AUT}}}{P_D} = \frac{514,77 * 4}{0,65} = 3167,81 \text{ Ah}$$

10.2.9. Número de ramas en serie del acumulador

$$N_{\text{RS}} = \frac{V_{\text{BATERIA}}}{V_{\text{NOMINAL BATERIA}}} = \frac{12V}{12} = 1$$

10.2.10. Número de ramas en paralelo del acumulador

$$N_{\text{RP}} = \frac{C_{\text{ACUMULADOR}}}{C_{\text{BATERIA}}} = \frac{3167,81}{1220} = 2,59 \cong 3$$

10.3. Reguladores

Para la instalación fotovoltaica, escogeremos el **Regulador 30A-12/24V con visualizador –PS-30M-MORNINGSTAR**. A continuación, se establecen sus características técnicas.

Descripción

El regulador ProStar le proporciona mayor vida útil a la batería y mejora el rendimiento del sistema definiendo nuevos estándares de confiabilidad, además de generar diagnósticos automáticos.

Entre algunas de sus características, destacan su vida útil de hasta 15 años, compensación de temperatura, es capaz de soportar sobrecargas de hasta el 25%, contiene terminales remotos con sensores de tensión de batería. A su vez, destacan sus protecciones electrónicas contra cortocircuitos, sobrecargas, polaridad invertida, picos de tensión y desconexión por alta tensión y temperatura.



Figura 12. Regulador a emplear en Instalación Fotovoltaica

Versiones del ProStar:

	PS-15	PS-30	PS15M-48V
Corriente nominal del panel solar	15A	30A	15A
Corriente nominal de carga	15A	30A	15A
Tensión del sistema	12/24V	12/24V	48V
Opciones:			
Medidor digital	si	si	estándar
Tierra positiva	no	si	si
Sensor remoto de temperatura	si	si	si

Puntos de Ajuste de La Batería*

	Gel	Sellada	Con líquido
Tensión de regulación	14,0	14,15	14,4
Flotante	13,7	13,7	13,7
Ecualización	n/a	14,35	14,9/15,1
Desconexión de la carga	11,4	11,4	11,4
Reconexión de la carga	12,6	12,6	12,6

Observación: los valores están especificados para 12V. Use 2X para 24V e 4X para 48V.

Especificaciones Eléctricas:

	12V	24V	48V
Compensación de temperatura (mV/°C)*	-30mV	-60mV	-120mV
Precisión	40mV	60mV	80mV
Mínima temperatura de operación	8V	8V	15V
Autoconsumo	22mA	25mA	28mA
Coefficiente de corriente LVD**	-20mV	-40mV	-80mV
Algoritmo de carga	PWM, tensión constante		
Temperatura de operación	-40°C a +60°C		
Visor digital:			
Temperatura de funcionamiento	-30°C a +85°C		
Precisión de la tensión	0,5%		
Precisión de corriente	2,0%		
Autoconsumo	1 mA		

* Referencia 25°C

** por ampere de carga

10.3.1. Número de reguladores

$$I_S = I_{S(CAMPO\ FV)} * N_{RP} = 5.32 * 11 = \mathbf{58,52\ A}$$

$$I_{REGULADOR} = 1,1 * I_S = 1,1 * 58,52 = \mathbf{64,37\ A}$$

$$N_{REGULADORES} = \frac{I_{REGULADOR}}{I_{MODULO}} = \frac{58,52}{30} = 1,95 \cong \mathbf{2}$$

10.4. Inversores

Escogemos el inversor **Steca Solarix PI 1100-24**. A continuación se establecen sus características técnicas.

Descripción

Entre algunas de sus características, destacan la tensión sinusoidal pura, una excelente capacidad de sobrecarga, óptima protección de la batería, detección automática de consumidor, alta fiabilidad, aislamiento protector según clase de protección II y regulación mediante procesador de señales (DSP).

A su vez, destacan sus funciones de protección electrónica, entre las que se encuentra la protección contra descarga total, desconexión por sobretensión en la batería, protección contra sobretensión y sobrecarga, contra cortocircuitos, polaridad inversa y fusible electrónico automático.



Figura 13. Inversor a utilizar en Instalación Fotovoltaica

	500-12	550-24	1100-24	1500-48
Tipo de inversores		PI 550-24	PI 1100-24	PI 1500-48
Número de inversores / Steca PA Link1		1 / 0	1 / 0	1 / 0
Funcionamiento				
Tensión del sistema	12 V	24 V	24 V	48 V
Potencia continuo	450 VA	450 VA	900 VA	900 VA
Potencia 30 min.	500 VA	550 VA	1100 VA	1500 VA
Potencia 5 sec.	500 VA	1000 VA	1400 VA	2800 VA
Eficiencia máxima	93 %	93 %	94 %	94 %
Consumo standby	0,5 W	0,5 W	0,7 W	0,7 W
Consumo ON	6,0 W	6,0 W	10,0 W	10,0 W
Datos de entrada CC				
Tensión de la batería	10,5 V ... 16 V	21 V ... 32 V	21 V ... 32 V	42 V ... 64 V
Tensión de reconexión (LVR)	12,5 V	25,0 V	25,0 V	50,0 V
Protección contra descarga profunda (LVD)	10,5 V	21,0 V	21,0 V	42,0 V
Datos de salida CA				
Tensión de salida	230 V CA ±10 %			
Frecuencia de salida	50 Hz			
Detección de consumidor (standby)	ajustable: 2 W ... 50 W			
Seguridad				
Clase de protección	II (doble aislamiento)			
Protección electrónica	polaridad invertida batería, polaridad invertida CA, sobretensión, sobrecorriente, sobretemperatura			
Condiciones de uso				
Temperatura ambiente	-20 °C ... +50 °C			
Equipamiento y diseño				
Largo del cable de la batería / CA	1,5 m / 1,5 m			
Díámetro de cable de la batería / CA	16 mm ² / 1,5 mm ²			
Grado de protección	IP 20			
Dimensiones (X x Y x Z)	212 x 395 x 130 mm			
Peso	6,6 kg	6,6 kg	9 kg	9 kg

Tabla 36. Ficha Técnica Inversor

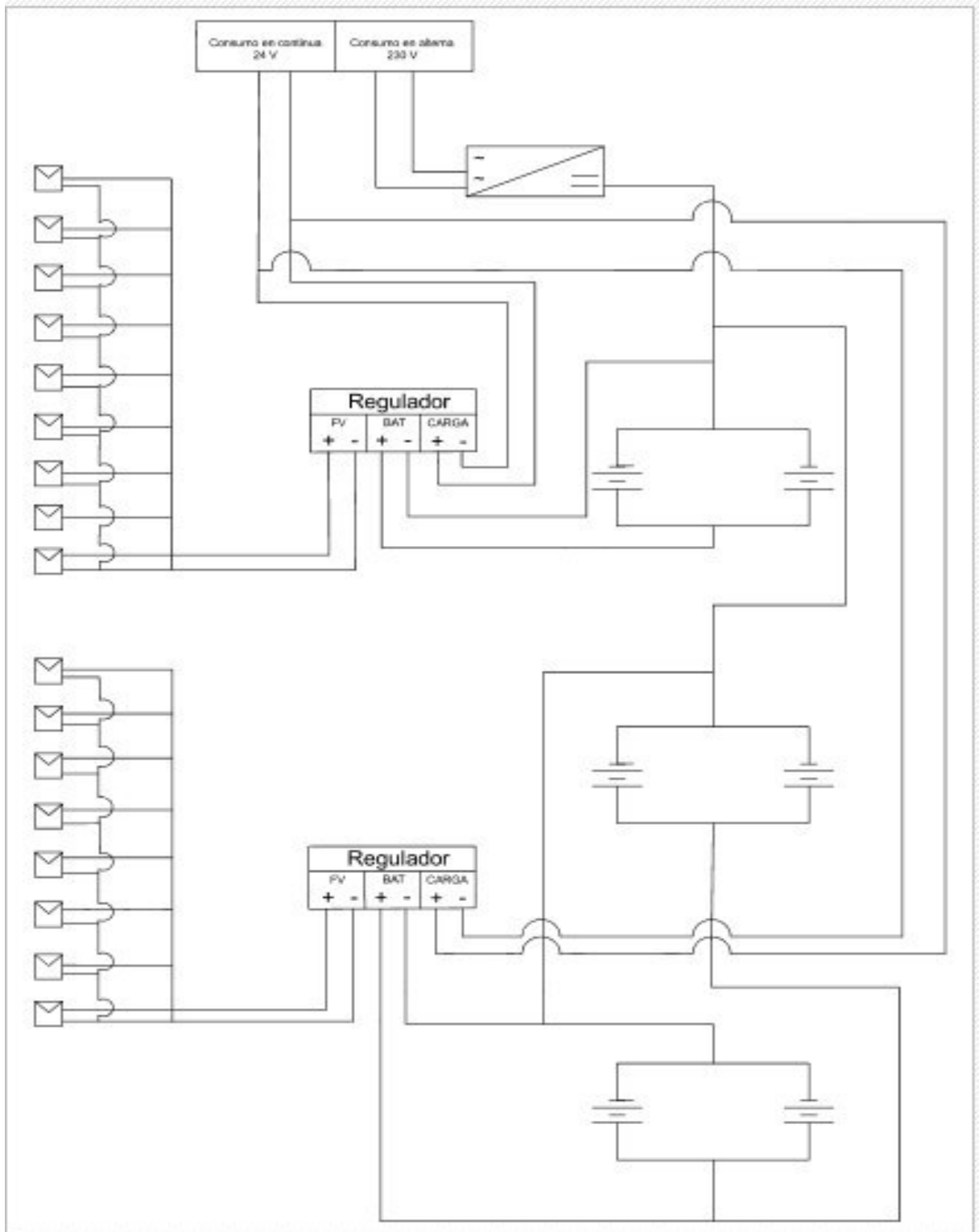
$$\text{Intensidad total de campo FV} = 58.52 \text{ V}$$

$$\text{Tensión del regulador} = 12 \text{ V}$$

$$\text{Potencia de la instalación} = 100\text{W} \times 17 = 1700\text{W}$$

Por lo que, el inversor escogido será el **1100-24** y habrá que colocar 1 inversor.

10.5. Esquema unifilar de la instalación fotovoltaica



11. Instalación de Agua Caliente Sanitaria (ACS)

El estudio de la Instalación de ACS para una vivienda unifamiliar, se ha realizado mediante el programa **auroPRO** del fabricante **VAILLANT**. A su vez, En todo lo que sea de aplicación al dimensionado, cálculo, diseño, componentes y materiales, se cumplirá la normativa establecida en el “Código Técnico de la Edificación (CTE), Sección HE4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria”, establecida anteriormente en este proyecto y el “Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE)”.

3.1 Variante 1: Sistema para calentamiento de apoyo y calentamiento de agua con acumulador combinado, calentador mural y bloque hidráulico

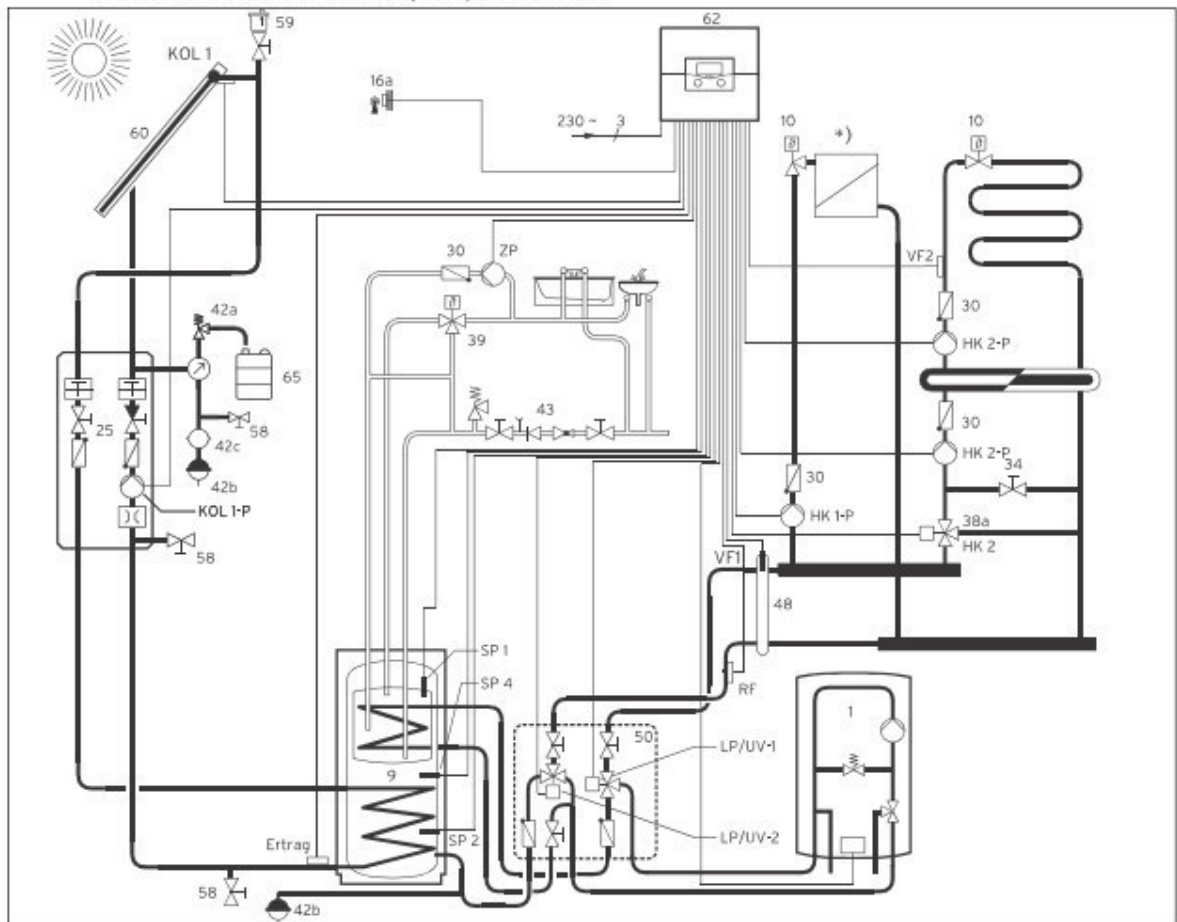


Figura 13. Sistema para calentamiento de apoyo y calentamiento de agua con acumulador combinado, calentador mural y bloque hidráulico.

A continuación, se establece una breve descripción de la instalación escogida para este estudio

11.1. Descripción de la instalación

La instalación seleccionada ha sido un sistema kit completo, de circulación forzada: *auroTHERM*.

Consta de un sistema de captación formado por un conjunto de captadores solares planos de baja temperatura de operación. Se utiliza un sistema de energía convencional como equipo complementario de apoyo mediante.

La instalación dispondrá de un circuito primario de captación solar, un interacumulador en el que se acumulará la energía producida por el campo de captadores en forma de calor y un circuito secundario de distribución del calor solar acumulado en el agua de consumo que será vehiculada desde el interacumulador solar (donde entra con la presión de red) hacia el equipo complementario de apoyo.

La instalación de los captadores solares se realizará en la cubierta del edificio. Se disponen orientados al sur, con un ángulo de desviación (acimut) de 0 ° y con una inclinación del plano del captador de 45 ° con respecto a la horizontal.

En el circuito primario los captadores se conectarán en paralelo, equilibrados hidráulicamente mediante retorno invertido o válvulas de equilibrado. La bomba de circulación (sistema de bombeo) proporcionará el caudal y la presión necesarios para hacer efectivo la circulación forzada para obtener el flujo de cálculo y vencer la pérdida de carga.

Para la producción del ACS, se proyecta trasvasar el agua caliente precalentada por el sol hasta el equipo complementario utilizando la propia presión de la red de agua fría. La energía producida por los captadores servirá para elevar el agua de la red hasta el mayor nivel térmico posible y esta se almacenará en el interacumulador solar. El agua calentada en este depósito servirá como agua precalentada, sobre la que trabajará el equipo complementario para elevar su temperatura, si fuera necesario hasta la temperatura de consumo prefijada.

Para garantizar el suministro de ACS a la temperatura operativa, el sistema dispondrá de un equipo complementario que terminará de preparar el agua pre-calentada por el campo de captadores, si fuera necesario hasta el nivel térmico deseado. Si la temperatura del agua precalentada tiene un nivel térmico igual o superior al demandado por el equipo complementario, el equipo complementario no arrancará y se asegurará que la temperatura no supera el valor de consigna deseado mediante una válvula mezcladora de tres vías.

En el circuito primario se utilizará fluido solar Vaillant (propilenglicol en agua con inhibidores de corrosión. Concentración de propilenglicol: 42 - 45 % según DIN 51777).

El circuito secundario debe ser totalmente independiente de modo que el diseño y la ejecución impidan cualquier tipo de mezcla de los distintos fluidos, el del primario (captadores) y el de ACS del interacumulador.

Dado que el fluido primario sobrepasará fácilmente los 60°C, y que el secundario se proyecta para impedir que el agua caliente sanitaria sobrepase una temperatura de 60°C conforme a normativa vigente, este nivel térmico impide el uso de tuberías de acero galvanizado en toda la instalación.

Así mismo, es obligatorio el calorifugado de todo el trazado de tuberías, válvulas, accesorios y acumuladores (RITE - IT 1.2.4.2).

El circuito primario solar estará protegido mediante la instalación de vaso de expansión cerrado y válvula de seguridad. El cambio de temperaturas que se producen en estas instalaciones motiva la presencia de estos elementos de seguridad.

Para el circuito hidráulico se utilizará tubería metálica. Las válvulas de corte y de regulación, purgadores y otros accesorios serán de cobre, latón o bronce. No se acepta la presencia de componentes de acero galvanizado. Se deberán instalar manguitos electrolíticos entre los elementos de diferentes metales para evitar el par galvánico.

La puesta en marcha y parada de la bomba del circuito primario estará gestionada por un control diferencial de temperatura que procederá a la activación de la bomba cuando el salto térmico entre captadores y la parte fría del circuito de acumulación permita una transferencia energética superior al consumo eléctrico de la bomba. Ese control diferencial será ejecutado por una centralita de regulación Vaillant modelo auroMATIC 560.

11.2. Datos de Partida

A continuación, se exponen los datos introducidos para el cálculo de la instalación ACS, como por ejemplo: localización del suministro, demanda de ocupación por meses, etc.

11.2.1. Datos de Consumo de Agua Caliente Sanitaria (ACS)

La vivienda dispone de un total de 9 habitaciones. Se considerará un consumo diario de 28 litros por persona y día, a una temperatura de 60 °C.

ANÁLISIS DE LA DEMANDA POR MESES (litros/día)												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
CONSUMO TOTAL ACS:	4861	3842	5468	5292	3646	2352	3038	1823	5292	5468	5292	5468
Temperatura media agua de red (°C):	11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11

11.2.2. Datos de Condiciones Climáticas

Los datos de radiación solar global incidente, así como la temperatura ambiente media para cada mes se han tomado del Programa de Cálculo de Instalaciones de Energía Solar de Vaillant auroPRO, los cuales proceden de la base de datos meteorológicos del IDAE o en su defecto de datos locales admitidos oficialmente.

Ciudad	Cartagena
Latitud	38
Zona climática	IV

Radiación horizontal media diaria:	4,4	kWh/m ² día											
Radiación en el captador media diaria	4,8	kWh/m ² día											
Temperatura media diurna anual:	16,9	°C											
Temperatura mínima histórica:	-5	°C											
		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Radiación global horizontal (kWh/m²día):		2,4	3,3	4,0	5,0	6,1	6,4	6,5	5,9	4,6	3,6	2,6	2,2
Radiación en el plano de captador (kWh/m²día):		4,3	4,8	4,6	4,8	5,2	5,2	5,4	5,4	5,0	4,9	4,4	4,0
Temperatura ambiente media diaria (°C):		10,6	11,4	12,6	14,5	17,4	21	23,9	24,6	22,5	18,7	14,3	11,3
Temperatura media agua de red (°C):		11	11	12	13	15	17	19	20	18	16	13	11

Los datos de radiación media en el plano de captadores, se refieren a la radiación con respecto a una inclinación de 45° con respecto a la horizontal, y una desviación de 0° con respecto a la orientación sur.

11.3. Carga de Consumo

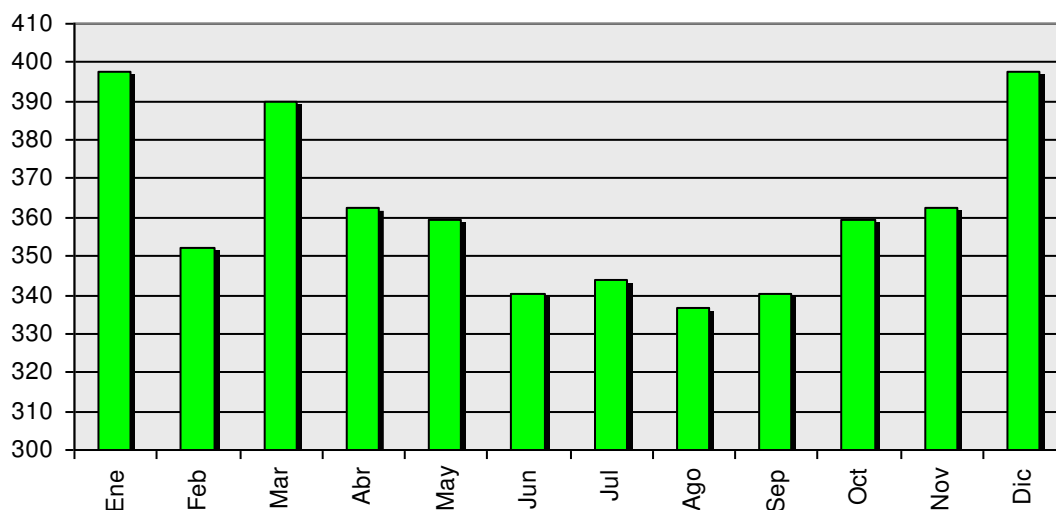
Los datos que se presentan a continuación han sido obtenidos, a partir de las condiciones de partida presentadas en el apartado anterior.

Se establece un consumo 28,00 litros l/ persona y día a una temperatura de uso de 60°C, según CTE o en su defecto ordenanzas locales y autonómicas. El consumo Diario de Agua Total en litros es de: 196 l/día

Se presentan a continuación los resultados de la demanda mensual:

ANÁLISIS DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DETALLADO POR MESES (KWh)													
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Demanda de energía (A.C.S.):	277,02	218,93	305,28	289,28	190,80	117,63	144,87	84,80	258,51	279,84	289,28	311,64	2767,9
Demanda de energía (Piscina):	6.988	5.962	5.735	4.987	3.853	3.004	2.328	2.396	3.022	4.614	5.890	6.909	55.688

Demanda Energética (kWh)



11.4. Superficie de Captación y Volumen de Acumulación

Utilizando un método de forma iterativa, el programa calcula y ajusta el número de captadores del modelo elegido de forma que se supere o iguale el valor mínimo de la fracción solar exigida para el consumo definido en 1.4 y la zona climática del término municipal de Cartagena. Ese valor mínimo es del 60% % de la demanda energética, según se indica en el “Código Técnico de la Edificación” (CTE) sin perjuicio de la normativa local o autonómica aplicable para el término municipal.

Se establece una instalación de 11 captadores de 2,35 m² de superficie útil, resultando una superficie total de captación de 25,85 m².

El grado de cobertura conseguido por la instalación de los captadores es del 5706,2 %.

La acumulación de Agua Caliente Sanitaria procedente de la aportación solar se realizará mediante un depósito interacumulador de 300 litros, que servirá para hacer frente a la demanda diaria.

El C.T.E., en su Documento Básico HE, Exigencia Básica HE4, Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria establece que para la aplicación de ACS, el área total de los captadores tendrá un valor tal que se cumpla la condición:

$$50 < V/A < 180$$

Siendo:

A la suma de las áreas de los captadores [m²];

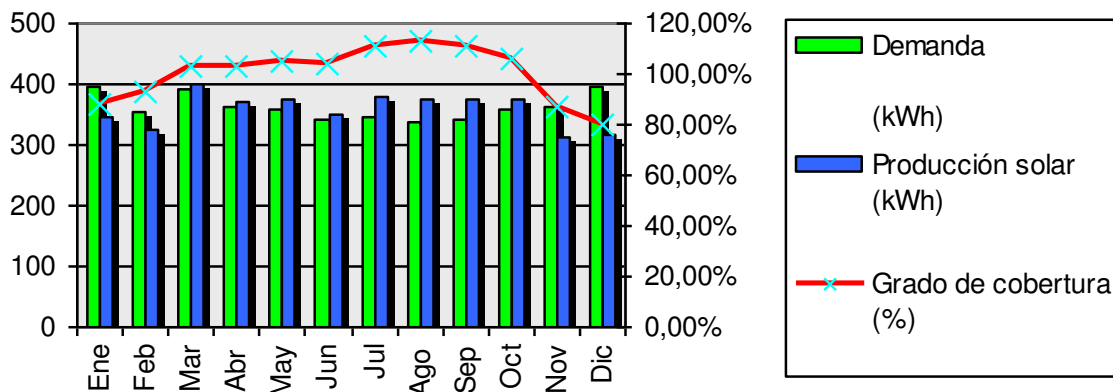
V el volumen del depósito de acumulación solar [litros].

Este volumen de acumulación supone una relación de 11,61 litros por metro cuadrado de captadores.

A continuación se presentan los datos de aporte solares mensuales de Agua Caliente, así como una gráfica en la que se representa la necesidad mensual de energía y el aporte solar.

ANÁLISIS DEMANDA-APORTE SOLAR DETALLADO POR MESES (KWh)

		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
Demanda energía (Total):	de	277,02	218,93	305,28	289,28	190,80	117,63	144,87	84,80	258,51	279,84	289,28	311,64	2767,9
Aporte solar A.C.S.:		1633,50	3148,00	1595,50	1930,00	9478,20	29213,80	22180,50	8070,380	3097,80	2591,40	1420,80	948,20	157941,5
Fracción media solar A.C.S.:		589,7%	1437,9%	522,6%	667,2%	4967,6%	24836,0%	15310,8%	9516,8,8%	1198,4%	926,0%	491,2%	304,3%	5706,2%
Aporte solar (Total):		554	757	1.446	1.569	2.190	2.481	2.626	2.700	2.331	1.495	841	727	19.718
Fracción media solar (Total):		4,6%	7,4%	14,4%	18,1%	41,7%	75,2%	100%	100%	64,7%	22,2%	8,8%	6,3%	22,8%



11.5. Fluido Caloportador

En el circuito primario se utilizará fluido solar Vaillant (propilenglicol en agua con inhibidores de corrosión. Concentración de propilenglicol: 42 - 45 %).

Datos del fluido solar Vaillant

- Punto de congelación (resistencia a las heladas según ASTM D 1177): **-28º**.
- Densidad (a 20 ºC según ASTM D 1122): **1,032 – 1,035 g/cm³**.

11.6. Campo de Captadores

La instalación se ha dimensionado para 11 captadores planos, homologados, marca Vaillant, modelo VFK 145 H.

η	0,801
K_1 (W/m ² K)	3,32
K_2 (W/m ² K ²)	0,023
Superficie Total (m ²)	2,51
Superficie Neta (m ²)	2,35

Los captadores se colocarán en la cubierta del edificio, quedando orientados con una desviación de 0 º con respecto al Sur y con una inclinación de 45 º con respecto a la horizontal.

Se instalarán válvulas de corte a la entrada y salida de cada batería, a fin de poder aislarla del resto para posibles mantenimientos o reparaciones. Se prevén también purgadores, válvulas de seguridad y válvulas para llenado y vaciado del circuito.

La estructura soporte de los captadores se compone de perfiles prefabricados de aluminio, dimensionados por el fabricante.

11.7. Acumulación del Calor Solar

El sistema de acumulación solar estará formado por un depósito interacumulador con un volumen total de 300 litros de capacidad, marca Vaillant, modelo(s):

- 1 ud(s) - VIH S 300/2 T
- Depósito de doble envolvente vitrificado para sistema termosifónico auroSTEP pro.
- Volumen (L) : 300
- Temperatura máxima del acumulador:90°C
- Presión máxima de servicio: 6 bares.
- Tipo de intercambiador de calor solar: Doble envolvente
- Superficie de intercambio solar: 1,86 m².
- Aislamiento de espuma de poliuretano: 50 mm de espesor.
- Ánodo de protección de magnesio.

11.8. Sistema de Intercambio

El depósito interacumulador lleva incorporado un serpentín de intercambio en su interior con dos tomas para su conexión al circuito primario de captación solar. El intercambio de la energía absorbida por el líquido caloportador en los captadores solares al Agua Caliente Sanitaria acumulada en el depósito se llevará a cabo a través de la superficie de intercambio del serpentín (tubo helicoidal).

11.9. Circuitos Hidráulicos

Para hacer la interconexión entre todos los sistemas que se han descrito, se debe prever el trazado correspondiente de tuberías entre los mismos así como todos los elementos auxiliares de una instalación hidráulica, véase, bombas de circulación, vaso de expansión, purgadores, valvulería y accesorios.

La configuración del sistema elegido es una instalación en la que el sistema de captación y acumulación de agua calentada mediante aporte solar y la preparación del ACS es en serie mediante.

Se diferencian **2 circuitos**:

- **Circuito primario con el fluido caloportador:** une el campo de captadores con serpentín del depósito interacumulador.
- **Circuito secundario de ACS:** conecta la toma de red con el depósito y a éste con el equipo complementario.

Para las instalaciones objeto del estudio, la unión entre el circuito primario y secundario se llevará a cabo mediante un Grupo Hidráulico que integrará los elementos de intercambio, bombeo y regulación solar.

Circuito Primario

El trazado de tuberías del circuito primario va desde los captadores solares ubicados en la cubierta de la vivienda, hasta el depósito interacumulador, ubicado en un local destinado a tal fin, donde se ubican los distintos elementos de la instalación (bomba, vaso de expansión, regulador, ...).

El dimensionado de los componentes del circuito primario se realiza para un caudal unitario de diseño de 45 l/h y metro cuadrado de superficie de captación, lo que significa un caudal total de 1034 l/hora, con la configuración de captadores en paralelo propuesta.

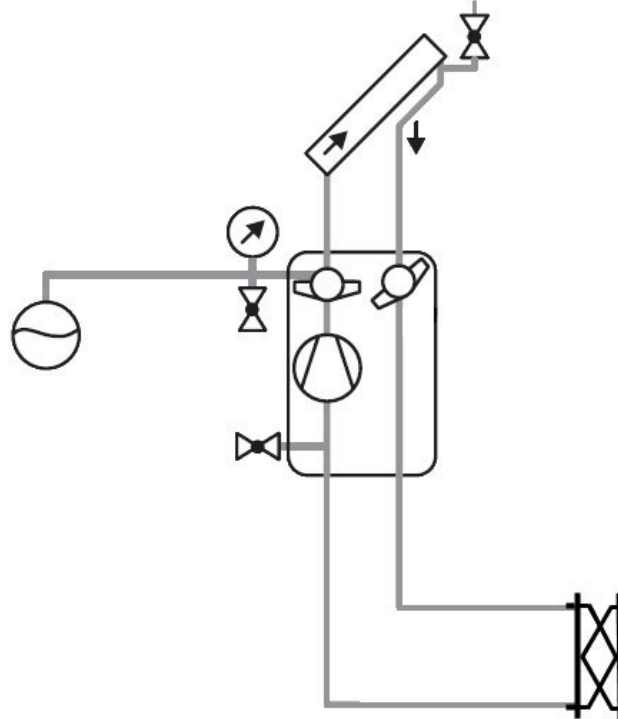
Para ese caudal y con la premisa de tener una pérdida de carga inferior a 20 mmca/m en las tuberías que circulan por el interior del edificio. Se propone un diámetro exterior de tubería de 0 mm.

Las tuberías del circuito primario serán de cobre con las uniones soldadas por capilaridad. En la unión de materiales distintos, para evitar la corrosión, se instalarán manguitos antielectrolíticos (mediante accesorios de PPR u otros materiales).

El aislamiento de las tuberías que discurren por el exterior se realizará con coquilla de lana de vidrio de 40 mm de espesor, recubierto con chapa de aluminio, para evitar su degradación, debido a la exposición a los agentes exteriores. En las tuberías no expuestas a la intemperie, el aislamiento será de caucho microporoso (Armaflex HT o similar) de 27 mm, apto para el funcionamiento a altas temperaturas.

Se debe instalar un Vaso de Expansión cerrado, adecuado para el uso con mezcla anticongelante de las siguientes características.

Esquema de la instalación



Circuito secundario de ACS

Las tuberías del circuito de acumulación serán de cobre con las uniones soldadas por capilaridad. Siempre que haya que realizar una unión entre elementos de distinto material, se deberán instalar manguitos electrolíticos, al objeto de evitar la corrosión.

Para el aislamiento de las tuberías, se colocará una coquilla de espuma elastomérica de 20mm de espesor en las tuberías cuyo diámetro exterior sea menor de 60mm, y de 30mm de espesor en aquellas con un diámetro exterior superior a 60mm. No precisan de la colocación de un acabado con protección a la intemperie ya que discurrirán por el interior del edificio.

En este circuito, se instalará un vaso de expansión con suficiente volumen para absorber la dilatación del agua desde su temperatura de llenado hasta su temperatura máxima de acumulación.

En el Anexo II de este proyecto, se ha incorporado un Esquema de Principio de La Instalación.

11.10. Sistema de Energía Convencional

Se prevé la utilización del sistema de energía convencional, para complementar la instalación solar en los periodos de baja radiación solar o de alto consumo. El sistema auxiliar está compuesto por que calentará el ACS hasta el nivel térmico de confort establecido por el usuario.

La conexión hidráulica se realizará de forma que tanto el agua de consumo sea calentada y/o almacenada en el acumulador solar, pasando al sistema de energía convencional para alcanzar la temperatura de uso, cuando sea necesario.

Se debe disponer un by-pass hidráulico del agua de red al sistema convencional para garantizar el abastecimiento de Agua Caliente Sanitaria, en caso de una eventual desconexión de la instalación solar, por avería, reparación o mantenimiento.

El equipo complementario conectado en serie con el depósito solar, solamente aportará al agua procedente de dicho depósito, la cantidad de energía necesaria para llegar a la temperatura de confort.

A la salida del depósito ACS, se instalará una válvula mezcladora de tres vías, con el fin de evitar sobretemperaturas en la instalación y de adaptar la temperatura del agua precalentada a la demanda del usuario.

Según CTE 3.3.6 el equipo complementario deberá disponer de un equipo de energía convencional complementario que debe cumplir con los siguientes requerimientos:

- No se podrá conectar el quipo complementario en el circuito primario de captadores.
- Se deberá dimensionar como si no se dispusiera del sistema solar.
- Sólo entrará en funcionamiento cuando sea estrictamente necesario y de forma que se aproveche lo máximo posible la energía extraída del campo de captación.
- Debe disponer de un termostato de control sobre la temperatura de preparación que en condiciones normales de funcionamiento permitirá cumplir con la legislación vigente en cada momento referente a la prevención y control de la legionelosis
- En el caso de que el sistema de energía convencional complementario sea instantáneo, el equipo será modulante, es decir, capaz de regular su potencia de forma que se obtenga la temperatura de manera permanente con independencia de cuál sea la temperatura del agua de entrada al citado equipo.

- En el caso de climatización de piscinas, para el control de la temperatura del agua se dispondrá una sonda de temperatura en el retorno de agua al intercambiador de calor y un termostato de seguridad dotado de rearme manual en la impulsión que enclave el sistema de generación de calor. La temperatura de tarado del termostato de seguridad será, como máximo, 10 °C mayor que la temperatura máxima de impulsión.

11.11. Regulación Solar y Sistema Eléctrico

Para regular el funcionamiento de la instalación se utilizará una centralita de control que con los valores de lectura de diferentes sondas de temperatura actuará sobre las bombas y válvulas correspondientes.

La centralita de control diferencial de temperatura auromATIC 560 procederá a la activación de la bomba, cuando el salto térmico entre captadores y la parte fría del circuito de distribución (ACS o piscina) permita una transferencia energética superior al consumo eléctrico de la bomba, marcándose un diferencial de temperatura máximo y mínimo, según características de la instalación, para la activación y la parada de la bomba.

La precisión del sistema de control, asegurará que las bombas estén en marcha con saltos de temperatura superiores a 7°C y paradas con diferencias de temperatura menores de 2°C. El sistema de control asegurará, mediante la parada de las bombas, que en ningún caso se alcancen temperaturas superiores a las máximas soportadas por los materiales y componentes.

Para el funcionamiento correcto del sistema de regulación, hay que asegurar que las sondas de temperatura en la parte baja de los acumuladores y en el circuito puedan leer correctamente los correspondientes valores de temperatura. La localización e instalación de los sensores de temperatura deberá asegurar un buen contacto térmico con la parte en la cual hay que medir la temperatura. En el caso de utilizarse sondas de inmersión se instalarán los sensores en el interior de vainas y en contracorriente con el fluido.

La instalación dispondrá de un contador de agua caliente solar situado en el circuito primario que cuantifique la energía producida por la instalación solar. Este contador estará constituido por los siguientes elementos: contador de agua; dos sondas de temperatura; un microprocesador electrónico (en algunos casos irá conectado a la propia centralita).

El contador de agua y una de las sondas se situarán en la entrada del campo de captadores. La otra sonda se situará en la salida del mismo (agua caliente). El microprocesador electrónico podrá estar situado en la parte superior del contador o por separado (incluido en la centralita).

El cuadro eléctrico dispondrá de selectores para controlar el funcionamiento de las bombas con conmutación automática y manual de parada y marcha. Se colocarán elementos de

señalización para visualizar el estado de funcionamiento de las bombas y protecciones eléctricas (interruptores magnetotérmicos y diferenciales) adecuadas a cada elemento de la instalación.

11.12. Caldera de Biomasa

En este caso, hemos escogido las calderas de **pellet renerVIT**.

A modo de introducción, definimos los pellets como un tipo de biocombustible, catalogado como **biomasa sólida**, el cual está formado por cilindros muy pequeños, de unos pocos milímetros de diámetro. Están elaborados a partir de serrín natural seco, sin ningún aditivo, comprimiendo el mismo a altas presiones para conseguir una composición muy densa y dura, consiguiendo así un gran poder calorífico.

11.12.1. Descripción

Las calderas de pellet renerVIT se pueden integrar sin problema alguno en un sistema de calefacción existente y son totalmente compatibles con las instalaciones de energía solar térmica ayudando de esta forma a los clientes a dar un paso adelante hacia la independencia energética. Vaillant ofrece sistemas para cualquier tipo de demanda de confort en edificios modernos, la renerVIT se puede combinar sin problemas con sistemas de energía solar Vaillant, calderas a gas, gasóleo o sistemas de ventilación controlada.



11.12.2. Características

- Fácil instalación y utilización: carga y limpieza automáticas.
- Adaptable a diferentes sistemas de carga del pellet.
- Compatibles con instalaciones solares y otros generadores.
- Ahorro de costes de hasta un 50 %, comparado con otras calderas.
- Uso sencillo.

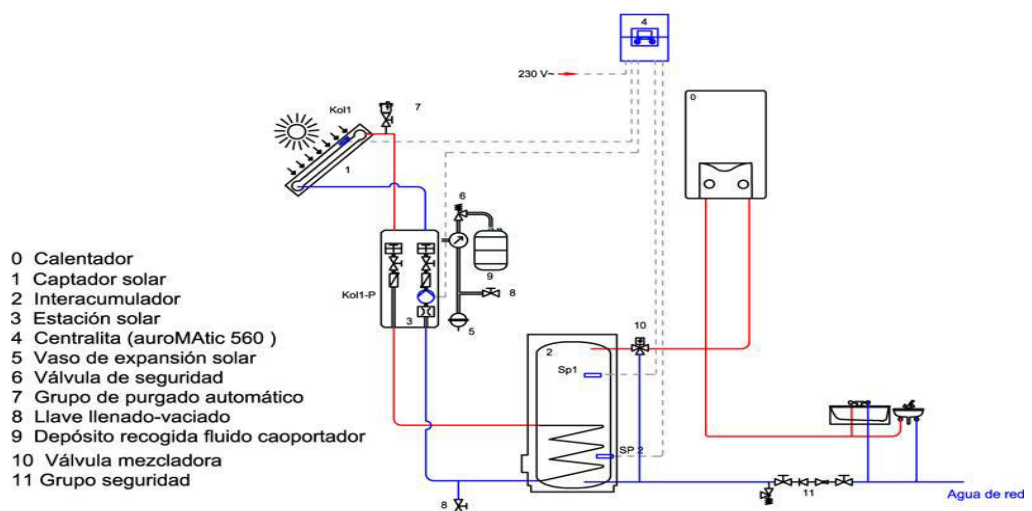
11.12.3. Ficha Técnica

	VKP 141-1	VKP 141-2	VKP 202-2	VKP 302-2	VKP 141-3	VKP 202-3	VKP 302-3
Características							
Sistema de carga del pellet	Manual	Tornillo sinfín	Tornillo sinfín	Tornillo sinfín	Aspiración	Aspiración	Aspiración
Rendimiento a potencia nominal	92,1%	92,1%	93,0%	91,5%	92,1%	93,0%	91,5%
Rendimiento a potencia mínima	93,7%	93,7%	90,5%	90,5%	93,7%	90,5%	90,5%
Presión nominal	3 bar						
Temperatura de humos a potencia nominal	130 °C	130 °C	110 °C	140 °C	130 °C	110 °C	140 °C
Temperatura de humos a potencia mínima	70 °C	70 °C	65 °C	65 °C	70 °C	65 °C	65 °C
Temperatura máxima de impulsión	95 °C						
Temperatura mínima de retorno	60 °C						
Tensión de servicio	230 V / 50 Hz						
Conexiones de ida y retorno	R1						
Conexión salida de humos	130 mm						
Peso del depósito de pellet	45 kg	-	-	-	67 kg		
Peso de la caldera	260 kg	260 kg	310 kg	310 kg	260 kg	310 kg	310 kg
Contenido de agua	57 L	57 L	76 L	76 L	57 L	76 L	76 L
Dimensiones							
Largo	1407 mm	1407 mm	1407 mm	1407 mm	1407 mm	1407 mm	1407 mm
Ancho	1108 mm	590 mm	590 mm	590 mm	1108 mm	590 mm	590 mm
Alto	1355 mm	1135 mm	1235 mm	1235 mm	1355 mm	1235 mm	1235 mm

Tabla 36. Ficha Técnica Caldera de Pellets

En este caso, escogeremos el modelo VPK-302-3.

11.13. Esquema Hidráulico de la Instalación



12. Cálculo de la sección de los conductores

Cuando por los conductores de una línea circula una corriente eléctrica, se produce una caída de tensión y, en consecuencia, una pérdida de potencia producida por el paso de la corriente eléctrica a través de los conductores.

El cálculo de una línea eléctrica se basa en determinar la pérdida de tensión y la densidad de corriente de los conductores, cuyos valores deberán permanecer siempre dentro de los límites establecidos en la reglamentación técnica correspondiente, así como en las normas particulares de las empresas suministradoras de energía eléctrica.

Para el cálculo de la sección hay que tener en cuenta los siguientes criterios:

- **Criterio de caída de tensión:** se basa en la reglamentación técnica, la cual establece la caída de tensión máxima admisible según el tipo de línea a diseñar.
- **Criterio de calentamiento o densidad de corriente:** este criterio corresponde a la densidad de corriente admisible por el cable, en la que la intensidad máxima admisible se establece en las tablas del REBT y las normas UNE.
- **Criterio de corrientes de cortocircuito:** se basa en el valor de la corriente de cortocircuito prevista en el punto de origen de la línea de alimentación. Su cálculo se basa en la siguiente ecuación:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t} = K \cdot S$$

La sección final del conductor debe ser válida por los tres criterios mencionados en la parte superior, escogiendo el caso más desfavorable.

12.1. Cálculo de la Sección mediante el Criterio de Calentamiento

Responde a la densidad de corriente admisible por el cable. Depende del tipo de instalación, características del conductor y del tipo de aislamiento. Las tablas del REBT nos indican las intensidades máximas admisibles por los distintos conductores para unas determinadas condiciones de instalación. Cuando las condiciones difieren de las condiciones tipo, habrá que aplicar distintos factores de corrección para la determinación de la sección del conductor.

$$I'_b = \frac{I_b}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \dots}$$

Siendo:

I_b la intensidad

I'_b la corriente de diseño modificada

K_1, K_2, K_3 , distintos factores de corrección a aplicar según características de la instalación.

Antes de calcular la sección, tendremos que obtener el valor de la intensidad. Para ello, con el valor de la potencia total obtenida y suponiendo un factor de potencia ($\cos \varphi$) = 0,9.

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{6795 \text{ W}}{230 \cdot 0,9} = 32,82 \text{ A}$$

A continuación, obtendremos los factores de corrección a partir de las tablas establecidas en la norma UNE 20460-5-523.

12.1.1. Factores de Corrección

- Factores de corrección por temperatura.

Cuando la temperatura ambiente sea distinta de 40°C, las intensidades de la tabla A.52-bis (mostrada más adelante), se deberán multiplicar por un factor de corrección que tenga en cuenta el salto térmico.

A continuación, se muestran las tablas 52-D1 y 52-D2, donde se establecen los factores de corrección en función de la temperatura y del tipo de aislamiento del conductor.

Tabla 52 – D1
Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para cables al aire libre

Temperatura ambiente °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral*	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

Tabla 37. Tabla 52-D1. Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30°C, a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para cables al aire libre

En este caso, se trata de una instalación fotovoltaica que va a estar expuesta a temperaturas alrededor de los 60°C, el cable escogido va a ser XLPE (Polietileno Reticulado), por lo que obtendríamos un factor de corrección correspondiente al valor de **K₁ = 0,71**.

Tabla 52 – D2
Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20 °C a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para cables en conductos enterrados

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

Tabla 38. Tabla 52-D2. Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno, diferentes de 20 °C, a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para cables en conductos enterrados

En este caso, al tener un aislamiento de XLPE, y suponiendo una temperatura máxima del terreno de 50 °C, el factor de corrección obtenido será **K₂ = 0,76**.

En la siguiente tabla se establecen los factores de corrección en función de si la resistividad térmica del terreno es diferente al valor de 2,5 K·m/W.

En la ITC-LBT 7, se establece la resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad. En nuestro caso, nos encontramos a 120 metros sobre el nivel del mar en montaña, por lo que podemos considerar que se trata de un terreno arenoso muy seco, por lo que obtendremos un valor de resistividad igual a 1,5 K·m/W.

Resistividad térmica del terreno (K·m/W)	Naturaleza del terreno y grado de humedad
0,40	Inundado
0,50	Muy húmedo
0,70	Húmedo
0,85	Poco húmedo
1,00	Seco
1,20	Arcilloso muy seco
1,50	Arenoso muy seco
2,00	De piedra arenisca
2,50	De piedra caliza
3,00	De piedra granítica

Tabla 39. Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad

Resistividad térmica K·m/W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96

Tabla 40. Tabla 52-D3. Factores de corrección para cables en conductos enterrados en terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para el método de referencia D.

Por lo que, obtendremos otro factor de corrección **K₃= 1,1**.

o *Factores de corrección por agrupamiento*

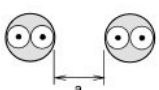
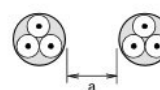
El calentamiento mutuo de los cables, cuando varios circuitos coinciden en la misma canalización, obliga a incluir un factor de corrección adicional para tener en cuenta la mayor dificultad para disipar el calor generado, ya que equivale a una mayor temperatura ambiente.

A continuación se establecen las tablas con factores de corrección para las condiciones mencionadas en la parte superior.

Tabla 52 – E2
Factores de reducción por agrupamiento de varios circuitos, cables directamente enterrados
(Método de instalación D de las tablas 52 – C1 a 52 – C4, cables unipolares o multipolares)

Número de circuitos	Distancia entre cables (a)*				
	Nula (cables en contacto)	Un diámetro de cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

* Cables multiconductores

* Cables unipolares

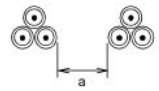
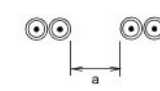



Tabla 41. Tabla 52-E2. Factores de reducción por agrupamiento de varios circuitos, cables directamente enterrados.

En este caso, suponiendo una distancia entre cables de 0,5 metros y 2 circuitos, obtenemos un factor de corrección **K₄= 0,90**.

- Factores de corrección por arranque

Para receptores con lámpara de descarga, factor de corrección 1,8.

Para motores 1,25.

A continuación, una vez que ya hemos establecido todos los factores de corrección de nuestra instalación, obtendremos la intensidad máxima admisible por el cable, y a su vez, la sección del mismo por el método de corrientes de cortocircuito.

$$I'_b = \frac{I_b}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4} = \frac{32,82}{0.71 \cdot 0.76 \cdot 1.1 \cdot 0.9} = 61,43 \text{ A}$$

Tabla A.52-1 bis
Intensidades admisibles en amperios
Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de instalación de la tabla 52-B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento												
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
A1		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2								
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2				
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
C					PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2			
E						PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2		
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm ²													
Cu													
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	—
Aluminio													
2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	—	—
4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	—	—
6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	—	—
10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	—	—
16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	—	—
25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105	—
35	—	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130	—
50	—	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160	—
70	—	—	—	116	122	136	139	151	162	170	187	206	—
95	—	—	—	140	148	167	169	183	197	207	230	251	—
120	—	—	—	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293	—
150	—	—	—	187	197	223	227	246	264	277	312	338	—
185	—	—	—	212	225	256	259	281	301	316	359	388	—
240	—	—	—	248	265	300	306	332	355	372	429	461	—

Es necesario consultar las tablas 52 - C1 a 52 - C12 con el fin de determinar la sección de los conductores para la que la intensidad admisible anterior es aplicable para cada uno de los métodos de instalación.

Tabla 42. Intensidades admisibles en amperios, temperatura ambiente 40 °C en el aire

Al entrar en la tabla con un valor de 62,53 A y al haber escogido un cable XLPE2 sobre bandeja perforada (F), obtenemos un valor de intensidad de 76 A, el cual, cubre nuestras necesidades, obteniendo una sección de:

$$1x(1x10mm^2) + (1x6 mm^2)$$

12.2. Cálculo de la Sección mediante el Criterio de Corrientes de Cortocircuito.

Antes de realizar el cálculo de la sección mediante este criterio, hay que calcular el valor de la corriente de cortocircuito, establecido en el REBT.

Como generalmente se desconoce la impedancia del circuito de alimentación a la red (impedancia del transformador, red de distribución y acometida), se admite que, en caso de cortocircuito, la tensión en el inicio de las instalaciones de los usuarios, se puede considerar como 0.8 veces la tensión del suministro (230V). Se toma la falla fase-tierra como el más desfavorable, y además, se supone despreciable la inductancia de los cables. Esta consideración es válida cuando el Centro de Transformación, origen de la alimentación, está situado fuera del edificio o lugar del suministro afectado, en cuyo caso, habría que considerar todas las impedancias.

La fórmula a aplicar para el cálculo de la corriente de cortocircuito se muestra a continuación:

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U}{R}$$

Donde:

I_{cc} Intensidad de cortocircuito máxima en el punto considerado.

U tensión de alimentación fase-neutro (230V).

R resistencia del conductor de fase entre el punto considerado y la alimentación.

Normalmente el valor de R deberá tener en cuenta la suma de las resistencias de los conductores entre la CGP (Caja General de Protección) y el punto considerado en el que se desea calcular el cortocircuito, por ejemplo, el punto donde se encuentra el cuadro con los dispositivos generales de mando y protección.

Para el cálculo de R, se considerará que los conductores se encuentran a una temperatura de 20 °C, para obtener el valor máximo de la corriente de cortocircuito.

Suponiendo una longitud de 40 metros de 10mm² de Derivación Individual (DI) y una longitud de 10 metros de 95 mm² de Línea General de Alimentación (LGA) calculamos las resistencias de fase de DI y LGA:

$$R_{DI} = \rho \cdot \frac{L_{DI}}{S_{DI}} = 0,018 \cdot \frac{40}{10} = \mathbf{0.072 \Omega}$$

$$R_{LGA} = \rho \cdot \frac{L_{LGA}}{S_{LGA}} = 0,018 \cdot \frac{10}{95} = \mathbf{0.00189 \Omega}$$

Una vez obtenidos los valores de la resistencia de la DI y la resistencia de la LGA, calculamos la resistencia total:

$$R_T = R_{DI} + R_{LGA} = 0.072 + 0.00189 = \mathbf{0.739 \Omega}$$

Una vez calculada la Resistencia total, obtenemos la **Intensidad de cortocircuito**:

$$I_{cc} = \frac{0.8 \cdot U}{R} = \frac{0.8 \cdot 230}{0.0739} = \mathbf{2489,85 A}$$

Ya obtenido el valor de la intensidad de cortocircuito, podemos aplicar el criterio de la corriente de cortocircuito. Para ello, hay que obtener el valor del tiempo de corte.

El tiempo de corte t_c para cualquier corriente de cortocircuito en un punto de la línea a proteger, no debe ser superior a un valor determinado. Dicho valor está asociado al tiempo en el que la temperatura de los conductores tarda en alcanzar el límite admisible.

Para verificar si la sección elegida es suficiente para soportar la corriente de cortocircuito, conocido el valor de esta última, y su duración (t , en segundos), debe cumplirse la condición:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t} = K \cdot S$$

K es una constante que depende de la naturaleza del conductor, cobre o aluminio, y del tipo de aislamiento (PVC, XLPE, etc).

Esta ecuación será válida para tiempos entre 0,1s y 5 s:

$$0,1 s < t_c < 5s$$

La expresión expresada anteriormente, se determina en función de la ecuación de equilibrio térmico, donde se cumple que:

$$ENERGÍA RADIADA = ENERGÍA CALORÍFICA$$

$$Energía Radiante = \lambda \cdot L \cdot S \cdot (T_1 - T_2)$$

$$Energía Calorífica = R \cdot I^2 \cdot t$$

Igualando las dos ecuaciones, obtenemos:

$$\lambda \cdot L \cdot S \cdot (T_1 - T_2) = R \cdot I_{cc}^2 \cdot t$$

$$\lambda \cdot L \cdot S \cdot (T_1 - T_2) = \rho \cdot \frac{L}{S} \cdot I_{cc}^2 \cdot t$$

$$\lambda \cdot \frac{(T_1 - T_2)}{\rho} \cdot S^2 = I_{cc}^2 \cdot t$$

$$K_1 \cdot S^2 = I_{cc}^2 \cdot t$$

$$K_1 \cdot S = I_{cc} \cdot \sqrt{t}$$

Donde:

λ = Coeficiente de Transmisión del Calor.

S = Sección del conductor (mm²).

L = longitud del conductor.

T_1 y T_2 = Temperatura Inicial y Final de cortocircuito.

t = tiempo de disparo del elemento de protección.

I_{cc} = intensidad de cortocircuito.

Para obtener el valor de K, utilizamos la siguiente tabla

Tabla 43A
Valores de k para un conductor activo

	Aislamiento del conductor							
	PVC 70 °C ≤ 300 mm ²	PVC 70 °C > 300 mm ²	PVC 90 °C ≤ 300 mm ²	PVC 90 °C > 300 mm ²	PR/EPR	Caucho 60 °C	Mineral	Mineral
							Con PVC	Desnudo
Temperatura inicial °C	70	70	90	90	90	60	70	105
Temperatura final °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Material del conductor								
Cobre	115	103	100	86	143	141	115 *	135
Aluminio	76	68	66	57	94	93	-	-
Conexiones soldadas con estaño para los conductores de cobre	115	-	-	-	-	-	-	-

* Este valor debe ser utilizado para los cables desnudos susceptibles de ser tocados.

Tabla 43. Tabla 43^a. Valores de k para un conductor activo

En este caso, el valor de K será de 115.

A su vez, el valor del tiempo de corte se establecerá en 3 s.

Por lo que, aplicando la ecuación mostrada arriba, obtendremos el valor de la sección:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t} = K \cdot S$$

$$S = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K} = \frac{2489,85 \cdot \sqrt{0,3}}{115} = 11,85 \text{ mm}^2$$

En este caso, la sección normalizada sería de 16 mm^2 , por lo que la sección del cable mediante este método viene expresada a continuación:

$$1x(1x16\text{mm}^2) + (1x10 \text{ mm}^2)$$

12.3. Cálculo de la Sección mediante el Criterio de la Caída de Tensión

La caída de tensión deberá adecuarse a las prescripciones establecidas en la ITC-BT 19, así como las prescripciones de las compañías en el caso de acometidas.

La sección de los conductores a utilizar en la instalación se determinará de forma que la caída de tensión entre el origen de la instalación interior y cualquier punto de utilización, sea, salvo lo prescrito en las instrucciones particulares, menor del 3% de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas, y para otras instalaciones interiores o receptoras, del 3% para alumbrado y del 5% para los demás usos.

Esta caída de tensión, se calculará considerando alimentados todos los aparatos de utilización, susceptibles de funcionar simultáneamente. El valor de la caída de tensión podría compensarse entre la de la instalación interior y la de las derivaciones individuales, de forma que la caída de tensión total sea inferior a la suma de los valores límites especificados para ambas, según el tipo de esquema utilizado.

El número de aparatos susceptibles de funcionar simultáneamente, se determinará en cada caso particular, de acuerdo con las indicaciones incluidas en las instrucciones del presente reglamento, y en su defecto, con las indicaciones facilitadas por el usuario, considerando una utilización racional de los aparatos.

El esquema utilizado en nuestro caso, será un esquema para un único usuario, mostrado a continuación.

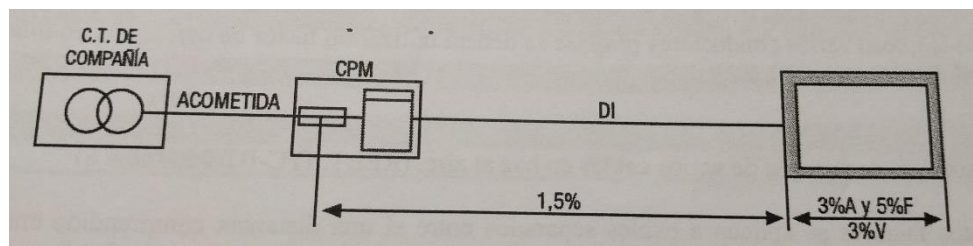


Figura 14. Esquema de la instalación para un único usuario

A continuación, se muestran las expresiones de la sección del conductor en función de la potencia activa de la carga:

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$$

$$\frac{P}{U} = I \cdot \cos \varphi$$

$$S = 2 \cdot \rho \cdot \frac{L}{\Delta U} \cdot \frac{P}{U} = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot P}{\Delta U \cdot U}$$

La expresión anterior, se puede también determinar en función del valor de la conductancia, teniendo en cuenta que:

$$\gamma = \frac{1}{\rho}$$

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U}$$

Siendo:

S = sección del conductor (mm²).

ρ = coeficiente de resistividad del conductor ($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$).

L = longitud de la línea en metros.

P = potencia activa de la carga (W).

U = tensión en la línea (V).

ΔU = caída de tensión (V).

γ = conductancia del conductor (valor en función del tipo de aislamiento).

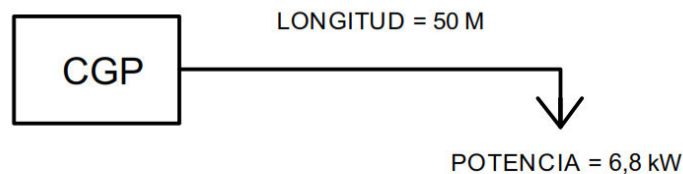
Para obtener el valor de la conductancia, tenemos que tener en cuenta el tipo de aislamiento y la temperatura, que en este caso se trata de un aislamiento de XLPE, al que le corresponde una temperatura de 90°C, obteniéndolo en la tabla mostrada a continuación:

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	47,6	44
Aluminio	35	29	27,3
Temperatura	20°C	70°C	90°C

Tabla 44. Conductancia según el tipo de aislamiento

En este caso, el valor de la conductancia es **44**.

A continuación, se muestra un esquema desde la Caja General de Protección (CGP) hasta la potencia calculada.



Aplicamos la ecuación mostrada en la parte superior:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 50 \cdot 6800}{44 \cdot 3 \cdot 230} = 22,4 \text{ mm}^2$$

No se trata de una sección normalizada, por lo que la sección obtenida será de **25 mm²**, expresada a continuación:

$$1x(1x25\text{mm}^2) + 1x(1x16 \text{ mm}^2)$$

12.4. Cálculo de la Sección de la Instalación Fotovoltaica

12.4.1. Cálculo de la sección de la Instalación Fotovoltaica por Criterio de Calentamiento

Para el cálculo de la sección, tendremos en cuenta los siguientes datos, proporcionados por el fabricante:

- Potencia nominal: 100 W
- Corriente en el punto de máxima potencia: $I_{pmp} = 5,32$ A
- Tensión en el punto de máxima potencia: $U_{pmp} = 18,78$ V
- Corriente de cortocircuito: $I_{cc} = 5,70$ A
- Potencia del inversor = potencia nominal de la instalación: 100 W
- Potencia de pico de la instalación: $12 \times 1 \times 100$ W = 1200 W = 1,2 kW

A continuación calculamos la tensión y la intensidad en el punto de máxima potencia para obtener la sección del cable a emplear:

$$U = U_{pmp} \cdot n^{\circ} \text{ de paneles} = 18,78 \cdot 17 = 319,26 \text{ V}$$

A continuación, realizamos el mismo proceso con la intensidad:

$$I = I_{pmp} \cdot n^{\circ} \text{ de paneles} = 5,32 \cdot 17 = 90,44 \text{ A}$$

Para el cálculo de la sección y una vez obtenido el valor de la intensidad máxima admisible por el cable, aplicando la norma UNE 20460-5, tendremos que aplicar los diferentes factores de corrección establecidos para nuestra instalación.

Tabla 52-D1

Tabla 52 – D1
Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30 °C a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para cables al aire libre

Temperatura ambiente °C	Aislamiento			
	PVC	XLPE y EPR	Mineral*	
			Cubierta de PVC o cable desnudo y accesible 70 °C	Cable desnudo e inaccesible 105 °C
10	1,22	1,15	1,26	1,14
15	1,17	1,12	1,20	1,11
20	1,12	1,08	1,14	1,07
25	1,06	1,04	1,07	1,04
35	0,94	0,96	0,93	0,96
40	0,87	0,91	0,85	0,92
45	0,79	0,87	0,87	0,88
50	0,71	0,82	0,67	0,84
55	0,61	0,76	0,57	0,80
60	0,50	0,71	0,45	0,75
65	–	0,65	–	0,70
70	–	0,58	–	0,65
75	–	0,50	–	0,60
80	–	0,41	–	0,54
85	–	–	–	0,47
90	–	–	–	0,40
95	–	–	–	0,32

* Para temperaturas ambiente más elevadas, consultar al fabricante.

En este caso, obtendremos un factor de corrección $K_1 = 0,71$, ya que nuestra instalación va a estar sometida a temperaturas de 60 °C y el aislamiento del cable va a ser de XLPE (Polietileno Reticulado)

Tabla 52 – D2
Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferentes de 20 °C a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para cables en conductos enterrados

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

La temperatura del terreno se establece en 50 °C y un aislamiento de XLPE, por lo que el factor de corrección obtenido será $K_2 = 0,76$.

Tabla 52 – D3
Factores de corrección para cables en conductos enterrados en terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para el método de referencia D


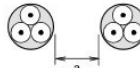
Resistividad térmica K·m/W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96

En este caso, escogeremos una resistividad térmica del terreno de 1,5 K·m/W, ya que se trata de un terreno arenoso muy seco, por lo que el factor de corrección obtenido es de **K₃=1,1**.

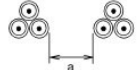
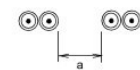
Tabla 52 – E2
Factores de reducción por agrupamiento de varios circuitos, cables directamente enterrados
(Método de instalación D de las tablas 52 – C1 a 52 – C4, cables unipolares o multipolares)

Número de circuitos	Distancia entre cables (a)*				
	Nula (cables en contacto)	Un diámetro de cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80

* Cables multiconductores

* Cables unipolares

En este caso, suponiendo una distancia entre cables de 0,5 metros y 2 circuitos, obtenemos un factor de corrección **K₄= 0,90**.

Una vez obtenidos todos los factores de corrección, obtendremos el valor de la intensidad admisible y podremos escoger la sección del cable para la instalación fotovoltaica.

$$I'_b = \frac{I_b}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4} = \frac{90,44}{0,71 \cdot 0,76 \cdot 1,1 \cdot 0,9} = 169,3 \text{ A}$$

Al tratarse de un tendido en bandeja perforada, el sistema de instalación es tipo F y al ser una instalación monofásica y cable elegido de Cu (Cobre), debemos entrar en la columna XLPE2, de la tabla mostrada a continuación, obteniendo así la sección buscada.

Tabla A.52-1 bis
Intensidades admisibles en amperios
Temperatura ambiente 40 °C en el aire

Método de instalación de la tabla 52-B1	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento											
		PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2						
A1												
A2	PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2							
B1				PVC3	PVC2		XLPE3		XLPE2			
B2			PVC3	PVC2		XLPE3	XLPE2					
C					PVC3	PVC2	XLPE3		XLPE2			
E						PVC3	PVC2	XLPE3		XLPE2		
F							PVC3		PVC2	XLPE3		XLPE2
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Sección mm ² Cu												
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
Aluminio												
2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	–
4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	–
6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	–
10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	–
16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	–
25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105
35	–	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130
50	–	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160
70	–	–	–	116	122	136	139	151	162	170	187	206
95	–	–	–	140	148	167	169	183	197	207	230	251
120	–	–	–	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293
150	–	–	–	187	197	223	227	246	264	277	312	338
185	–	–	–	212	225	236	259	281	301	316	359	388
240	–	–	–	248	265	300	306	332	355	372	429	461

Es necesario consultar las tablas 52 – C1 a 52 – C12 con el fin de determinar la sección de los conductores para la que la intensidad admisible anterior es aplicable para cada uno de los métodos de instalación.

Obtenemos una Intensidad Máxima de 140 A, y una sección de 25 mm².

$$1x(1x50mm^2) + 1x(1x25 mm^2)$$

12.4.2. Cálculo de la sección de la Instalación Fotovoltaica por Criterio de Corrientes de Cortocircuito

En este caso, al tener el número de paneles solares y la potencia de cortocircuito establecida en la ficha técnica del mismo, podemos estimar el valor de la corriente de cortocircuito con la expresión mostrada a continuación:

$$I_{cc} = n^{\circ} \text{ de paneles} \cdot I_{cc}^{panel} = 17 \cdot 8,45 \text{ A} = 143,65 \text{ A}$$

Para conocer la sección del cable de la instalación fotovoltaica por el método de Intensidad de Cortocircuito, se aplicará la expresión que viene dada a continuación, desarrollada en el apartado anterior:

Para obtener el valor de K, utilizamos la siguiente tabla

Tabla 43A
Valores de k para un conductor activo

	Aislamiento del conductor							
	PVC 70 °C ≤ 300 mm ²	PVC 70 °C > 300 mm ²	PVC 90 °C ≤ 300 mm ²	PVC 90 °C > 300 mm ²	PR/EPR	Caucho 60 °C	Mineral	Mineral
							Con PVC	Desnudo
Temperatura inicial °C	70	70	90	90	90	60	70	105
Temperatura final °C	160	140	160	140	250	200	160	250
Material del conductor								
Cobre	115	103	100	86	143	141	115 *	135
Aluminio	76	68	66	57	94	93	-	-
Conexiones soldadas con estaño para los conductores de cobre	115	-	-	-	-	-	-	-

* Este valor debe ser utilizado para los cables desnudos susceptibles de ser tocados.

En este caso, el valor de K será de 115.

A su vez, el valor del tiempo de corte se establecerá en 3 s.

Por lo que, aplicando la ecuación mostrada arriba, obtendremos el valor de la sección:

$$I_{cc} \cdot \sqrt{t} = K \cdot S$$

$$S = \frac{I_{cc} \cdot \sqrt{t}}{K} = \frac{143,65 \cdot \sqrt{3}}{115} = 2,16 \text{ mm}^2$$

En este caso, obtendremos una sección de 4 mm^2 , expresada a continuación:

$$1x(1x4\text{mm}^2) + 1x(1x2,5 \text{ mm}^2)$$

12.4.3. Cálculo de la sección de la Instalación Fotovoltaica por Criterio de la Caída de Tensión

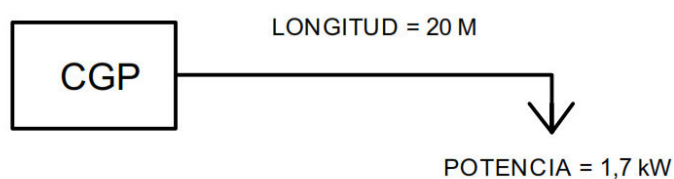
Este criterio se ha desarrollado en la parte superior. En este caso, la potencia obtenida es de **1,7 kW**.

Para obtener el valor de la conductancia, tenemos que tener en cuenta el tipo de aislamiento y la temperatura, que en este caso se trata de un aislamiento de XLPE, al que le corresponde una temperatura de 90°C, obteniéndolo en la tabla mostrada a continuación:

Material	γ_{20}	γ_{70}	γ_{90}
Cobre	56	47,6	44
Aluminio	35	29	27,3
Temperatura	20°C	70°C	90°C

En este caso, el valor de la conductancia es **44**.

A continuación, se muestra un esquema desde la Caja General de Protección (CGP) hasta la Instalación Fotovoltaica.



Aplicamos la ecuación mostrada en la parte superior:

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot P}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 1700}{44 \cdot 3 \cdot 230} = 2,24 \text{ mm}^2$$

En este caso, obtendremos una sección de 4 mm², expresada a continuación:

$$1x(1x4\text{mm}^2) + 1x(1x2,5 \text{ mm}^2)$$

Una vez obtenida la sección de la Instalación Fotovoltaica por los tres criterios, escogeremos el más desfavorable, que en este caso se trata del criterio de calentamiento, en el cuál, hemos obtenido una sección, expresada a continuación:

$$1x(1x50\text{mm}^2) + 1x(1x25 \text{ mm}^2)$$

12.4.4. Cálculo de protecciones en Instalación Fotovoltaica

Para el cálculo del Interruptor Automático a seleccionar para la protección de nuestra instalación, tenemos que tener en cuenta los siguientes parámetros establecidos por el inversor escogido, los cuales se muestran a continuación:

- *Potencia total instalación: 1700 W*
- *Intensidad de Cortocircuito Instalación Fotovoltaica: 143,65 A*
- *Tensión : 400 V*
- *Factor de potencia (cosφ) : 0,9*

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\varphi} = \frac{1700}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 2,72 \text{ A}$$

Aplicando los factores de corrección empleados en la parte superior, obtenemos la sección a emplear entre el inversor y el cuadro general de protección de la vivienda:

$$I' = \frac{I}{K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4} = \frac{2,72}{0,71 \cdot 0,76 \cdot 1,1 \cdot 0,9} = 5,09 \text{ A}$$

La sección obtenida de la Tabla A 52-1bis (mostrada en la parte superior), Norma UNE 20460-5-523 (2004) es de **1,5 mm²**.

Para una Intensidad de 5,09 A, utilizaremos el Interruptor Automático **DPX 125 en caja moldeada**, del fabricante **legrand**, con un magnetotérmico **DPX-E 125 -16 kA**.

A continuación, se establecen sus características técnicas:

Tensión nominal 500V ~. 250 V =

50/60 Hz

Térmico regulable 0,7 a 1 In y precintable magnético fijo

Conexión por borna de 70 mm²

Poder de Corte 16 kA

El IA escogido, está representado en el ANEXO II, en el esquema unifilar de la instalación fotovoltaica.

13. Presupuesto

13.1. Instalación de ACS (Agua Caliente Sanitaria)

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
1.1	Caldera renerVIT modelo VPK-302-3	1,00	9.536,00	9.536,00
1.2	Depósito para carga por aspiración 10-60 kW	1,00	1.458,00	1.458,00
1.3	Paquete básico para carga por vacío	1,00	1.094,00	1.094,00
1.4	Ampliación del eje sinfin 1m	1,00	195,00	195,00
1.5	Tubo de aspiración 15m	1,00	444,00	444,00
1.6	Silo saco para caldera de tornillo sinfin	1,00	3.132,00	3.132,00
1.7	Calentador atmoMAG ES 6-0/0 XI	1,00	293,00	293,00
1.8	Interacumulador vitrificado VIH 750 S	1,00	3.055,00	3.055,00
1.9	Vaso de Expansión solar de montaje mural 18 l	1,00	93,00	93,00
1.10	Estación Solar alISTOR VPS 300/3-7	1,00	1.302,00	1.302,00
1.11	Regulador solar auroMATIC 570	1,00	279,00	279,00
1.12	Purgador automático	1,00	134,00	134,00
1.13	Kit de conexión hidráulica	1,00	205,00	205,00
TOTAL Instalación de ACS (Agua Caliente Sanitaria)				21.220,00

13.2. Instalación Solar Fotovoltaica

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
2.1	Módulo Solar Monocristalino Techno Sun de alto rendimiento	17,00	416,10	7.073,70
2.2	Batería OPZS 800 Hoppecke	3,00	2.275,00	6.825,00
2.3	Inversor Steca Solarix PI 1100	1,00	750,00	750,00
2.4	Regulador 30 A/12 W 24 V	2,00	211,06	422,12
2.5	Cable Sección 1x(1x50 mm ²)+1x(1x25mm ²)	20,00	1,83	36,60
TOTAL Instalación Solar Fotovoltaica				15.107,42

13.3. Instalación Eléctrica

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
3.1	50 m de cable 1x(1x16mm ²)+1x(1x10mm ²)	50,00	0,80	40,00
3.2	Acometida RZ 2x16 AL	10,00	2,68	26,80
3.3	Cable DI(Derivación Individual) Sección 1x(1x10mm ²)	40,00	0,55	22,00
3.4	Interruptor magnetotérmico DPX 125 en caja moldeada	1,00	98,00	98,00

TOTAL Instalación Eléctrica

186,80

13.4. Instalación de Climatización

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
4.1	Rejillas orientables con recirculación				
			7,00	68,32	478,240
4.2	Difusor Lineal sin plenum 2 vías				
			1,00	46,68	46,68
4.3	Compresor Hermético Rotativo Mitsubishi Electric NH 31 VNET				
			1,00	355,00	355,00
4.4	Tubo flexible de Aluminio PVC				
			1,00	1020,40	1020,40
TOTAL Instalación de Climatización					1880,32

13.5. Resumen Presupuesto Total

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
01	Instalación de ACS (Agua Caliente Sanitaria).....	21.220,00	55,27
02	Instalación Solar Fotovoltaica.....	15.107,42	39,35
03	Instalación Eléctrica.....	186,80	0,49
04	Instalación de Climatización.....	1.880,32	4,90
TOTAL EJECUCIÓN		38.394,54	
	13,00 % Gastos generales.....	4.991,29	
	6,00 % Beneficio industrial.....	2.303,67	
	SUMA DE G.G. y B.I.	7.294,96	
	16,00 %	7.310,32	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	52.999,82	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	52.999,82	

14. Bibliografía

- [1] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE): *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red*.
- [2] Real Decreto 842/2002 BOE: *Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión*.
- [3] BOE-A-2013-9511: *Código Técnico de la Edificación*.
- [4] UNE 20460-5-523: *Instalaciones eléctricas en Edificios. Parte 5: selección e Instalación de los materiales eléctricos. Sección 523: Intensidades Admisibles en sistemas de conducción de cables. Noviembre 2014*.
- [5] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE): *Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones de Baja temperatura. Instalaciones de Energía Solar Térmica*.
- [6] Apuntes Asignatura: *Centrales Eléctricas y Energías Renovables*.
- [7] Manual de Usuario de calificación energética de edificios *CE³X*.
- [8] Manual de Usuario: *Vaillant*.
- [9] Cálculo de instalación de climatización: <http://www.luisllamas.es/calculadora-necesidades-climatizacion/>
- [10] Apuntes Asignatura: *Instalaciones Eléctricas de Media y Baja Tensión*.

Anexos

Anexo I. Listado de Figuras y Tablas empleadas

- **Figuras:**

- **Figura 1.** Solicitaciones Hidrostáticas y Corte Estatigráfico.
- **Figura 2.** Descripción de los distintos elementos constructivos que conforman la vivienda.
- **Figura 3.** Esquema de la Instalación de Climatización.
- **Figura 4.** Esquema de Instalación Solar Térmica.
- **Figura 5.** Mapa de España de radiación solar global anual sobre superficie horizontal.
- **Figura 6.** Definición de la orientación e inclinación del módulo fotovoltaico.
- **Figura 7.** Ángulos de inclinación.
- **Figura 8.** Sombras proyectadas en modelo 3D.
- **Figura 9.** Diagrama de proyección de sombras de la vivienda.
- **Figura 10.** Panel Solar.
- **Figura 11.** Ficha Técnica Panel Solar
- **Figura 12.** Regulador a emplear en Instalación Fotovoltaica
- **Figura 13.** Sistema para calentamiento de apoyo y calentamiento de agua con acumulador combinado, calentador mural y bloque hidráulico.
- **Figura 14.** Esquema de la instalación para un único usuario

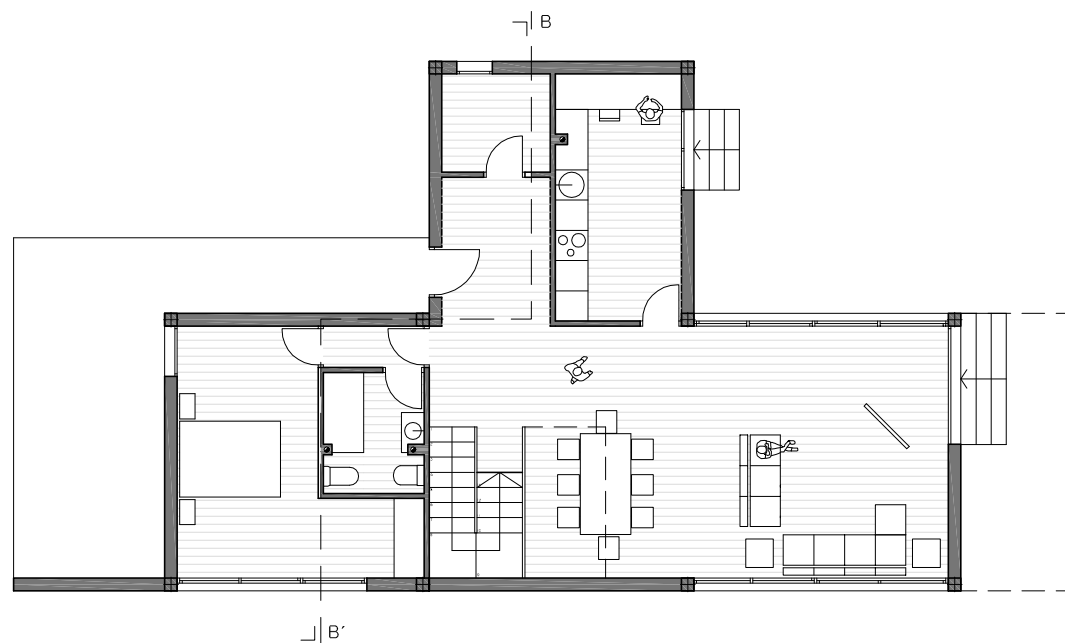
- **Tablas:**

- **Tabla 1.** Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético.
- **Tabla 2.** Valor base y factor corrector por superficie de la demanda energética de calefacción.
- **Tabla 3.** Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica.
- **Tabla 4.** Transmitancia térmica límite de particiones interiores cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes y medianerías en W/m²K.
- **Tabla 5.** Transmitancia térmica límite de particiones interiores cuando delimiten unidades del mismo uso, U en W/m²K.
- **Tabla 6.** Zonas Climáticas de la Península Ibérica.
- **Tabla 7.** Ocupación según horas por Uso Residencial.
- **Tabla 8.** Transmitancia de Huecos Zona Climática B3.
- **Tabla 9.** Transmitancia del elemento [W/m²K].
- **Tabla 10.** Transmitancia térmica de huecos [W/m²K].
- **Tabla 11.** Valores límite de la eficiencia energética de la instalación.
- **Tabla 12.** Potencia máxima de iluminación.
- **Tabla 13.** Contribución solar mínima anual para ACS en %.
- **Tabla 14.** Contribución solar mínima en %, Caso Climatización de piscinas cubiertas.
- **Tabla 15.** Pérdidas límite.
- **Tabla 16.** Demanda de referencia a 60 °C.
- **Tabla 17.** Valores mínimos de ocupación del cálculo del uso residencial privado.

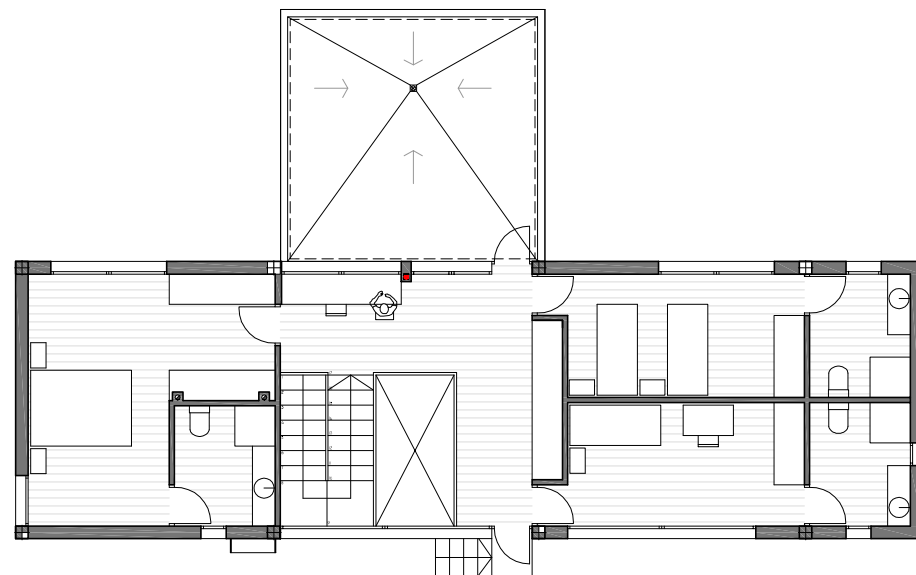
- **Tabla 18.** Plan de vigilancia.
- **Tabla 19.** Plan de mantenimiento. Sistema de captación.
- **Tabla 20.** Plan de mantenimiento. Sistema de acumulación.
- **Tabla 21.** Plan de mantenimiento. Sistema de intercambio.
- **Tabla 22.** Plan de mantenimiento. Sistema de captación.
- **Tabla 23.** Plan de mantenimiento. Sistema eléctrico y de control.
- **Tabla 24.** Plan de mantenimiento. Sistema de energía auxiliar.
- **Tabla 25.** Temperatura diaria mensual de agua fría (°C).
- **Tabla 26.** Coeficiente climático.
- **Tabla 27.** Ratios de producción por zona climática.
- **Tabla 28.** Pérdidas límite.
- **Tabla 29.** Radiación Solar Global media diaria anual.
- **Tabla 30.** Pérdidas por disposición de módulos.
- **Tabla 31.** Litros ACS/día a 60°C según tipo de suministro.
- **Tabla 32.** Radiación solar global media diaria anual.
- **Tabla 33.** Tabla de valores de pérdidas por sombreado.
- **Tabla 34.** Obtención de coeficiente adimensional K en función de la latitud.
- **Tabla 35.** Estimaciones de las medias mensuales a largo plazo.
- **Tabla 36.** Ficha Técnica Caldera de Pellets.
- **Tabla 37.** Tabla 52-D1. Factores de corrección para temperaturas ambiente diferentes de 30°C, a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para cables al aire libre.

- **Tabla 38. Tabla 52-D2.** Factores de corrección para temperaturas ambiente del terreno diferente de 20 °C a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para cables en conductos enterrados.
- **Tabla 39.** Resistividad térmica del terreno en función de su naturaleza y humedad.
- **Tabla 40. Tabla 52-D3.** Factores de corrección para cables en conductos enterrados en terrenos de resistividad diferente de 2,5 K·m/W a aplicar a los valores de las intensidades admisibles para el método de referencia D.
- **Tabla 41. Tabla 52-E2.** Factores de reducción por agrupamiento de varios circuitos, cables directamente enterrados.
- **Tabla 42.** Intensidades admisibles en Amperios. Temperatura ambiente 40 °C en el aire
- **Tabla 43. Tabla 43A.** Valores de k para un conductor activo

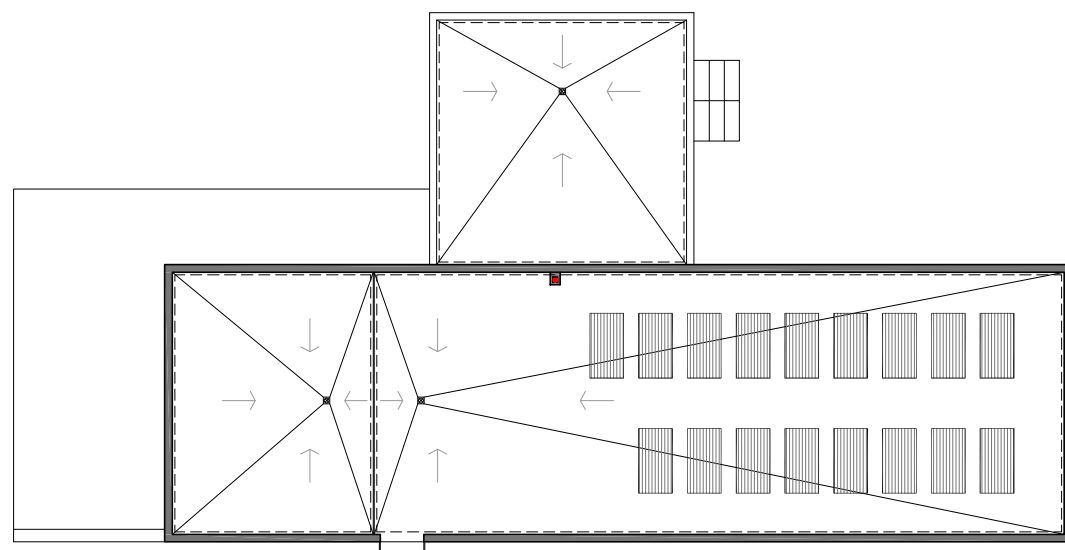
Anexo II. Planos



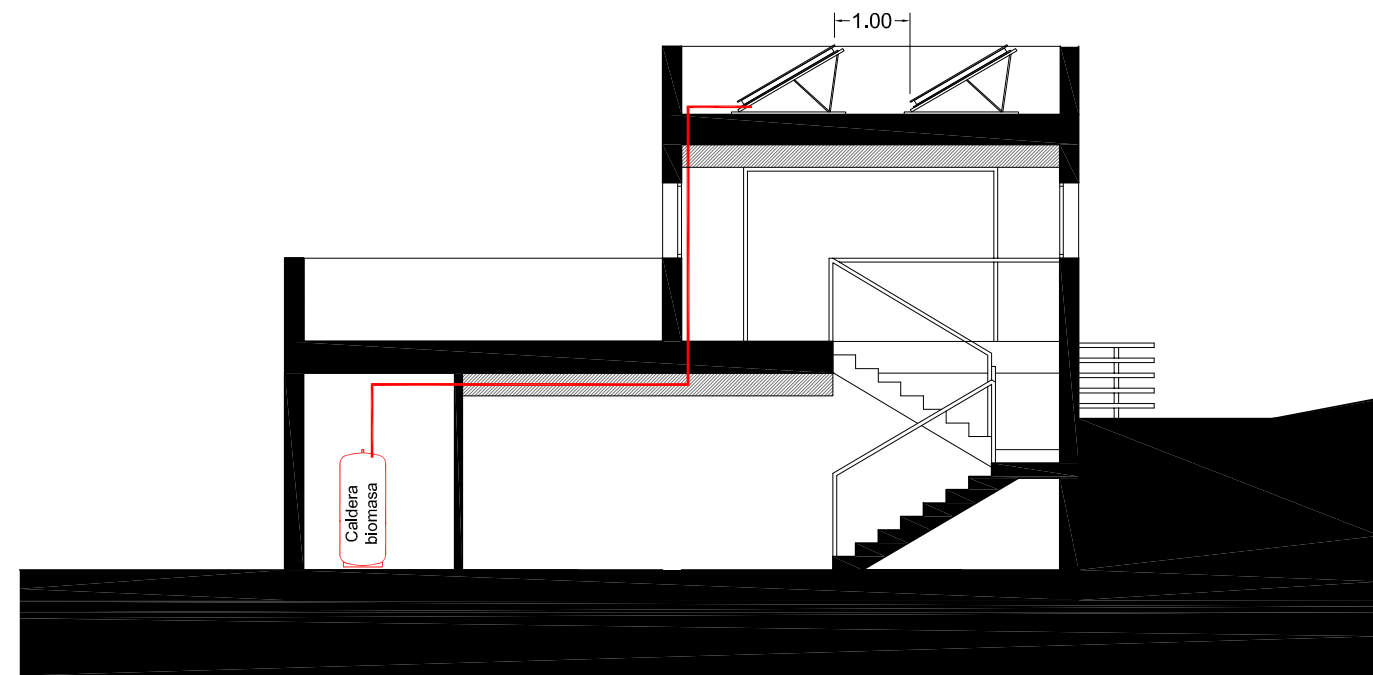
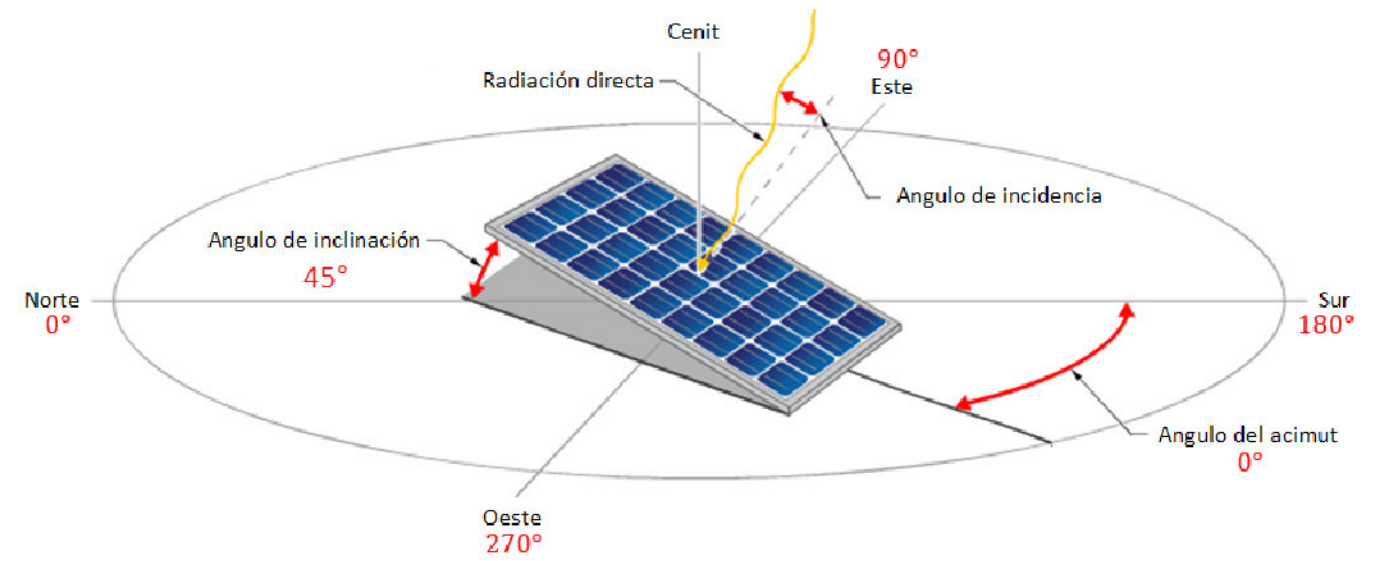
PLANTA BAJA
E 1:150




PLANTA PISO
E 1:150

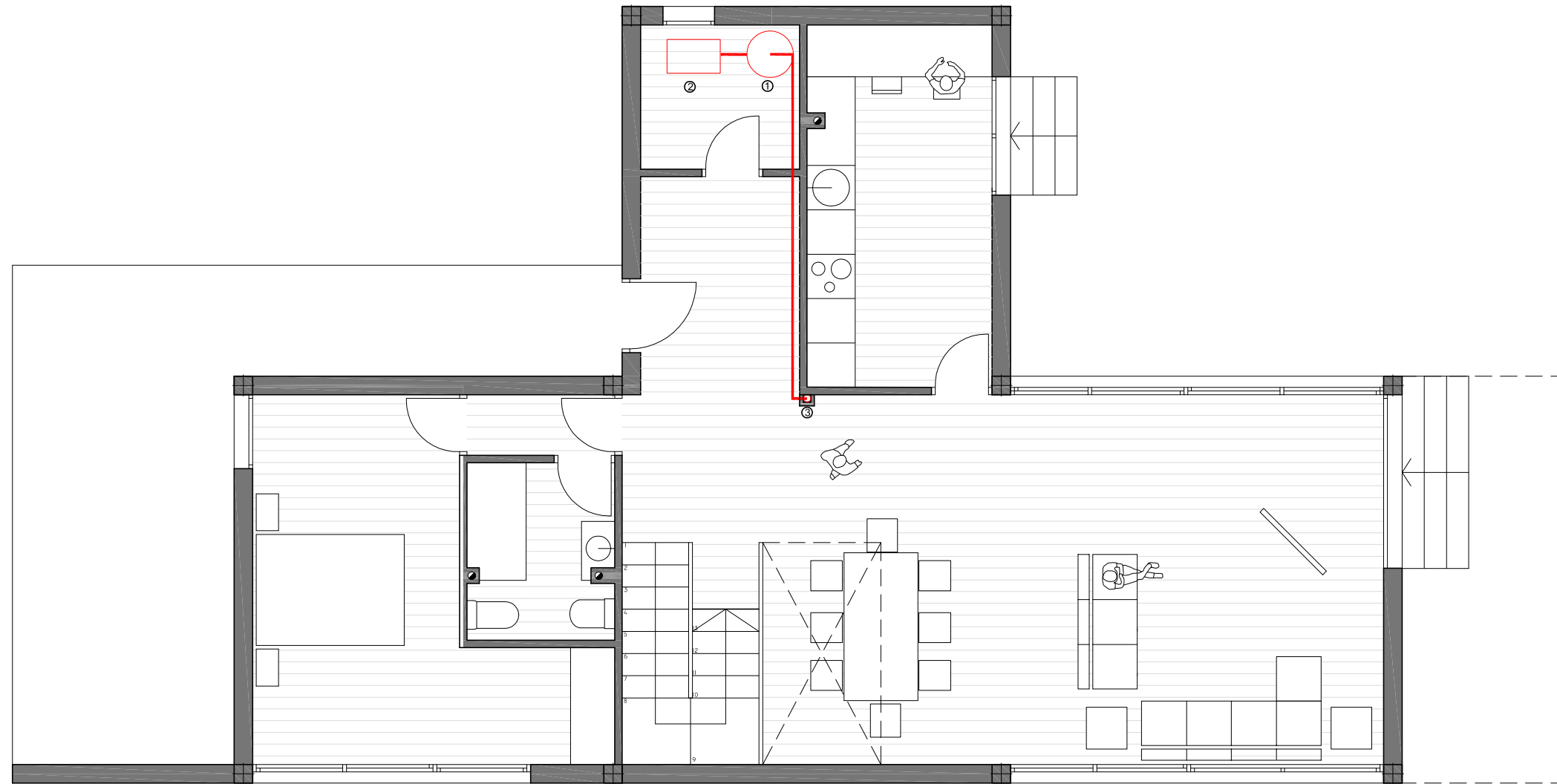


PLANTA CUBIERTA
E 1:150



SECCIÓN E 1:100


NOMBRE DE PROYECTO:		VIVIENDA UNIFAMILIAR CERO EMISIONES DE CO2		 Universidad Politécnica de Cartagena
NOMBRE DE PLANO:		DISTRIBUCIÓN DE INSTALACIONES		
ESCALA:	FORMATO:	REALIZADO POR:	FECHA:	NºPLANO:
1/150	A3	M ^a DOLORES IBAÑEZ FERNANDEZ	OCT-16	01

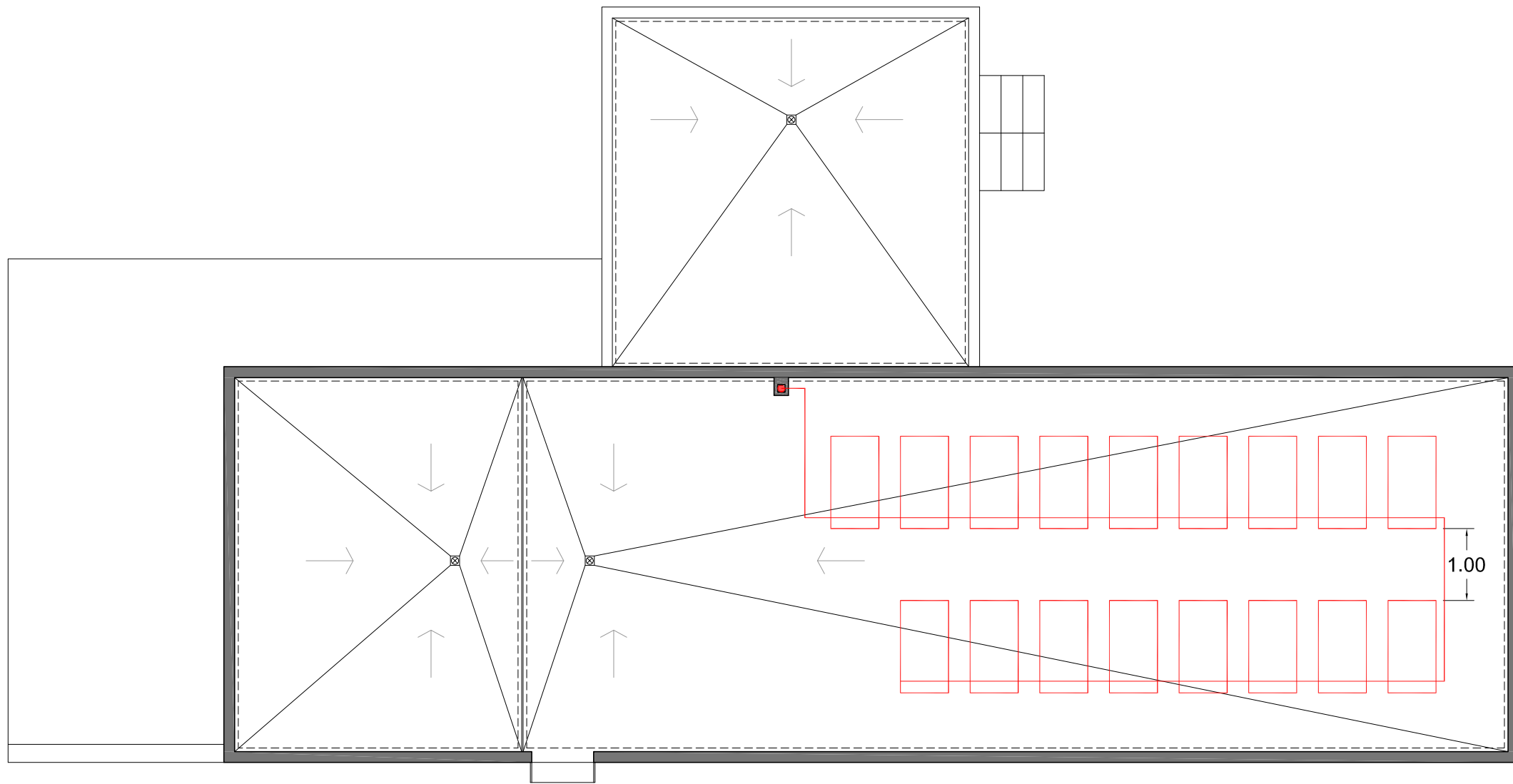


PLANTA BAJA

Leyenda

- 1. Caldera de Biomasa
- 2. Depósito
- 3. Tubería de Interconexión con Instalación Solar

NOMBRE DE PROYECTO:		VIVIENDA UNIFAMILIAR CERO EMISIONES DE CO2		 Universidad Politécnica de Cartagena
NOMBRE DE PLANO:		INSTALACIÓN PLANTA BAJA		
ESCALA:	FORMATO:	REALIZADO POR:	FECHA:	NºPLANO:
1/75	A3	M ^a DOLORES IBAÑEZ FERNANDEZ	OCT-16	02

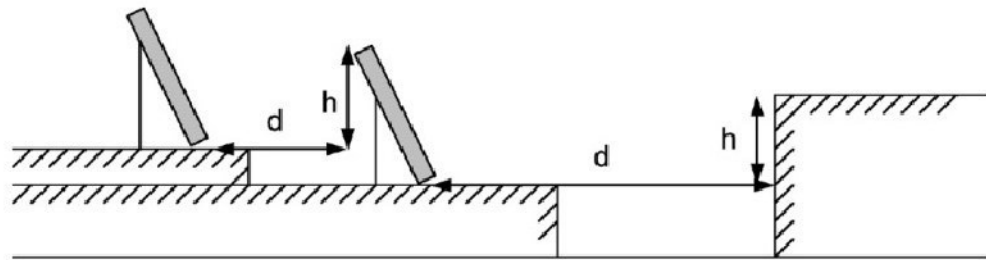


PLANTA CUBIERTA

Cálculo de la distancia mínima según IDAE

El IDAE en su [Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red](#), establece una fórmula sencilla para calcular la distancia mínima. Según éste, la distancia mínima **deberá garantizar un mínimo de 4 horas de sol** en torno al mediodía del **solsticio de invierno**. La distancia mínima "d" deberá ser superior al valor obtenido por la siguiente expresión:

$d = h / \text{tg}(61^\circ - \Phi)$; para **cubierta horizontal**



Siendo:

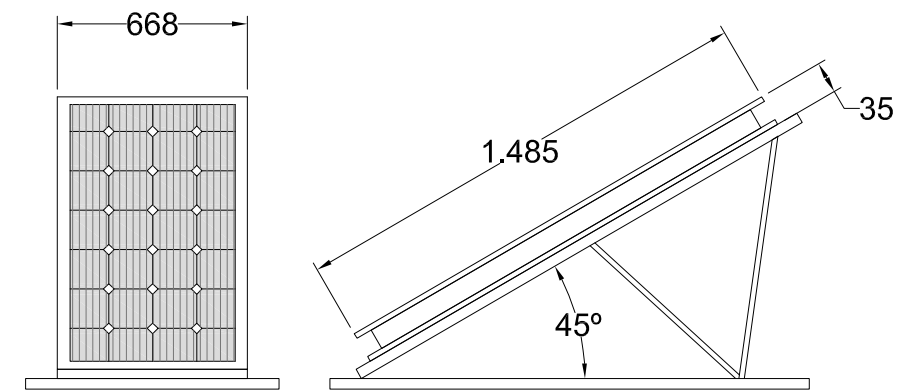
h - la altura de la placa respecto a la horizontal

Φ - latitud del lugar

d - distancia mínima

DISTANCIA MÍNIMA = **66cm**
 DISTANCIA MÍNIMA PARA GARANTIZAR UN MÍNIMO DE 4h DE SOL ENTORNO AL MEDIODÍA DEL SOLSTICIO DE INVIERNO

Ahora bien, está fórmula **sólo es válida** para superficies **planas u horizontales**, y cuyo **azimut no difiera mucho de 0°**. Esto es muy importante porque mucha gente suele aplicar esta fórmula de manera indiscriminada cuando el propio IDAE especifica que tiene limitaciones.



MÓDULO FOTOVOLTAICO TECHNO SUN 100W
 ORIENTACIÓN 0°
 INCLINACIÓN 45°

NOMBRE DE PROYECTO:		VIVIENDA UNIFAMILIAR CERO EMISIONES DE CO2	
NOMBRE DE PLANO:		INSTALACIÓN PLANTA CUBIERTA	
ESCALA:	FORMATO:	REALIZADO POR:	
1/75	A3	M^aDOLORES IBAÑEZ FERNANDEZ	

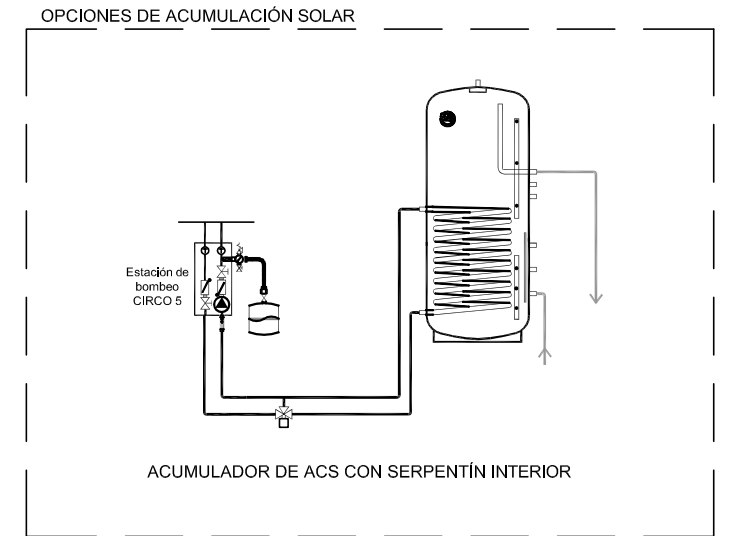
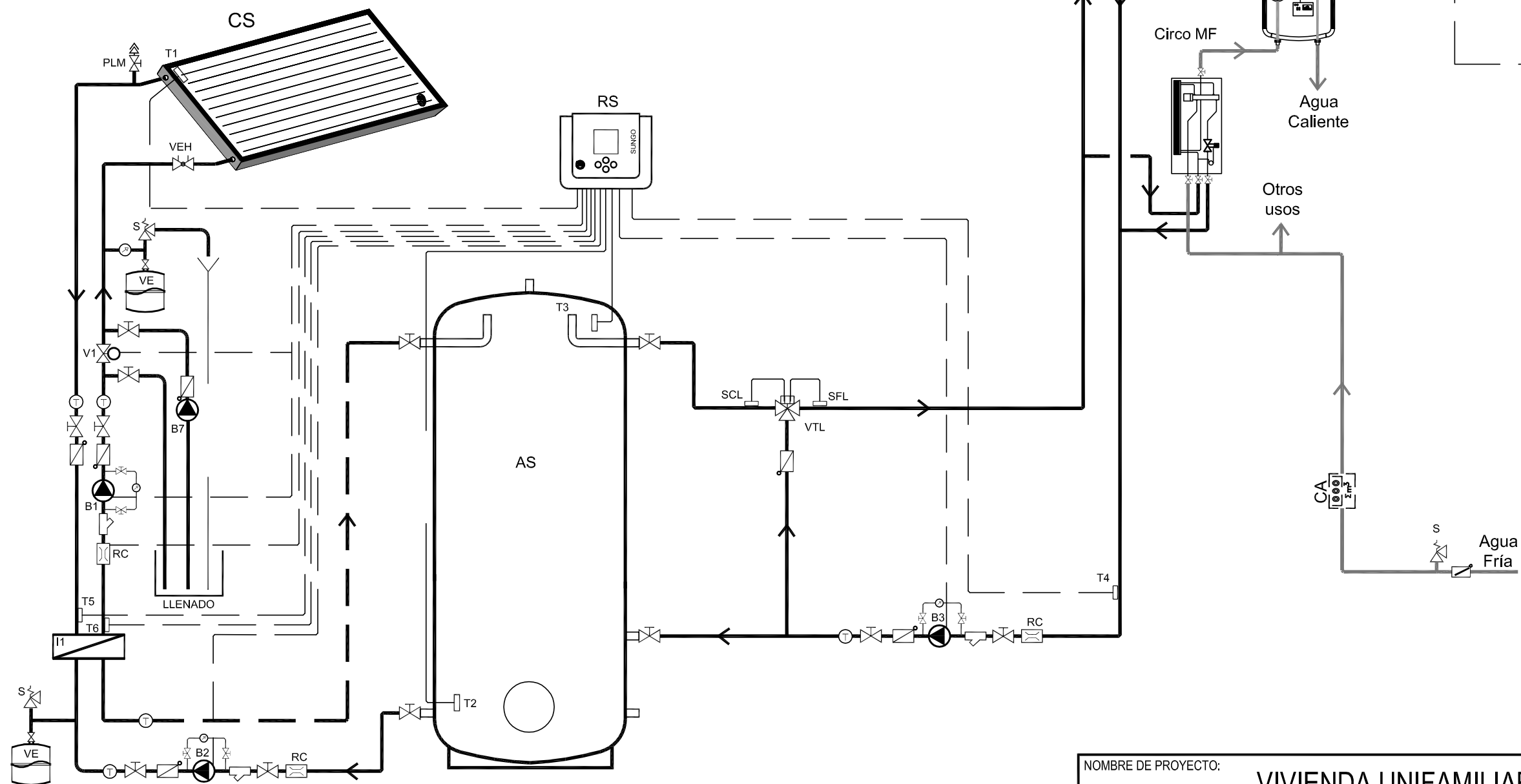



DPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA
 JUAN MARTINEZ TUDELA

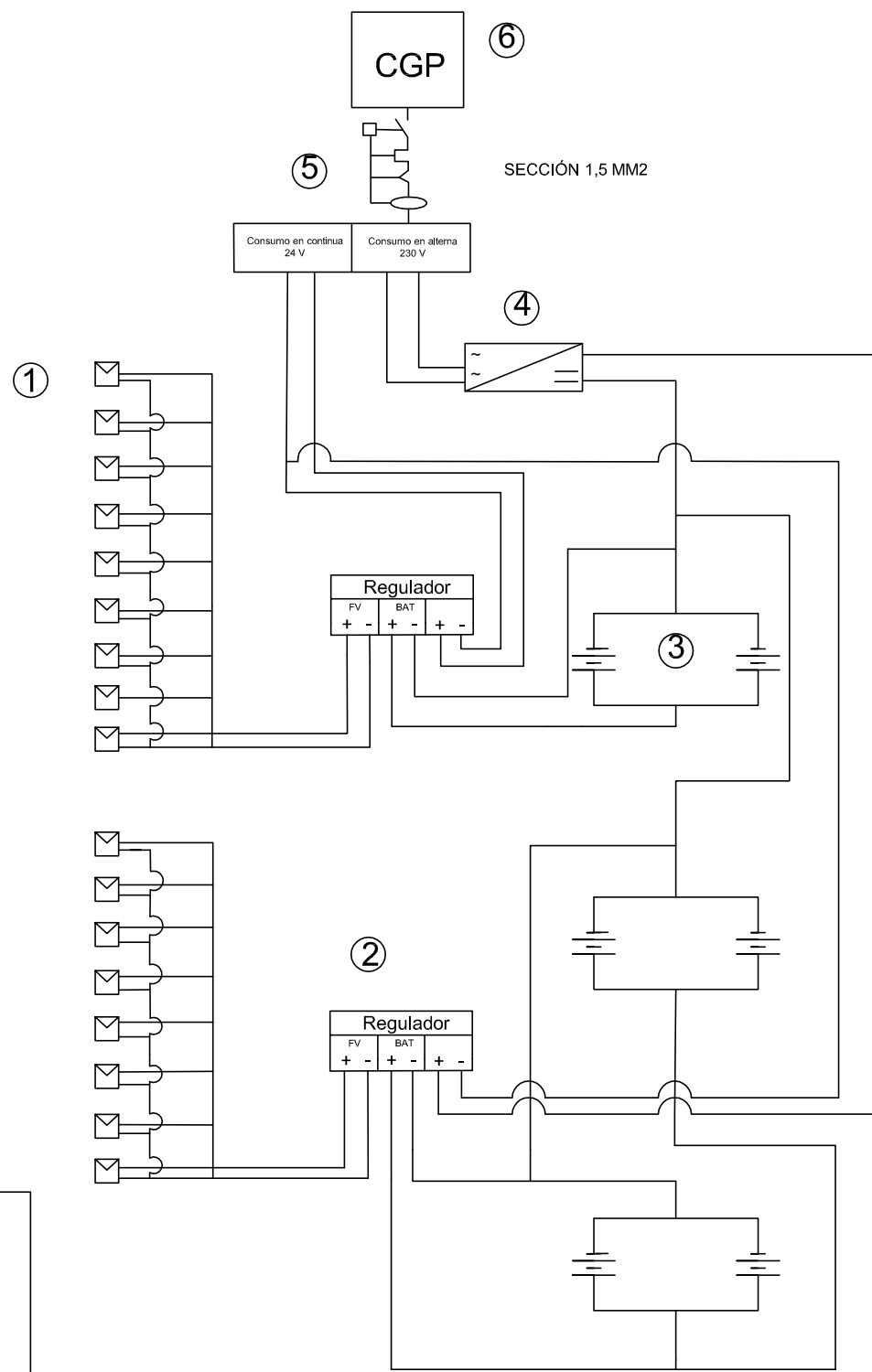
FECHA: **OCT-16** N°PLANO: **03**

B1: Bomba de circulación del circuito primario solar
 B2: Bomba de circulación del circuito secundario solar
 B3: Bomba de circulación del circuito de distribución de agua precalentada
 M3: Mezclador de agua para limitación de la temperatura de ACS (tres vías)
 I1: Intercambiador circuito solar
 CIRCO MF: Unidad premontada de intercambiador precalentamiento
 ACS caldera individual
 S: Válvula de seguridad
 VE: Vaso de expansion
 RC: Regulador de caudal
 PLM: Purgador manual o automático con llave de corte
 VEH: Válvula de equilibrado hidráulico
 CA: Contador de agua
 VTL: Válvula termóstática (dos ptos. consigna)

T1: Sonda de temperatura de captadores
 T2: Sonda de temp. zona fría acumulador solar
 T3: Sonda de temp. zona caliente acumulador solar
 T5: Sonda de temp. entrada intercambiador de primario
 T6: Sonda de temp. salida intercambiador de primario



NOMBRE DE PROYECTO:		VIVIENDA UNIFAMILIAR CERO EMISIONES DE CO2		 Universidad Politécnica de Cartagena DPTO. INGENIERÍA ELÉCTRICA JUAN MARTINEZ TUDELA
NOMBRE DE PLANO:		ESQUEMA DE PRINCIPIO INSTALACIÓN DE ACS		
ESCALA:	FORMATO:	REALIZADO POR:	FECHA:	Nº PLANO:
S.E.	A3	M ^a DOLORES IBAÑEZ FERNANDEZ	OCT-16	04



- Leyenda**
- 1. Panel Solar
 - 2. Regulador
 - 3. Batería
 - 4. Inversor
 - 5. Interruptor Automático
 - 6. CGP

NOMBRE DE PROYECTO:		VIVIENDA UNIFAMILIAR CERO EMISIONES DE CO2		 Universidad Politécnica de Cartagena
NOMBRE DE PLANO:		ESQUEMA UNIFILAR INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA		
ESCALA:	FORMATO:	REALIZADO POR:	FECHA:	NºPLANO:
S.E.	A3	M ^a DOLORES IBAÑEZ FERNANDEZ	OCT-16	05

Anexo III. Certificado de Eficiencia Energética

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Vivienda Unifamiliar Monte Galeras		
Dirección	Monte Galeras		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30392
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
Zona climática	B3	Año construcción	2015
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	CTE 2013		
Referencia/s catastral/es	51016A055000110000AT		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<input checked="" type="radio"/> Vivienda <ul style="list-style-type: none"> <input checked="" type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual 	<input type="radio"/> Terciario <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	María Dolores Ibáñez Fernández	NIF(NIE)	23310029N
Razón social	Universidad Politécnica de Cartagena	NIF	Q8050013E
Domicilio	Calle Doctor Fleming, s/n		
Municipio	Cartagena	Código Postal	30302
Provincia	Murcia	Comunidad Autónoma	Murcia
e-mail:	lola.ifdez@gmail.com	Teléfono	628236202
Titulación habilitante según normativa vigente	Graduado en Ingeniería Eléctrica		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.1		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
<p style="text-align: center;">32.4 B</p>	<p style="text-align: center;">5.8 B</p>

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 2/7/2016

Firma del técnico certificador

Anexo I. Descripción de las características energéticas del edificio.

Anexo II. Calificación energética del edificio.

Anexo III. Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.

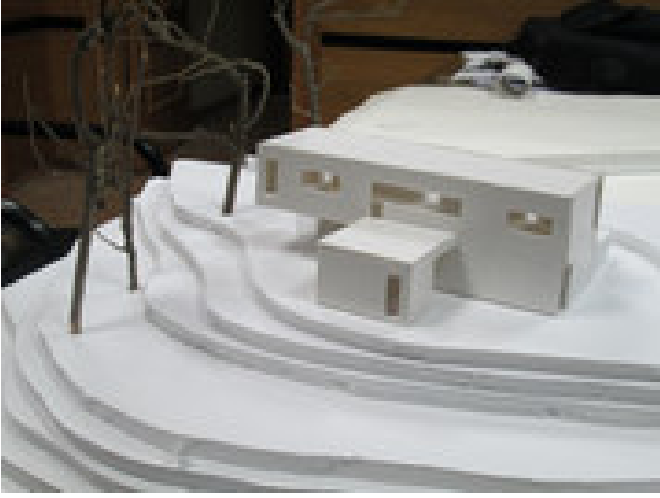

Anexo IV. Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.

Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	378.0
Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Medianería	Fachada	27.5	0.00	5
Suelo con terreno	Suelo	99.0	0.47	Estimadas
Suelo con aire	Suelo	99.0	2.38	Estimadas
Partición vertical	Partición Interior	31.92	0.82	Por defecto
Partición superior	Partición Interior	2.6	0.45	Por defecto
Cubierta con aire	Cubierta	189.0	0.33	Por defecto
Cubierta Enterrada	Cubierta	86.9	3.13	Estimadas
Muro de fachada Norte	Fachada	87.24	2.13	Estimadas
Muro de fachada Sur	Fachada	58.0	2.13	Estimadas
Muro de fachada Este	Fachada	31.06	2.13	Estimadas
Muro de fachada Oeste	Fachada	68.9	2.13	Estimadas
Muro con terreno	Fachada	99.0	0.38	Por defecto
Partición inferior	Partición Interior	28.0	0.52	Por defecto

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Huecos Norte	Hueco	38.76	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Huecos Sur	Hueco	32.0	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Huecos Este	Hueco	6.44	1.97	0.50	Estimado	Estimado
Huecos Oeste	Hueco	4.6	1.97	0.50	Estimado	Estimado

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo calefacción	Caldera Estándar	24.0	61.8	Biomasa densificada (pelets)	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Sólo refrigeración	Maquina frigorífica		115.6	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diario de ACS a 60° (litros/día)	112.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional[%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Caldera Estándar	24.0	77.2	Biomasa densificada (pelets)	Estimado
TOTALES	ACS				

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	B3	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	5.8 B	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Emisiones calefacción [kgCO₂/m² año]</i> 1.63		A	<i>Emisiones ACS [kgCO₂/m² año]</i> 0.13	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales [kgCO₂/m² año]¹</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO₂/m² año]</i> 4.08		C	<i>Emisiones iluminación [kgCO₂/m² año]</i> -

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO ₂ /m ² año	kgCO ₂ /año
<i>Emisiones CO₂ por consumo eléctrico</i>	4.08	1541.51
<i>Emisiones CO₂ por otros combustibles</i>	1.76	664.37

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	32.4 B	CALEFACCIÓN		ACS	
	<i>Energía primaria calefacción [kWh/m² año]</i> 7.68		A	<i>Energía primaria ACS [kWh/m² año]</i> 0.62	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]¹</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]</i> 24.07		D	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m² año]</i> -

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
55.9 E	15.6 C
<i>Demanda de calefacción [kWh/m² año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m² año]</i>

¹El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales