



**UNIVERSIDAD DE JAÉN**  
Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

---

**PROYECTO DE UNA INSTALACIÓN  
SOLAR FOTOVOLTAICA EN MODO  
AUTOCONSUMO PARA  
APLICACIONES EN EL SECTOR  
TERCIARIO EN SANTISTEBAN DEL  
PUERTO (JAÉN)**

**Alumno: Isabel María Romero Aparicio**

**Tutor:** Prof. D. David Vera Candéas  
**Depto.:** Ingeniería Eléctrica

**Septiembre, 2021**

## ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA
2. ANEXOS
3. PRESUPUESTO
4. PLIEGO DE CONDICIONES
5. PLANOS
6. BIBLIOGRAFÍA

## ÍNDICE

1	Memoria .....	6
1.1	Introducción .....	6
1.2	Objetivos y datos del proyecto .....	6
1.3	Emplazamiento .....	7
1.4	Normativa .....	8
1.5	Programas utilizados.....	9
1.6	Características de la instalación.....	10
1.7	Elementos.....	12
1.7.1	Sistema de generación .....	12
1.7.2	Soportes .....	14
1.7.3	Inversor.....	16
1.7.4	Cableado .....	18
1.7.5	Contador bidireccional .....	19
1.7.6	Sistemas de protección.....	20
1.8	Análisis .....	22
1.8.1	Análisis de irradiación .....	22
1.8.2	Análisis de irradiancia .....	24
1.9	Consumo actual .....	26
2	Anexos.....	29
2.1	Legalización de la instalación.....	29
2.2	Cálculo generador fotovoltaico.....	30
2.3	Inversor.....	34
2.4	Conexión módulos fotovoltaicos.....	35
2.5	Previsión de carga .....	37
2.5.1	Previsión de carga de servicios.....	37
2.5.2	Previsión de carga del garaje.....	39
2.6	Cálculo de la sección del cableado .....	40

2.6.1	Sección de conductores en corriente continua .....	40
2.6.2	Sección de conductores en corriente alterna .....	43
2.7	Protecciones .....	46
2.7.1	Protecciones en DC .....	46
2.7.2	Protecciones en AC .....	47
2.8	Cálculo de la inclinación.....	49
2.8.1	Inclinación óptima del lugar.....	49
2.8.2	Inclinación en función del periodo de tiempo y el uso.....	49
2.9	Rendimiento energético de la instalación .....	50
2.10	Estudio de energético.....	51
2.11	Estudio económico .....	53
2.12	Estudio de viabilidad.....	56
3	Presupuesto.....	58
4	Pliego de condiciones .....	60
4.1	Condiciones generales.....	61
4.2	Condiciones facultativas.....	62
4.2.1	Agentes intervinientes en la obra .....	62
4.2.2	Documentación de obra .....	69
4.2.3	Replanteo y acta de replanteo .....	70
4.2.4	Recepción de la obra .....	71
4.3	Condiciones legales.....	77
5	Planos.....	83
5.1	Plano de situación y emplazamiento .....	83
5.2	Cubierta plana.....	85
5.3	Esquema Unifilar.....	87
5.4	Fichas técnicas .....	89
5.4.1	Soporte coplanar continuo atornillado para cubierta de teja.....	90
5.4.2	Soporte inclinado abierto para cubierta plana .....	92
5.4.3	Módulo fotovoltaico Ja Solar 450 W .....	96

5.4.4 Inversor Fronius ECO 25kW .....	98
5.5 Factura eléctrica .....	100
6 Bibliografía .....	103

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres y mi hermana, mi apoyo incondicional, porque sin ellos hoy no estaría aquí. Por guiarme, aconsejarme y apoyarme en todas mis decisiones y errores. Gracias por creer en mi ni cuando yo misma lo hacía.

A mis amigas, por todas las risas y llantos que hemos compartido durante esta etapa, sin vosotras no hubiera sido lo mismo, gracias.

Al Excelentísimo Ayuntamiento de Santisteban del Puerto, por proporcionarme toda la información y documentación necesaria para llevar a cabo este proyecto.

A David Vera, por guiarme durante la realización del Trabajo Fin de Grado.

# 1 MEMORIA

## 1.1 Introducción

En el siguiente proyecto se va a realizar el diseño de una instalación solar fotovoltaica en modo autoconsumo para aplicación en el sector terciario, en concreto para un edificio que alberga de una residencia de ancianos en la localidad jienense de Santisteban del Puerto.

## 1.2 Objetivos y datos del proyecto

El principal objetivo del proyecto es usarlo como Trabajo de Fin de Grado en el grado de Ingeniería en Recursos Energéticos de la Universidad de Jaén.

El proyecto técnico va a consistir en el diseño, elección de los elementos de la instalación y materiales para cumplir con el Reglamento vigente en España, así mismo se pretende incentivar el aprovechamiento energético y a la mejora medioambiental.

Los objetivos a alcanzar por la instalación fotovoltaica de autoconsumo diseñada:

- Reducción de la factura eléctrica: La electricidad generada por nuestra instalación será destinada al autoconsumo del edificio, así se conseguirá una reducción significativa en la facturación del edificio.
- Reducción de emisiones: Conseguiremos reducir las emisiones de gases generados por las centrales eléctricas convencionales, al descender el consumo de energía de origen no renovable se reducen las emisiones.
- Incentivar las energías alternativas en la localidad: Al tratarse de una obra pública, la implantación de energía solar fotovoltaica supone un compromiso por parte de la alcaldía para el desarrollo energético de la localidad.

### 1.3 Emplazamiento

La instalación se va a realizar en la residencia de personas mayores Ilugo que se encuentra en la calle Escultor Higueras número 5 de Santisteban del Puerto (Jaén). El edificio tiene 1613,17 m<sup>2</sup> repartidos 3 plantas con una ocupación total de 50 personas.

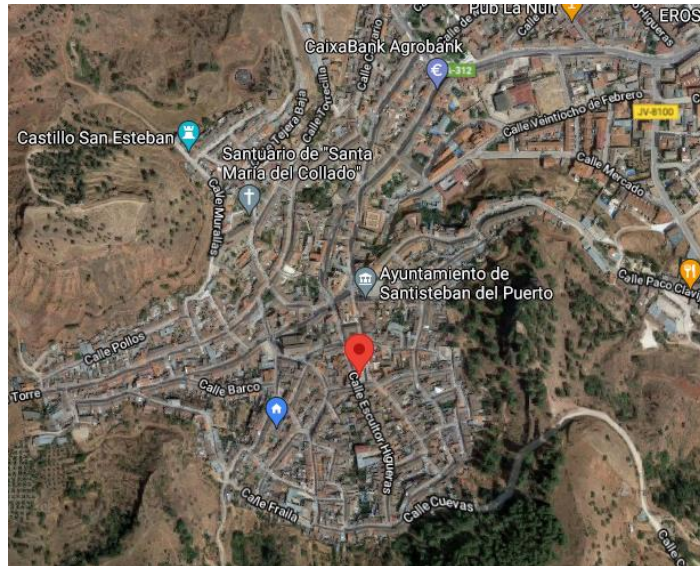


Ilustración 1: Mapa de situación Residencia Ilugo

Con la instalación se pretende cubrir parte del consumo del edificio, como iluminación, lavandería, ascensores, refrigeración y demás equipos.

La instalación se va a realizar sobre dos cubiertas, una de ellas plana y otra con inclinación del 17°, teniendo una superficie aproximada de 189 m<sup>2</sup> para la instalación de las placas fotovoltaicas.



Ilustración 2: Cubiertas del edificio



## 1.4 Normativa

- Real Decreto 1955/2000: de 1 de diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- Real Decreto 842/2002: de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Real Decreto 314/2006: de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, con el objetivo de mejorar la calidad de la edificación, y de promover la innovación y la sostenibilidad.
- Real Decreto 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto 413/2014: de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto 413/2014, de 6 de junio, por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.
- Real Decreto-Ley 15/2018: de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- Real Decreto 244/2019: de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

## 1.5 Programas utilizados

Para el diseño y cálculo de la instalación fotovoltaica se han usado los siguientes programas.

- Microsoft office Excel.  
Programa informático de hoja de cálculo. Se ha usado para efectuar los cálculos del sistema fotovoltaico, inversor, cableado y protecciones eléctricas.
- SolarEdge Designer  
SolarEdge es un distribuidor de optimizadores de energía, inversores y monitorización de plantas fotovoltaicas que dispone de una herramienta gratuita de diseño fotovoltaico, se usa para planificar, visualizar la instalación.
- Autodesk AutoCAD  
AutoCAD es un software de esbozado de dibujos en 2D y 3D.
- PVGIS  
Sistema de información geográfica fotovoltaica, proporciona acceso a:
  - Potencial fotovoltaico para sistemas conectados a red e independientes.
  - Radiación solar y temperatura media.
  - Datos meteorológicos.
  - Mapas de recursos solares y potencial fotovoltaico.

## 1.6 Características de la instalación

Con este proyecto se pretende rebajar el coste de la energía consumida anualmente por el edificio, para ello se va a realizar la instalación del máximo número de placas fotovoltaicas con el objetivo de minimizar el consumo.

Vamos a realizar una instalación en modo autoconsumo con vertido a red, para poder verter a red el excedente de energía generada que no se ha usado en nuestra instalación.

Según el [i Real Decreto 244/2019] “se realiza una nueva definición de las modalidades de autoconsumo, reduciéndolas a solo dos: «autoconsumo sin excedentes», que en ningún momento puede realizar vertidos de energía a la red y «autoconsumo con excedentes», en el que sí se pueden realizar vertidos a las redes de distribución y transporte” [i Real Decreto 244/2019]. Con la modalidad de autoconsumo con excedentes se consigue el mayor aprovechamiento energético ya que en caso de mayor consumo al generado en el momento por las placas fotovoltaicas o el consumo en horas de no producción se abastece de la red. Para ello previamente se ha decretado un contrato con la empresa suministradora en el que se fija el precio de compra y venta de la energía.

El principal interés en este tipo de sistema es que no se necesita el uso de batería de almacenamiento, ya que estos equipos son los que más incrementan el precio de la instalación y disminuyen el rendimiento de la misma.

[iii Real Decreto 244/2019] “La modalidad de suministro con autoconsumo con excedentes, se divide en:

- a) Modalidad con excedentes acogida a compensación: Pertenece a esta modalidad, aquellos casos de suministro con autoconsumo con excedentes en los que voluntariamente el consumidor y el productor opten por acogerse a un mecanismo de compensación de excedentes. Esta opción solo será posible en aquellos casos en los que se cumpla con todas las condiciones que seguidamente se recogen:

- I. La fuente de energía primaria sea de origen renovable.

- II. La potencia total de las instalaciones de producción asociadas no sea superior a 100 kW.

III. Si resultase necesario realizar un contrato de suministro para servicios auxiliares de producción, el consumidor haya suscrito un único contrato de suministro para el consumo asociado y para los consumos auxiliares de producción con una empresa comercializadora, según lo dispuesto en el artículo 9.2 del presente Real Decreto.

IV. El consumidor y productor asociado hayan suscrito un contrato de compensación de excedentes de autoconsumo definido en el artículo 14 del presente real decreto.

V. La instalación de producción no tenga otorgado un régimen retributivo adicional o específico.” [iii Real Decreto 244/2019]

## 1.7 Elementos

### 1.7.1 Sistema de generación

El sistema fotovoltaico lo compone un conjunto de paneles fotovoltaicos acoplados entre ellos en serie o en paralelo. Dichos paneles están dispuestos con la inclinación y orientación idónea para obtener el mayor rendimiento.

Para conseguir la mayor eficiencia se ha seleccionado el equipo más adecuado teniendo en cuenta la potencia de los módulos del mercado.

La tecnología de los paneles solares permite la transformar la energía solar en electricidad. Estos constan de múltiples celdas, llamadas cédulas solares, sobre las que incide el sol para generar electricidad.

Están fabricadas con silicio principalmente ya que es el semiconductor más utilizado.

Existen diferentes tipos de placas fotovoltaicas, para este proyecto hemos elegido las monocristalinas, ya que son las que presentan un mayor rendimiento eléctrico medio (15-18%). Aunque tienen mayor precio que los paneles policristalinos, su eficiencia y calidad hace que sea rentable la instalación con el paso de los años.

Las características del módulo escogido son las siguientes:

Fuente 1: <https://autosolar.es/pdf/JaSolar-M72S20-MR440-465W.pdf>

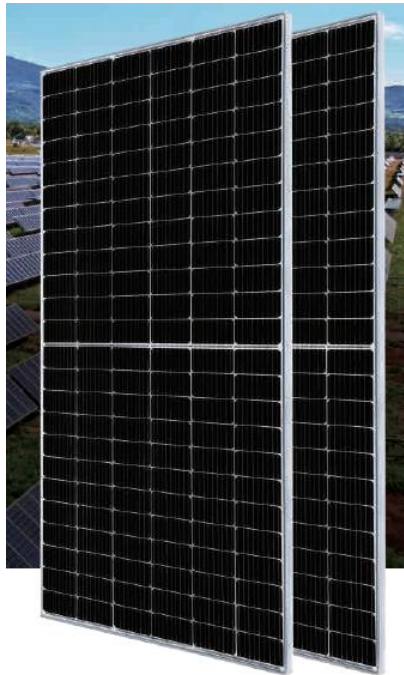
Módulo fotovoltaico	
Fabricante	Ja Solar
Modelo	Panel Ja Solar 450 W 24V
Potencia máxima (Pmax)	450W
Tensión de circuito abierto (Voc)	49,70V
Tensión en el punto de máxima potencia (Vmp)	41,52V
Corriente de cortocircuito (Isc)	11,36A
Corriente en el punto de máxima potencia (Imp)	10,84A
Dimensiones	2120mm x 1052mm x 40mm

Tabla 1: Características Panel Ja Solar 450 W

Se ha escogido Panel Ja Solar 450 W por su elevada potencia de salida, ya que se consigue una mayor potencia en la instalación y mayor eficiencia (20'2%) gracias a su tecnología PERC. Con ello se reducen el coste de la instalación y se tiene un importante aprovechamiento del espacio disponible para la instalación.

El módulo tiene un precio 157.98 € y está respaldada por una garantía mecánica de 12 años contra imperfecciones de producción y 25 años de garantía de un 80% de su potencia nominal con respecto al momento de instalación.

El panel tiene un peso de 25 kg aproximadamente y un marco de aluminio anodizado que le otorga una mayor resistencia para anclarlo al soporte y así asegurar la integridad del módulo.



*Ilustración 3: Panel Ja Solar 450 W*

### 1.7.2 Soportes

Como nuestra instalación va dispuesta en dos cubiertas distintas necesitamos dos tipos de soportes, coplanar e inclinado.

Para la cubierta inclinada, al tener una inclinación de  $17^\circ$  y estar orientada al suroeste. Sería muy complicado instalar los paneles con la orientación óptima, por lo que usaremos soportes coplanares, que son estructuras que permiten colocar los módulos solares sobre una cubierta de tejas con la inclinación y orientación de la misma.

El modelo elegido Estructura Cubierta Tejas 4 Paneles Solares con varilla 01V, de la empresa española Sunfer, es apto para todo tipo y tamaño de paneles siempre que no superen los 2279mm x 1150mm x 45mm, como las dimensiones del panel solar seleccionado es inferior, se puede usar en nuestra instalación. Presenta una gran ventaja a la hora de la instalación al poder alojar 4 placas solares por estructura.

Tiene un precio de 186.32 €, una garantía de 5 años y aguanta vientos de hasta 150 km/h.

Fuente 2: <https://autosolar.es/pdf/Ficha-Estructura-Cubierta-Tejas-01V.pdf>



Ilustración 4: Soporte coplanar

Para la cubierta plana se van a usar soportes inclinados de  $30^\circ$ . Hemos optado por el modelo Estructura Inclinada Soporte Placas Solares hasta 72 Células 09V, del fabricante Sunfer, ya que tiene modelos con capacidad de hasta 6 módulos fotovoltaicos lo que permite una instalación más fácil y un mayor aprovechamiento del espacio de la cubierta.

Este modelo puede alojar módulos de hasta 2400mm x 1350mm, por lo tanto, es apto para nuestra instalación.

Ofrece una garantía de 10 años y aguanta vientos de hasta 150 km/h. El precio depende de los módulos que albergue la estructura.

Fuente 3: <https://www.teknosolar.com/estructura-inclinada-soporte-placas-solares-hasta-72-celulas/>

Nº de módulos	Precio
6	248,85 €
5	217,25 €
4	169,85 €
3	150,10 €
2	122,45 €
1	94,80 €

Tabla 2: Precio soporte inclinado según el número de módulos



Ilustración 5: Soporte inclinado



### 1.7.3 Inversor

El inversor es un sistema de conversión DC/AC, que transforma la tensión, frecuencia y las características de la intensidad procedente de la instalación fotovoltaica convirtiéndola en la adecuada para que pueda ser enviada a nuestra red eléctrica. Su propósito es convertir corriente continua en corriente alterna y transferir toda la electricidad generada por los generadores fotovoltaicos en cada momento.

El inversor a instalar debe ser trifásico ya que gran parte de los equipos del edificio se abastecen en trifásico como las lavadoras, secadoras, calefacción, etc.

El inversor elegido es un Fronius Eco 25 kW, en concreto el ECO 25.0-3-S y tiene un precio de 2701,48€, dispone de una garantía de 2 años y una eficiencia máxima de 98,2%.

Se trata de un inversor sin transformador que otorga mayor ligereza al equipo, tiene un sistema de sujeción SnapINventer que permite una instalación rápida, sencilla y preparada para futura integración de otros componentes de distintos fabricantes. Además, posee protección IP 66 y gracias al portafusibles y la protección contra sobretensiones no necesita caja de conexiones CC.

Fronius ECO cumple con los certificados y cumplimientos de la norma ÖVE/ÖNORM E 8001-4-712, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G59/3, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21.



Ilustración 6: Inversor Fronius ECO 25 KW

Fuente 4: <https://autosolar.es/pdf/Fronius-Eco.pdf>

<b>DATOS DE ENTRADA DC</b>	
Potencia máxima generador FV permitida (kW)	37,8
Nº de entradas MPPT	1
Rango de tensión óptima (VMP)	580-850
Intensidad de cortocircuito máxima (Isc, max)	71,6
Intensidad nominal máxima (Imp, max)	44,2
Tensión de circuito abierto máxima (Voc, max)	1000
Tensión de entrada nominal	580
<b>DATOS DE SALIDA CA</b>	
Potencia nominal (W)	25000
Tensión de salida trifásica (V)	400/230
Intensidad nominal máxima (A)	36,1

Tabla 3: Características Fronius ECO 25 KW

#### 1.7.4 Cableado

##### 1.7.4.1 Cableado de corriente continua

El cableado de corriente continua es aquel que abarca el conjunto de paneles solares y el inversor, en nuestra instalación tendrá una longitud total de 40m.

El conductor seleccionado es un cable unipolar 4mm<sup>2</sup> libre de halógenos H07Z1-K del cual se usarán 40 m. Tiene un precio de 0,53 €/m.

El cableado libre de halógenos es aquel que no contiene elementos de dicho grupo (flúor, cloro, astato, etc) ya que estos elementos desprenden durante la combustión sustancias tóxicas y ocasionan corrosión de los metales. Este tipo de cable es obligatorio en edificios de nueva construcción y es uno de los requisitos del RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas) que debe usarse en instalaciones eléctricas en lugares de gran concentración de personas.

Con este cableado se garantiza que, en caso de incendios, el cable no permitirá su expansión y no emitirá gases tóxicos ni corrosivos.

##### 1.7.4.2 Cableado de corriente alterna

El cableado en corriente alterna va desde el inversor hasta el cuadro de general situado en el semisótano del edificio que tendrá un total de 4 m de longitud.

El conductor seleccionado es un cable unipolar 16mm<sup>2</sup> sin halógenos H07Z1-Z con un precio de 2,22 €/m.

### 1.7.5 Contador bidireccional

El contador bidireccional es un dispositivo que se encarga de computar la energía que el usuario vierte a la red eléctrica y de la que se abastece. Esto permitirá a la comercializadora calcular la factura eléctrica.

Para las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo es imprescindible, ya que cuando no se consume la energía producida por tu instalación, esta se inyecta a la red eléctrica. La comercializadora te remunera por esta energía suministrada, reduciendo así parte de la factura.

La ley de autoconsumo RD 244/2019 aprobó la descarga del exceso de energía a la red y así los usuarios pudieran recibir compensaciones por esta energía sobrante.

En nuestro caso no es necesario modificar el contador ya instalado en el edificio, opuesto que este dispone de un contador digital bidireccional.



Ilustración 7: Contador bidireccional

### 1.7.6 Sistemas de protección

Como queda plasmado en el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red, estas deben cumplir con el Real Decreto 1663/2000.

El cuadro de mandos será instalado en el cuarto de contadores del sótano del edificio. Este tiene acceso fácil y amplio para una mejor instalación y control de los equipos. Este se compone de una serie de protecciones magnetotérmicas, fusibles y diferenciales que deben ser instalados y manipulados por personal especializado.

#### 1.7.6.1 Fusibles

Los fusibles es una pieza fundamental en el cuadro eléctrico ya que cuando experimenta un sobrecalentamiento el hilo metálico que este tiene en su interior se funde, evitando así incendios o problemas en la instalación.

Para nuestra instalación vamos a fusibles de 20 A

#### 1.7.6.2 Interruptor automático

El interruptor magnetotérmico es el encargado de cortar automáticamente cuando se produce un aumento de intensidad, con ello se evita sobrecargas y cortocircuitos en la instalación.

Se ha seleccionado un magnetotérmico Acti 9 iKQ de 40 A de la casa Schneider que tiene un precio de 36,45 €.



Ilustración 8: Magnetotérmico Schneider de 40 A

### 1.7.6.3 Interruptor diferencial

El interruptor diferencial residual protege del riesgo de contacto directo o indirecto con la corriente eléctrica de baja tensión.

Hemos seleccionado un diferencial de 40 A con una sensibilidad de 30 mA de la casa Schneider.



*Ilustración 9: Interruptor diferencial Schneider de 40 A y 30mA*

### 1.7.6.4 Conexión a tierra

La conexión a tierra se usa en emplazamientos eléctricos para derivar a tierra cualquier corriente indebida ocasionada en los elementos con los que puede tener contacto las personas.

Según lo establecido en el Real Decreto 1663/2000, de 29 de septiembre, la puesta a tierra en las instalaciones fotovoltaicas se puede clasificar en dos modalidades.

- Servicio: Es una protección que se realiza a través de mallas enterradas donde se conecta el conductor neutro de la instalación.
- Protección: Desvío a tierra de las corrientes indebidas.

Para nuestra instalación únicamente se colocará una conexión a tierra, a la cual se unirá el cableado en DC y en AC y así evitar la aparición de corrientes peligrosas.

Se instalará un cable desnudo rígido de 50 mm<sup>2</sup>.

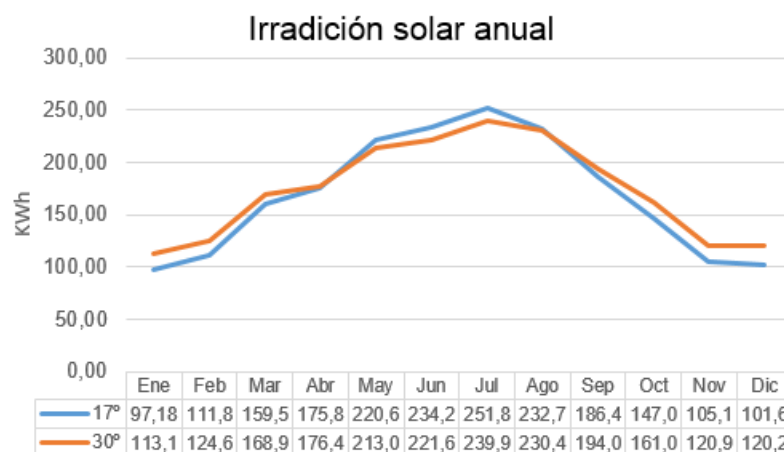
## 1.8 Análisis

Vamos a realizar el análisis de la irradiación y irradiancia sobre las dos cubiertas de nuestra instalación fotovoltaica.

### 1.8.1 Análisis de irradiación

La irradiación es la cantidad de irradiancia recibida en un lapso de tiempo determinado ( $\text{Wh/m}^2$ ), vamos a analizar la irradiación que podemos obtener en nuestra localización.

Para ello vamos a obtener los datos del PVGIS para una inclinación de  $17^\circ$  y  $30^\circ$ .



Gráfica 1: Irradiación Solar anual

Como podemos observar en el gráfico 1, los módulos con inclinación  $30^\circ$  tienen mayor irradiación desde septiembre hasta marzo aproximadamente, sin embargo, los módulos de  $17^\circ$  tienen mayor irradiación de abril hasta agosto. Esto se debe a la perpendicularidad de los rayos de sol sobre la tierra. Con la utilización de dos inclinaciones distintas conseguimos un mayor aprovechamiento de la irradiación durante todo el año.

	kWh·m <sup>2</sup> /día	kWh·m <sup>2</sup> /año
<b>17°</b>	5,55	2024,18
<b>30°</b>	5,71	2084,51

Tabla 4: Irradiación total

En la Tabla 4 vemos que los paneles con inclinación 17° recibirían una energía anual de 2024,18 kWh y los paneles de 30° de inclinación reciben 2084,51 kWh. Por lo que anualmente se recibe mayor energía con los módulos de 30°.

Para obtener la energía generada estimada usamos la siguiente fórmula:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) \cdot P_{mp} \cdot F_s \cdot P_R}{G_{CEM}} \quad \text{Ec. 1}$$

Donde:

- $G_{dm}(\alpha, \beta)$ = Factor de irradiancia (Wh/m<sup>2</sup>)
- $P_{mp}$ = Potencia pico del generador (kWp)
- $F_s$ = Factor de sombras
- $G_{CEM}$ = 1 kW/m<sup>2</sup>
- $P_R$ = Factor de perdidas
  - o Aumento de la temperatura de los módulos
  - o Suciedad de los módulos
  - o Perdidas en cableado
  - o Rendimiento del inversor

	Cubierta inclinada	Cubierta plana
Nº de módulos	24	31
$P_{mp}$ (kWp)	10,8	14
$F_s$	0,9	0,9
$P_R$	0,85	0,85
$G_{dm}(\alpha, \beta)$	2,024	2,085
$G_{CEM}$ (kW/m <sup>2</sup> )	1	1
$E_p$ (kWh/año)	<b>16,724</b>	<b>22,325</b>

Tabla 5: Energía generada estimada

Aunque se consigue mayor irradiación con los módulos ubicados en la cubierta plana con la inclinación de 30°, disponer los módulos de la cubierta inclinada con la orientación y ángulo correcto supone una mayor inversión.



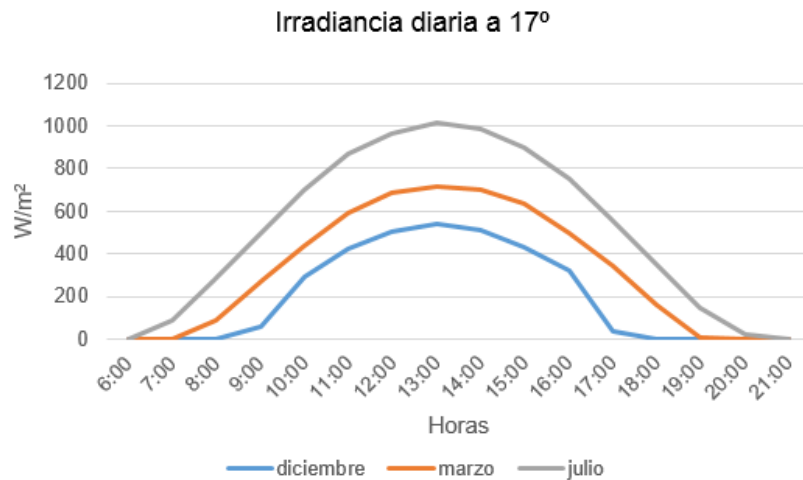
### 1.8.2 Análisis de irradiancia

La irradiancia es la magnitud que describe la radiación del sol que llega hasta nosotros. Vamos a analizar la energía y potencia que se obtiene con las dos inclinaciones de nuestro diseño.

Con el PVGIS, se han obtenido los datos de irradiancia a 17° y 30°

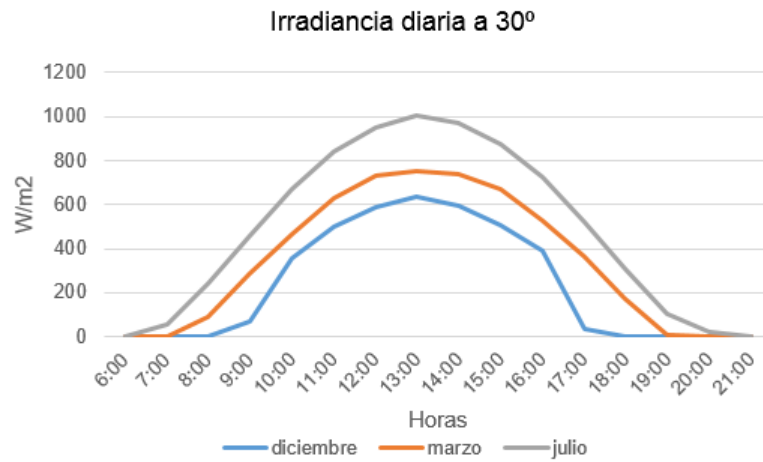
- Irradiancia diaria, para ello se ha tomado como referencia los meses de diciembre, marzo y julio al ser los que tienen menor a mayor irradiancia respectivamente.
- Irradiancia máxima mensual, se ha tenido como referencia los doce meses del año y se ha cogido el valor más alto de irradiancia de cada uno de ellos.

#### 1.8.2.1 Irradiancia diaria 17°



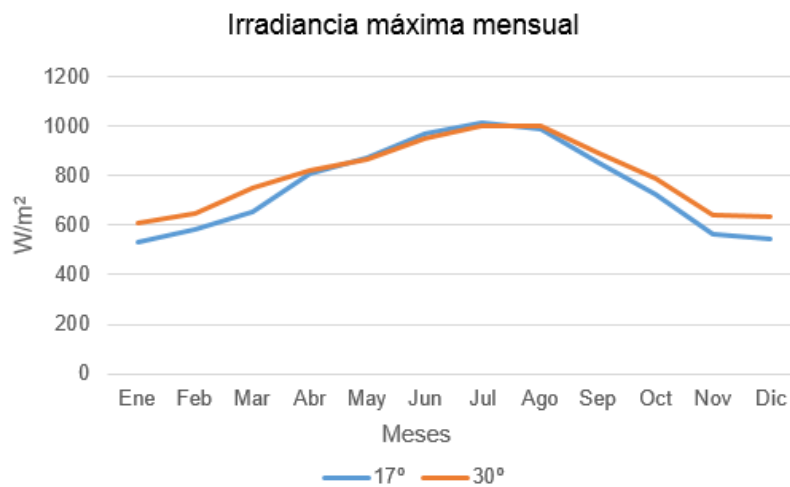
Gráfica 2: Irradiancia diaria a 17°

### 1.8.2.2 Irradiancia diaria 30°



Gráfica 3: Irradiancia diaria 30°

### 1.8.2.3 Irradiancia máxima 17° y 30°



Gráfica 4: Irradiancia máxima mensual 17° y 30°

## 1.9 Consumo actual

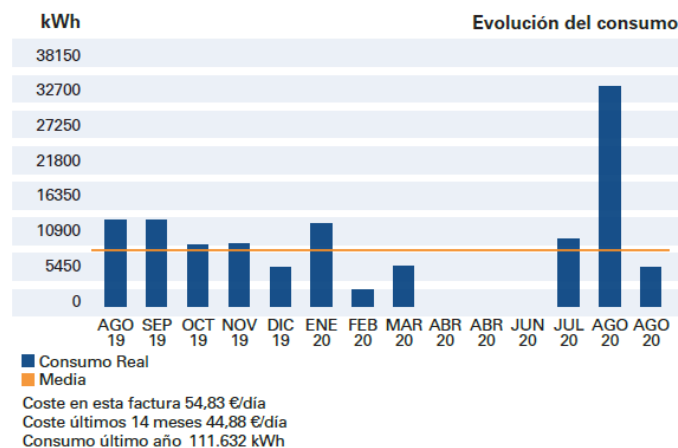
La residencia tiene una facturación dividida en periodos (punta, llano y valle) tanto potencia como consumo.

- Producto contratado: Tarifa econfianza AAPP 3.0A
- Potencia contratada: 40,000 kW
- Peaje de acceso: 3.0A
- Precio de la potencia contratada:
  - Punta: 0,111281 Eur/kW y día
  - Llano: 0,066769 Eur/kW y día
  - Valle: 0,044512 Eur/kW y día
- Precio por energía consumida:
  - Punta: 0,117433 Eur/kWh
  - Llano: 0,092888 Eur/kWh
  - Valle: 0,063846 Eur/kWh

La factura que se está analizando pertenece al periodo de facturación del 13 de agosto de 2020 al 28 de agosto de 2020 (15 días), en ella se ha tenido un consumo total de 6110 kWh.

- Consumo punta: 1120 kWh
- Consumo Llano: 3418 kWh
- Consumo Valle: 1572 kWh

*Fuente 5: Factura eléctrica*



*Ilustración 10: Evolución del consumo eléctrico*

Como podemos ver en la ilustración 7, no disponemos de datos del mes de abril, mayo ni de los primeros quince días del mes de junio. Debido a un cambio de facturación que se realizó en esos meses. También podemos ver que el edificio tiene un consumo anual de 111632 kWh.

Los horarios de los consumos están clasificados en los siguientes tramos horarios.

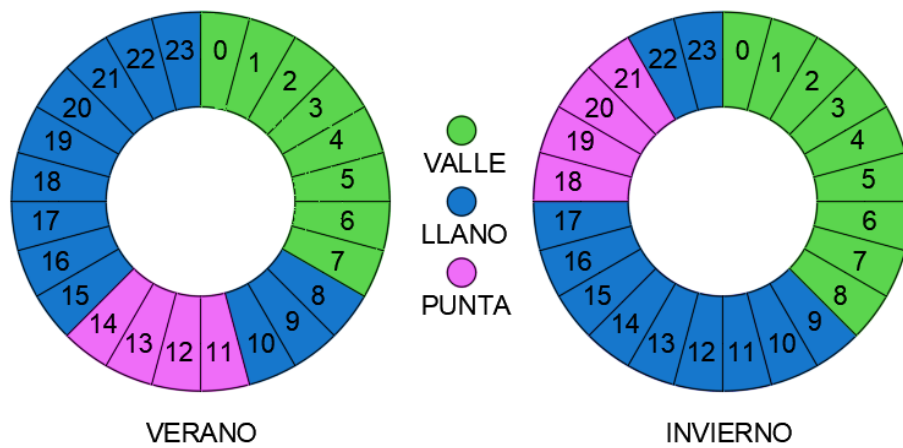


Ilustración 11: Tramos horarios



## 2 ANEXOS

### 2.1 Legalización de la instalación.

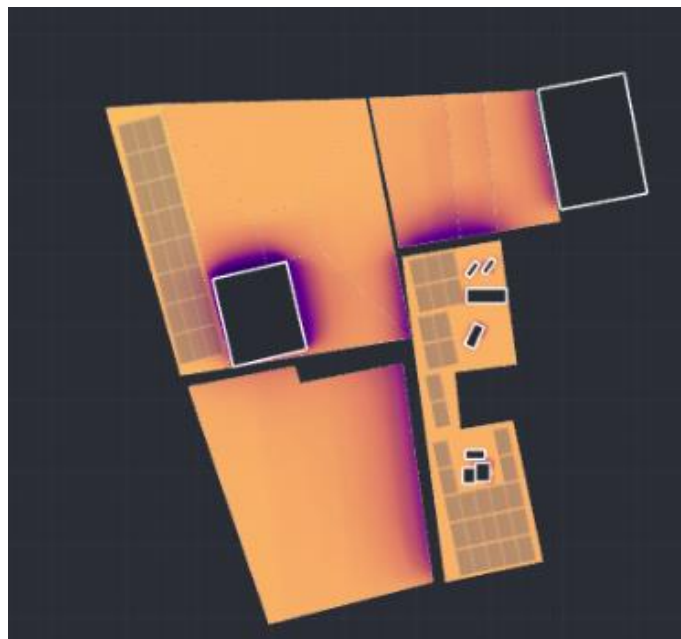
Para la correcta instalación del sistema solar fotovoltaico de autoconsumo se necesita pasar por unos procesos administrativos que se señalan a continuación:

- Estudio de la instalación y análisis de viabilidad.
- Memoria técnica para aquellas instalaciones de menos de 10kW o proyecto para instalaciones superiores a 10 kW (nuestro caso).
- Solicitud de licencia de obras y autorización municipal.
- Solicitud de ayudas o subvenciones.
- Ejecución de la instalación.
- Obtención del acta de puesta en servicio.
- Concertar con la empresa distribuidora el contrato para la compensación del excedente.
- Registro administrativo.

## 2.2 Cálculo generador fotovoltaico.

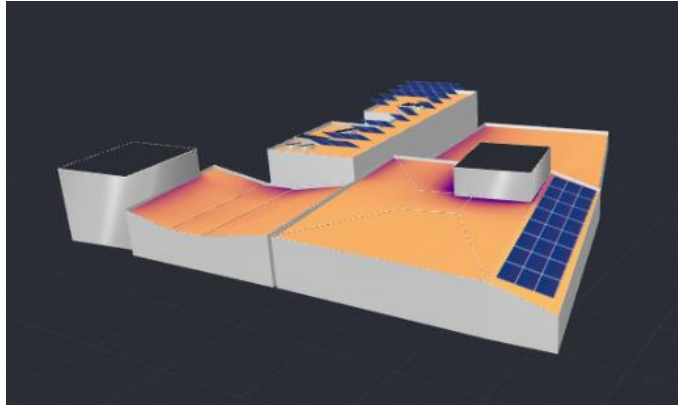
Debido a que la potencia de nuestra instalación estaba limitada por la superficie de las cubiertas, para calcular el número de módulos y por consiguiente la potencia a instalar, hemos usado el programa Designer de Solar Edge. En el cual hemos diseñado las cubiertas y seleccionando entre su base de datos el módulo fotovoltaico elegido, para así disponer de las dimensiones concretas del módulo, ajustar al máximo la potencia de la instalación.

Para seleccionar las cubiertas donde se van a instalar los módulos fotovoltaicos, hemos elegido aquellas con mayor superficie útil, mayor irradiación y que no tuvieran obstáculos que generarán sombras. Por ello las elegidas han sido a cubierta suroeste (17° de inclinación) y la sur (cubierta plana).



*Ilustración 12: Irradiación en las cubiertas del edificio en 2D*

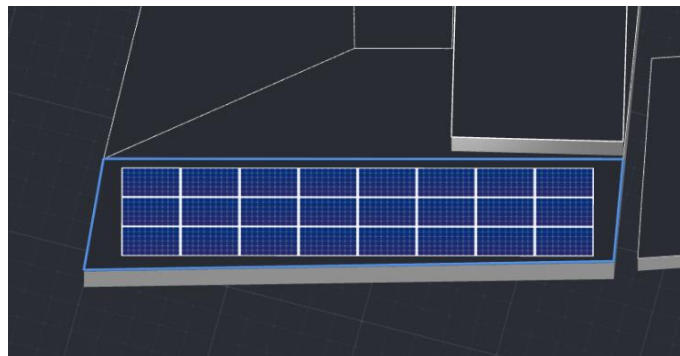
Las zonas de color morado indican menor irradiación debido a obstáculos que impiden el paso de los rayos de luz. El color naranja presenta una irradiación óptima.



*Ilustración 13: Irradiación en la cubierta del edificio 3D*

Como podemos ver en la ilustración 13, hay varios obstáculos que disminuye la radiación en las cubiertas como puede ser el hueco del ascensor o los edificios colindantes, una menor irradiación supone pérdidas por sombras.

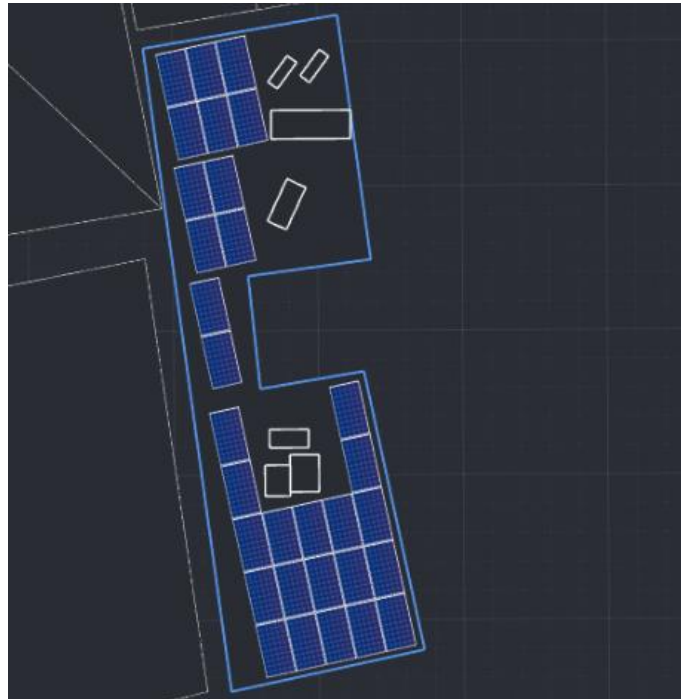
En la cubierta con inclinación de  $17^\circ$  que tiene una superficie de  $72 \text{ m}^2$  aproximadamente se han instalado 24 placas fotovoltaicas de 450 Wp cada una, teniendo una potencia de 10,8 kWp.



*Ilustración 14: Cubierta Suroeste*

En la cubierta plana de  $125 \text{ m}^2$ , se han instalado 31 módulos de 450 W cada uno, con una potencia de 13,95 kWp.



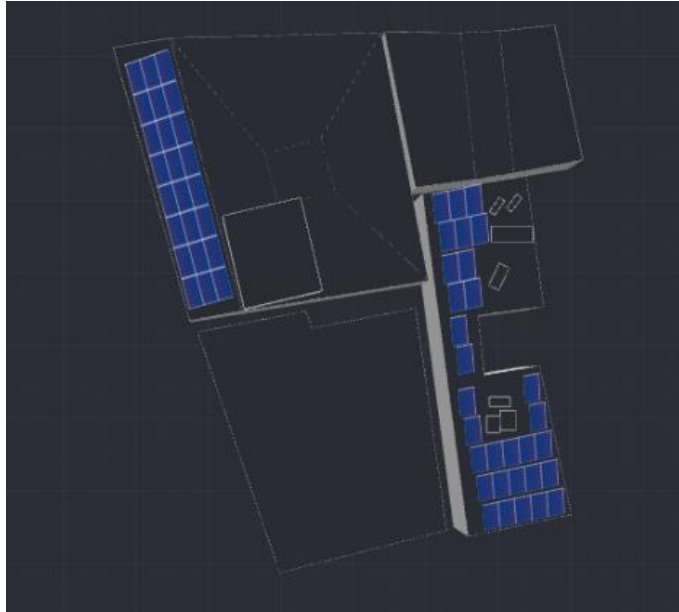


*Ilustración 15: Cubierta Sur*

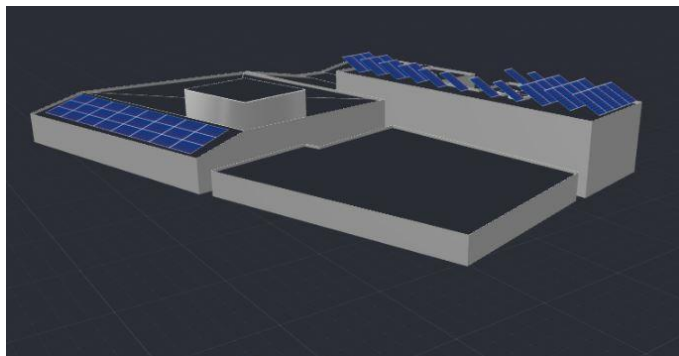
La potencia total de la instalación de la residencia es la suma de la potencia de cada cubierta.

$$\text{Potencia total} = \text{Potencia cubierta } 17^\circ + \text{Potencia cubierta plana} \quad \text{Ec. 2}$$

$$\text{Potencia total de la instalación} = 24,75 \text{ kWp}$$



*Ilustración 16: Vista 2D de las cubiertas*



*Ilustración 17: Vista 3D de las cubiertas*

## 2.3 Inversor

Hemos elegido un inversor trifásico debido a que gran parte de los equipos del edificio tiene el abastecimiento en trifásico como lavadoras, secadoras, ascensor, equipos de refrigeración, etc.

El inversor seleccionado ha sido el Inversor Conexión a Red Fronius ECO 25kW, las principales características se detallan a continuación:

### **Datos de salida**

- Potencia nominal: 25000W.
- Máxima corriente de salida circuito abierto: 36.1A.
- Acoplamiento a la red: Trifásica 400V / 230V

### **Datos de entrada**

- Corriente de entrada máxima cortocircuito: 44.2A.
- Tensión mínima de entrada cortocircuito: 580V.
- Tensión máxima de entrada cortocircuito: 1000V.
- Rango de tensión regulador MPP: 580 - 850V.
- Número de seguidores MPP: 1.

## 2.4 Conexión módulos fotovoltaicos

En esta sección se va a calcular la conexión de los módulos fotovoltaicos, para ello debemos tener en cuenta nominal cortocircuito máxima del inversor elegido.

Rango de tensión óptima (V)	580-850
Corriente de entrada máxima CC (V)	1000
Intensidad nominal máxima (A)	44,2

Tabla 6: Valores a tener en cuenta para el conexionado de los módulos

En las instalaciones de conexión a red, los módulos fotovoltaicos se conectan en serie por ello se necesita utilizar reguladores maximizadores MPPT, que modulan el alto voltaje y optimizan la capacidad de generar energía. En nuestro caso, el inversor únicamente cuenta con un MPPT, pero tiene seis entradas para seis string distintos.

Un string consiste en un conjunto de paneles solares que se conectan en serie, estos deben cumplir las condiciones de tensión y corriente del inversor. Los string capta la electricidad que produce el panel con menos eficiencia de todo el ramal. Por ello se conectan varios string para evitar pérdidas por orientación u sombras.

Tenemos 55 módulos para conectar en 6 string, usaremos las siguientes expresiones:

$$n_{tp} = n_{ps} \cdot n_{pp} = 55 \text{ paneles} \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

- $n_{tp}$ : Número total de paneles
- $n_{ps}$ : Número de paneles en serie
  - Depende del rango de tensión del inversor por lo que debe cumplir que  $V_{max} = 850 \text{ V}$  y  $V_{min} = 580 \text{ V}$
- $n_{pp}$ : Número de paneles en paralelo
  - Depende de la intensidad nominal máxima y debe cumplir que  $I_{mp}$  por la cantidad de paneles en paralelo sea menor que  $I_{sc}$ .

Como hemos indicado anteriormente en las instalaciones con conexión a red el conexionado entre módulos se hacen en serie para obtener el rendimiento y el voltaje apropiado para la instalación, debido a que no vamos a conectar módulos en paralelo esta última condición no afecta a nuestra ecuación.

Por lo tanto:

$$- n_{tp} = n_{ps} \cdot n_{pp} = 55 \text{ paneles} \quad \text{Ec. 4}$$

$$- V_{max} = n_{ps} \cdot V_{mp \text{ max}} < 850 \text{ V} \quad \text{Ec. 5}$$

$$- V_{min} = n_{ps} \cdot V_{mp \text{ min}} < 580 \text{ V} \quad \text{Ec. 6}$$

Sabiendo que debemos realizar un máximo de 6 string y que deben contener tener un número similar de paneles por string para evitar pérdidas.

Con las ecuaciones anteriores calculamos en número de paneles en serie que podemos conectar en los string.

	Nº de paneles en serie								
	13	14	15	16	17	18	19	20	21
<b>Voc total</b>	646,1	695,8	745,5	795,2	844,9	894,6	944,3	994	1043,7
<b>Vmp total</b>	539,76	581,28	622,80	664,32	705,84	747,36	788,88	830,40	871,92
<b>Isc total</b>	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36	11,36
<b>Imp total</b>	10,84	10,84	10,84	10,84	10,84	10,84	10,84	10,84	10,84

Tabla 7: Cálculo del número de paneles en serie

Como podemos ver en la tabla 6, la posibilidad de instalar menos de 14 y más de 20 paneles por string no es factible puesto que no cumplen con las condiciones del rango de tensión máxima y mínima del inversor. Por lo tanto, hay que diseñar una configuración con string de 14 a 20 módulos.

Como tenemos 55 módulos se han dividido en 3 string, uno de 19 y dos de 18 paneles solares, para que entre los string no hubiera mucha diferencia de número de módulos y así evitar pérdidas.

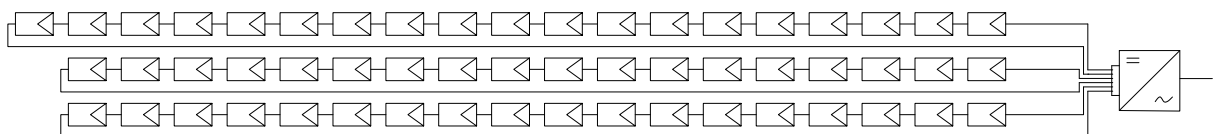


Ilustración 18: Conexión módulos fotovoltaicos

## 2.5 Previsión de carga

Con la previsión de carga se pretende dimensionar correctamente y según el reglamento la sección del conductor de nuestra instalación.

Según la ITC-BT-10, el cálculo de la carga total de un edificio se divide en 4 apartados.

- Carga del conjunto de viviendas
- Carga de servicios generales.
- Carga de locales u oficinas.
- Carga del garaje.

$$P \text{ edificio} = P \text{ vivienda} + P \text{ servicios} + P \text{ locales} + P \text{ garaje} \quad \text{Ec. 6}$$

Puesto que nuestro edificio no consta de viviendas ni locales, la previsión de cargas se calculará como:

$$P \text{ edificio} = P \text{ servicios} + P \text{ garaje} \quad \text{Ec. 7}$$

### 2.5.1 Previsión de carga de servicios

Para calcular la previsión de carga de servicios se tiene en cuenta el alumbrado y la potencia de los motores de todo el edificio.

- Alumbrado
  - La previsión de carga de la iluminaria incandescente o alógena es la suma aritmética de elementos instalados.
  - Para los tubos fluorescentes y lámparas de descarga se realiza la suma aritmética multiplicada por el factor 1,8.
- Fuerza
  - Como se establece en el apartado 3.2 de la ITC-BT-47, al motor de mayor potencia nominal se le multiplica por 1,25 y se realiza la suma aritmética con el resto de los motores.

	ALUMBRADO				FUERZA					
	Estancia	Elemento	Un.	Potencia W	Total W	Elemento	Un.	Tensión V	Potencia W	Total W
PLANTA BAJA	Gimnasio	Tubos LED	12	9	108	Cinta de correr	1	230	1500	1500
	Sala de máquinas	Tubos LED	4	9	36	Motor incendios	1	400	2944	2944
	Aseos	LEDS	4	7	28					
	Enfermería	Tubos LED	4	9	36	Frigorífico	1	230	180	180
	Sala de caldera	Tubos LED	2	9	18	Bomba de recirculación	1	400	45	45
						Quemador	1	230	170	170
						Bomba de gasoil	1	230	200	200
	Oficina	Tubos LED	8	9	72					
	Sala de espera	Tubos LED	4	9	36					
	Sala de usos múltiples	Tubos LED	8	9	72					
	Pasillos	Tubos LED	20	9	180					
	Escaleras	Tubos LED	2	9	18					
Dispensa	Tubos LED	4	9	36						
Sala de caldera II	LEDS	2	7	14	Caldera	1	230	170	170	
					Bomba de recirculación	2	400	4000	8000	
PRIMERA PLANTA	Patio	LEDS	2	7	14					
	Habitaciones	Tubos LED	14	9	126	TV	4	230	60	240
		LEDS	14	7	98					
	Cocina	Tubos LED	6	9	54	Congelador	2	230	300	600
						Lavavajillas	1	230	2500	2500
						Cámara frigorífica	1	400	600	600
						Otros	1	230	3000	3000
	Comedor	Tubos LED	12	9	108					
	Pasillos	Tubos LED	20	9	180					
	Escaleras	Tubos LED	2	9	18					
		Tubos LED	8	9	72					
	Aseos	Tubos LED	8	9	72					
LEDS		6	7	42						
Sala de descanso	Tubos LED	6	9	54	TV	1	230	60	60	
					Aire acondicionado	1	230	3500	3500	
Escuela	Tubos LED	8	9	72	TV	1	230	60	60	
					Aire acondicionado	2	230	3500	3500	
SEGUNDA PLANTA	Terraza	LEDS	1	7	7					
	Lavandería	Tubos LED	8	9	72	Lavadora	2	400	750	1500
						Secadora	1	400	500	500
						Plancha	1	230	2500	2500
	Habitaciones	Tubos LED	22	9	198					
		LEDS	22	7	154					
	Sala ACS	LEDS	1	7	7	Calentador eléctrico 200L	1	230	2200	2200
	Azotea	LEDS	1	7	7	Ascensor	1	400	8800	8800*
Sistema de refrigeración						1	400	3500	3500	
Fan-coil						21	230	51	1071	

Tabla 8: Cálculo previsión de carga de servicios

(\*) Al motor de mayor potencia se le multiplica por 1,25.

	Potencia (W)
<b>LEDS</b>	371
<b>Tubos LED</b>	1566
<b>Total</b>	<b>1937</b>

Tabla 9: Potencia alumbrado

Debido a la política de sostenibilidad del edificio todos los sistemas de iluminación han sido reemplazados en el último año por tubos LED y bombillas LED, por lo que no tenemos que realizar la multiplicación por el coeficiente de 1,8.

$$P \text{ alumbrado} = 1937 \text{ W}$$

La potencia nominal del ascensor se ha multiplicado por el coeficiente 1,25 ya que es el motor con mayor potencia de todo el edificio.

$$P \text{ fuerza} = 49540 \text{ W}$$

Por lo tanto, la previsión de cargas de servicios es:

$$P \text{ servicios} = 51477 \text{ W}$$

### 2.5.2 Previsión de carga del garaje

El garaje en cuestión tiene una superficie de 210 m<sup>2</sup> y tiene 4 plazas de parking, puesto que también se usa como almacenamiento. Al tratarse de un garaje con pocas plazas y de ventilación natural la previsión de cargas se calcula:

$$P \text{ garaje} = m^2 \cdot 10W/m^2$$

Ec. 8

$$P \text{ garaje} = 210 \text{ m}^2 \cdot 10W/m^2 = 2100 \text{ W}$$

La previsión de carga mínima a considerar en garajes es de 3450 W.

$$P \text{ garaje} = 3450 \text{ W}$$

Por lo tanto aplicando la ecuación 7:

$$P \text{ edificio} = 51477 \text{ W} + 3450 \text{ W}$$

$$P \text{ edificio} = 54556 \text{ W}$$



## 2.6 Cálculo de la sección del cableado

Para calcular la sección del cableado en corriente continua y alterna necesitaremos una serie de parámetros y valores establecidos que indicamos a continuación:

- Tabla 1 de la ITC-BT-19.
- Características del módulo fotovoltaico (Tabla 1).
- Características del inversor (Tabla 2).
- La caída de tensión máxima admisible:
  - Para la línea de DC es:  $1,5 \% \cdot V_{mp \text{ total}}$
  - Para la línea de AC es:  $1,5 \% \cdot \text{Tensión nominal (400 V, trifásica)}$
- Características de los conductores según el tipo de aislante.

Fuente 6: Vera, David "Procedimientos de cálculo de una instalación solar fotovoltaica aislada." Universidad de Jaén

Material	$\rho_{20^\circ}$	$\sigma_{20^\circ}$	TERMOPLASTICOS		TERMOESTABLES	
			$\sigma_{70^\circ}$	$\rho_{70^\circ}$	$\sigma_{90^\circ}$	$\rho_{90^\circ}$
Cobre	0,018	56	48	0,021	44	0,023
Aluminio	0,029	35	30	0,033	28	0,036

Tabla 10: Característica de los conductores según el tipo de aislante

### 2.6.1 Sección de conductores en corriente continua

Este cableado abarca desde el generador fotovoltaico hasta el inversor, para su cálculo se usan dos criterios.

Los detalles de la instalación son los siguientes:

- Se van a usar conductores 2 x XLPE
- Temperatura de servicio  $70^\circ\text{C}$
- Longitud de la línea 40 m
- Montaje A1 que se trata de un conductor aislado en tubo en el interior de una pared térmicamente aislante.

Criterio 1: Intensidad

$$I_{\max} = I_{sc} \cdot 1,1$$

Ec. 9

Donde:

- $I_{\max}$ : Intensidad máxima (A)
- 1,1 : Factor de seguridad
- $I_{sc}$  : Corriente en cortocircuito del generador fotovoltaico (A)

Sustituimos:

$$I_{\max} = 11,36 \cdot 1,1$$

$$I_{\max} = 12,496 \text{ A}$$

En la tabla ITC-BT-19 buscamos la sección correspondiente:

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE LOS CONDUCTORES																			
Método de instalación	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento																		
	3PVC	2PVC					3XLPE	2XLPE											
A1																			
A2	3PVC	2PVC			3XLPE		2XLPE												
B1				3PVC		2PVC					3XLPE				2XLPE				
B2			3PVC	2PVC					3XLPE		2XLPE								
C					3PVC					2PVC			3XLPE			2XLPE			
E							3PVC					2PVC			3XLPE		2XLPE		
F										3PVC				2PVC		3XLPE	2XLPE		
Sección mm <sup>2</sup>	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13	
Cobre (No enterrado)	1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	21	23	–	
	2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	–
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	–
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	–
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	–
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	–
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
	35	–	–	–	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
	50	–	–	–	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
	70	–	–	–	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
	95	–	–	–	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
	120	–	–	–	207	217	216	228	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
	150	–	–	–	–	–	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
	185	–	–	–	–	–	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
240	–	–	–	–	–	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	

Tabla 11: Tabla 1 ITC-BT-19 para sección en DC

La sección según el criterio 1 es de 1,5 mm<sup>2</sup>, con una intensidad máxima aceptable de 16,5 A

Criterio 2: Caída de tensión

$$S_{\min} = \frac{2 \cdot L \cdot I_{\max}}{\sigma \cdot \Delta U} \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

- $S_{\min}$ : Sección mínima del conductor ( $\text{mm}^2$ )
- L: Longitud del conductor desde el generador fotovoltaico al inversor (m)
- $I_{\max}$ : Intensidad máxima (A)
- $\sigma$ : Conductividad del cobre ( $\text{m}/\Omega\text{mm}^2$ )
- $\Delta U$ : Caída de tensión máxima admisible (V)

$$\Delta U = 1,5 \% \cdot V_{\text{MP total}} \quad \text{Ec. 11}$$

Sustituimos en la ecuación 10:

$$S_{\min} = \frac{2 \cdot 40 \cdot 12,496}{48 \cdot 11,833}$$

$$\Delta U = 1,5 \% \cdot (41,52 \cdot 19) = 11,833 \text{ V}$$

$$S_{\min} = 1,76 \text{ mm}^2$$

Se mira en la ITC-BT-19 la sección superior a el resultado de nuestro cálculo, en este caso, para el criterio 2 la sección correspondiente es de  $2,5 \text{ mm}^2$ , con una intensidad máxima aceptable de 22 A.

Entre los dos criterios se escoge aquel que tenga mayor diámetro, por lo tanto, la sección del cableado en DC es de  $2,5 \text{ mm}^2$ .

Pero debido a la longitud del cableado en DC se va a usar un conductor para el tramo en corriente continua de sección  $4 \text{ mm}^2$  con una intensidad máxima aceptable de 30A.

### 2.6.2 Sección de conductores en corriente alterna

Esta línea de cableado va desde el inversor hasta el cuadro general de corriente alterna del edificio. Se usan dos criterios para el cálculo de la sección de línea trifásicas (400V).

Los detalles de instalación son los siguientes:

- Se van a usar conductores 3 x XLPE
- Temperatura de servicio 70°C
- Longitud de la línea 4 m
- Montaje A2 que se trata de un cable multipolar en tubo en el interior de una pared térmicamente aislante.

Criterio 1: Intensidad

$$I_{\max} = I_{\text{inv}} \cdot 1,25 \quad \text{Ec. 12}$$

Donde:

- $I_{\max}$ : Intensidad máxima (A)
- 1,25: Factor de seguridad estipulado en la ITC-BT-40
- $I_{\text{inv}}$ : Intensidad del inversor (A)

$$I_{\text{inv}} = \frac{P_{\max}}{\sqrt{3} \cdot U_{\text{AC}}} \quad \text{Ec. 13}$$

- $U_{\text{AC}}$ : Tensión nominal de salida del inversor, 400V (trifásica)
- $P_{\max}$ : Potencia máxima que ofrece el inversor (W)

Sustituimos:

$$I_{\text{inv}} = \frac{25000\text{W}}{\sqrt{3} \cdot 400\text{ V}} = 36,08\text{ A}$$

$$I_{\max} = 36,08 \cdot 1,25 = 45,1\text{ A}$$

En la tabla ITC-BT-19 buscamos la sección correspondiente:

INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE DE LOS CONDUCTORES																			
Método de instalación	Número de conductores cargados y tipo de aislamiento																		
A1	3PVC	2PVC					3XLPE		2XLPE										
A2	3PVC	2PVC			3XLPE		2XLPE												
B1			3PVC		2PVC					3XLPE					2XLPE				
B2			3PVC	2PVC						3XLPE	2XLPE								
C					3PVC					2PVC			3XLPE			2XLPE			
E							3PVC					2PVC			3XLPE		2XLPE		
F										3PVC				2PVC			3XLPE		2XLPE
Sección mm²	2	3	4	5a	5b	6a	6b	7a	7b	8a	8b	9a	9b	10a	10b	11	12	13	
Cobre (No enterrado)	1,5	11	11,5	12,5	13,5	14	14,5	15,5	16	16,5	17	17,5	19	20	20	21	23	-	
	2,5	15	15,5	17	18	19	20	20	21	22	23	24	26	27	26	28	30	32	-
	4	20	20	22	24	25	26	28	29	30	31	32	34	36	36	38	40	44	-
	6	25	26	29	31	32	34	36	37	39	40	41	44	46	46	49	52	57	-
	10	33	36	40	43	45	46	49	52	54	54	57	60	63	65	68	72	78	-
	16	45	48	53	59	61	63	66	69	72	73	77	81	85	87	91	97	104	-
	25	59	63	69	77	80	82	86	87	91	95	100	103	108	110	115	122	135	146
	35	-	-	-	95	100	101	106	109	114	119	124	127	133	137	143	153	168	182
	50	-	-	-	116	121	122	128	133	139	145	151	155	162	167	174	188	204	220
	70	-	-	-	148	155	155	162	170	178	185	193	199	208	214	223	243	262	282
	95	-	-	-	180	188	187	196	207	216	224	234	241	252	259	271	298	320	343
	120	-	-	-	207	217	216	226	240	251	260	272	280	293	301	314	350	373	397
	150	-	-	-	-	-	247	259	276	289	299	313	322	337	343	359	401	430	458
	185	-	-	-	-	-	281	294	314	329	341	356	368	385	391	409	460	493	523
240	-	-	-	-	-	330	345	368	385	401	419	435	455	468	489	545	583	617	

Tabla 12: Tabla 1 ITB-BT-19 para sección en AC

La sección según el criterio 1 es de 16 mm<sup>2</sup>, con una intensidad máxima aceptable de 61 A.

Criterio 2: Caída de tensión

$$S_{\min} = \frac{L \cdot I_{\max}}{\sigma \cdot U_{\max}} \quad \text{Ec. 14}$$

Donde:

- $S_{\min}$ : Sección mínima del conductor (mm<sup>2</sup>)
- L: Longitud del conductor desde el generador fotovoltaico al inversor (m)
- $I_{\max}$ : Intensidad máxima (A)
- $\sigma$ : Conductividad del cobre (m/Ωmm<sup>2</sup>)
- $U_{\max}$ : Caída de tensión máxima admisible (V)

$$U_{\max} = 1,5 \% \cdot U_{AC} \quad \text{Ec. 15}$$

Sustituimos:

$$U_{\max} = 1,5 \% \cdot 400 = 6$$

$$S_{\min} = \frac{4 \cdot 45,1}{48 \cdot 6}$$

$$S_{\min} = 0,626 \text{ mm}^2$$

Se mira en la ITC-BT-19 la sección superior a el resultado de nuestro cálculo, en este caso, para el criterio 2 la sección correspondiente es de 1.5 mm<sup>2</sup>, con una intensidad máxima aceptable de 14 A.

Entre los dos criterios se escoge aquel que tenga mayor diámetro, por lo tanto, la sección del cableado en AC es de 16 mm<sup>2</sup>.

## 2.7 Protecciones

Toda instalación debe tener ciertos componentes de protección para que esta sea segura y no tener ninguna contingencia.

### 2.7.1 Protecciones en DC

Fusibles contra sobrecargas son los elementos de seguridad instalados en la sección de corriente continua.

Los tipos de fusibles contra sobrecargas a instalar son los siguientes:

- Fusibles de protección del campo solar.
- Fusibles de protección de strings.

Como indica la ITC-BT-22 las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un conductor contra sobrecargas deben cumplir las siguientes condiciones:

- $I_B \leq I_n \leq I_Z$  Ec. 16
- $I_2 \leq 1,45 I_Z$  Ec. 17

Donde:

- $I_B$ : Corriente para la que se ha diseñado el servicio según la previsión de cargas.
- $I_Z$ : Corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado.
- $I_n$ : Corriente asignada del dispositivo de protección.
- $I_2$ : Corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo.

Sustituimos los valores correspondientes en la Ecuación 16:

$$12,496 \text{ A} \leq I_n \leq 30 \text{ A}$$

$I_n$  : Seleccionamos un fusible cuya intensidad esté entre los valores anteriores, en nuestro caso elegiremos uno de 20 A.

$$I_2 \leq 1,45 \cdot 20 = 29 \text{ A}$$

Como podemos ver cumple ambas condiciones, por lo que es correcto.

### 2.7.2 Protecciones en AC

Las protecciones que se van a instalar en el tramo de corriente alterna son los siguientes:

- Interruptor automático
- Interruptor diferencial

#### 2.7.2.1 Interruptor automático

El interruptor automático es necesario en toda instalación eléctrica, el elemento más utilizado es el magnetotérmico el cual debe cumplir los siguientes requisitos:

- Tener un rango nominal de corte de cortocircuito mayor o igual que la corriente en cortocircuito obtenida.
- Disponer de otro dispositivo que disponga de capacidad de corte.

Como indica la ITC-BT-22 deben cumplir las siguientes condiciones:

- $I_B \leq I_n \leq I_Z$

Ec. 18



Donde:

- $I_B$ : Corriente máxima de salida del inversor.
- $I_Z$ : Corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado.
- $I_n$ : Corriente asignada del dispositivo de protección.

$$36,1 \text{ A} \leq I_n \leq 61 \text{ A}$$

Por lo que el magnetotérmico seleccionado es Acti 9 iKQ de 40 A de la casa Schneider.

#### *2.7.2.2 Interruptor diferencial*

Según se detalla en la ITC-BT-24 los interruptores diferenciales que garanticen la protección contra contactos indirectos de todos los circuitos, con una intensidad diferencial-residual máxima de 30mA.

El diferencial seleccionado es de 4P 40 A, 30 mA 400 V de la casa Schneider.

## 2.8 Cálculo de la inclinación

Para calcular la inclinación de los módulos fotovoltaicos se puede realizar por dos métodos conociendo la latitud del lugar, en nuestro caso la latitud es  $38^{\circ} 24' 67,78''$

- Inclinación óptima del lugar
- En función del periodo de tiempo y el uso

### 2.8.1 Inclinación óptima del lugar

Usando la expresión siguiente calculamos la inclinación idónea para nuestros paneles fotovoltaicos.

$$\beta_{OPT} = 3,7 + 0,69 \cdot \phi \quad \text{Ec. 19}$$

$$\beta_{OPT} = 3,7 + 0,69 \cdot 38,24$$

$$\beta_{OPT} = 30,08^{\circ}$$

### 2.8.2 Inclinación en función del periodo de tiempo y el uso

Usando la siguiente tabla obtenemos la inclinación óptima.

Tipo de instalación	Uso	Máxima captación	Inclinación óptima
Conectada a red	Anual	Anual	$\beta_{OPT} = \phi - 10$
Bombeo de agua	Anual	Verano	$\beta_{OPT} = \phi - 20$
Autónomas de consumo anual constante	Anual	Periodo de menos radiación	$\beta_{OPT} = \phi + 10$

Tabla 13: Inclinación en función del tiempo y uso

Como es instalación conectada a red, nos tenemos que basar en la expresión:

$$\beta_{OPT} = \phi - 10 \quad \text{Ec. 20}$$

$$\beta_{OPT} = 38,24 - 10$$

$$\beta_{OPT} = 28,24^{\circ}$$

Redondeando tenemos una inclinación de  $30^{\circ}$  que es la que usaremos en la cubierta plana de la instalación.

## 2.9 Rendimiento energético de la instalación

El rendimiento energético de la instalación o Performance Ratio (PR) no es constante durante todo el año ya que depende de múltiples factores.

- Eficacia del cableado.
- Eficiencia del inversor.
- Pérdidas por sombras o suciedad.
- Pérdidas por errores de seguimiento del punto de máxima potencia.
- Eficacia de la temperatura del módulo.

Por ello el Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red publicado por el IDAE (Instituto para la Diversidad y el Ahorro Energético) en julio de 2011 se recoge el valor de performance ratio anual.

Mes	PR
Enero	0,851
Febrero	0,844
Marzo	0,801
Abril	0,802
Mayo	0,796
Junio	0,768
Julio	0,753
Agosto	0,757
Septiembre	0,769
Octubre	0,807
Noviembre	0,837
Diciembre	0,850

Tabla 14: Valor Performance Ratio mensual establecido por el IDAE

## 2.10 Estudio de energético

Con ayuda del software de SolarEdge, Designer hemos obtenido la energía mensual generada por nuestra instalación fotovoltaica, con ello vamos a analizar la producción y consumo del edificio.

Para el perfil de consumo se ha escogido el de pensionistas o trabajadores desde casa, puesto que el consumo está focalizado de 8:00 a 23:00 horas

Mes	Consumo eléctrico (sin autoconsumo) (kWh/mes)	Energía solar FV autoconsumida (kWh/mes)	Energía solar FV exportada (kWh/mes)	Energía solar FV Producida (kWh/mes)	Nivel de autoconsumo (%)	Energía importada (kWh/mes)
Enero	9333,33	1958	0	1958	21,0%	7375,33
Febrero	9333,33	2140	0	2143	22,9%	7193,33
Marzo	9333,33	2999	0	3171	32,1%	6334,33
Abril	9333,33	3330	0	3714	35,7%	6003,33
Mayo	9333,33	3781	0	4127	40,5%	5552,33
Junio	9333,33	3953	0	4349	42,4%	5380,33
Julio	9333,33	4170	0	4657	42,1%	5402,33
Agosto	9333,33	3931	0	4255	34,6%	6105,33
Septiembre	9333,33	3228	0	3492	28,5%	6673,33
Octubre	9333,33	2660	0	2687	22,2%	7265,33
Noviembre	9333,33	2068	0	2068	22,2%	7265,33
Diciembre	9333,33	1783	0	1783	19,1%	7550,33
<b>Total</b>	<b>112000,00</b>	<b>36001</b>	<b>0</b>	<b>38404</b>	<b>32,1%</b>	<b>75999,00</b>

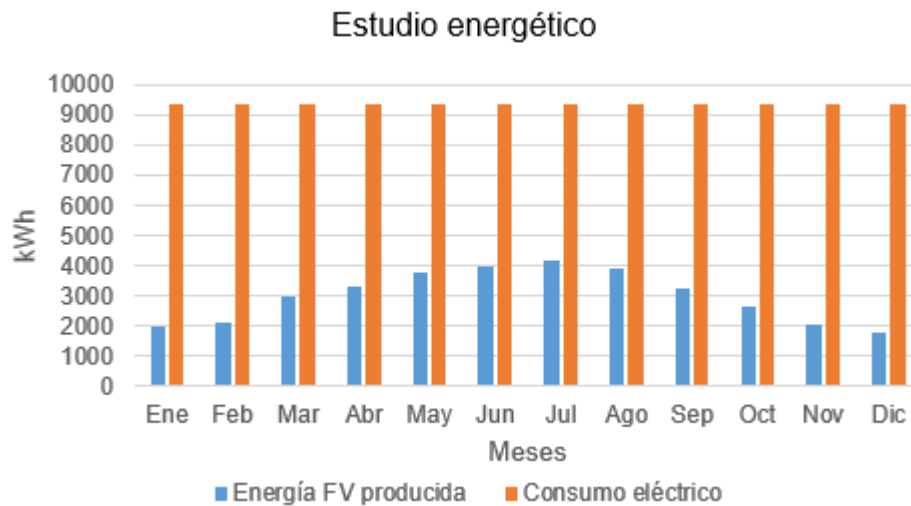
Tabla 15: Estudio energético mensual

Debido a que nos faltan datos en la evolución del consumo eléctrico proporcionado por la factura eléctrica y la difícil lectura de los valores correspondientes hemos optado por hacer una media mensual sabiendo que el consumo anual es de 112000 kWh.

$$\text{Nivel de autoconsumo} = \frac{\text{Energía solar FV autoconsumida}}{\text{Consumo eléctrico (sin autoconsumo)}} \quad \text{Ec. 21}$$

Como podemos ver, con la instalación propuesta no se cubre todo el consumo del edificio, si no que conseguimos un nivel de autoconsumo total del 32,1 %, en los meses de verano en consecuencia al mayor número de horas solar pico (HSP) el autoconsumo asciende al 42,4 % y en los meses con menor HSP es del 19,1 %.

Los datos proporcionados nos indican que no tendremos energía exportada pero la instalación está preparada para ello, ya que es posible en algún momento puntual el consumo del edificio sea mínimo y la energía generada en ese instante se vierta a la red eléctrica proporcionando unas ganancias. Debido a que esto no se puede calcular, se va a optar por despreciar ese valor y suponer que no se exporta energía.



Gráfica 5: Energía producida frente al consumo eléctrico

Toda energía autoconsumida supone un ahorro considerable en nuestra factura eléctrica ya que esa energía no se debe importar desde la red eléctrica. Por lo que tenemos que importar 75999,00 kWh/año frente a los 112000 kWh/año que se importaban antes de la instalación.

## 2.11 Estudio económico

En este apartado vamos a estudiar el precio de la factura de la energía importada antes y después de la instalación fotovoltaica.

Hay que destacar que en este cálculo no se ha tenido en cuenta el precio por la potencia contratada, puesto que este valor no se puede disminuir debido a la previsión de cargas del edificio, únicamente se estudiará el importe por el consumo energético.

Conociendo el precio de la energía y el consumo del edificio que vienen indicados en la factura, calculamos el importe medio mensual de la factura eléctrica.

$$\text{Importe medio mensual} = \text{Consumo medio mensual} \cdot \text{Precio de la energía} \quad \text{Ec. 22}$$

Ya que nuestra facturación está dividida en tres tramos horarios hay que calcular, conociendo el consumo de cada periodo, el consumo medio mensual en los distintos periodos sabiendo que la energía media consumida al mes antes del autoconsumo es de 9333,33kWh.

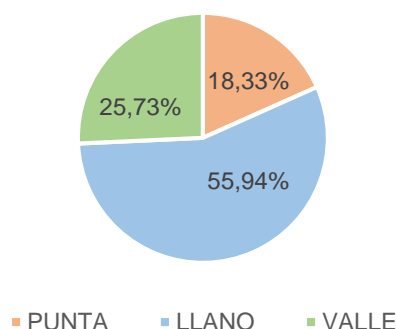
	Consumo 15 días (kWh)	Consumo mensual (kWh)	Porcentaje de periodos	Consumo medio mensual (kWh)	Precio energía (€ / kWh)	Importe medio mensual (€)
<b>PUNTA</b>	1120	2240	18,33%	1710,86	0,117433	200,91
<b>LLANO</b>	3418	6836	55,94%	5221,17	0,092888	484,98
<b>VALLE</b>	1572	3144	25,73%	2401,31	0,063846	153,31
<b>Total</b>	6110	12220		9333,33		<b>839,21</b>

Tabla 16: Estudio económico energía importada antes del autoconsumo

$$\text{Importe anual de energía consumida} = \text{Importe medio mensual} \cdot 12 \text{ meses} \quad \text{Ec. 22}$$

$$\text{Importe anual de energía consumida antes del autoconsumo} = 10700,50 \text{ €}$$

### Porcentaje del consumo en los periodos



Gráfica 6: Porcentaje del consumo en los periodos

Gracias al porcentaje de consumo en los distintos periodos podemos calcular el consumo por periodos de la energía importada antes del autoconsumo. Como podemos ver en la gráfica 6, el mayor gasto de energía se produce en el tramo Llano teniendo un consumo total del 55,94 %, este periodo va desde las 8:00 a 18:00 y 22:00 a 00:00 en verano y para invierno el horario es de 8:00 a 11:00 y 15:00 a 00:00. Sabiendo que el uso del edificio es una residencia de personas mayores es normal que el consumo está focalizado en este periodo.

Con los datos proporcionados por el software Designer y calculados en la Tabla 14, calculamos el importe medio de la factura eléctrica con autoconsumo. Hemos calculado el precio medio estimado teniendo en cuenta el consumo en cada periodo.

	Energía importada (kWh)	Precio energía importada (€)
Ene	7375,33	663,16
Feb	7193,33	646,79
Mar	6334,33	569,55
Abr	6003,33	539,79
May	5552,33	499,24
Jun	5380,33	483,77
Jul	5402,33	485,75
Ago	6105,33	548,96
Sep	6673,33	600,04
Oct	7265,33	653,27
Nov	7265,33	653,27
Dic	7550,33	678,89
<b>Total</b>	<b>75999,00</b>	<b>7022,48</b>

Tabla 17: Energía importada con autoconsumo

$$\text{Importe anual de energía consumida} = \sum \text{Importe medio mensual} \quad \text{Ec. 23}$$

$$\text{Importe anual de energía consumida con autoconsumo} = 7022,48 \text{ €}$$

Como comentamos anteriormente, con los calculo obtenidos no tenemos beneficios extras por la venta de energía, por lo que:

- El ahorro energético es de 36001, 00 kWh/año.
- El ahorro económico es de 3048,02 €/año.



## 2.12 Estudio de viabilidad

Debido a que no tendremos beneficios por la venta de energía a la red eléctrica, la viabilidad de la instalación reside en el ahorro en la factura eléctrica.

Para conseguir un mayor ahorro y disminuir los años de amortización de la instalación, se va a recurrir al BOJA núm. 249 de 30 de diciembre de 2016. Orden de 23 de diciembre de 2016, por la que se aprueban las bases reguladoras para la concesión de incentivos para el desarrollo energético sostenible de Andalucía en el período 2017-2020.

El 12 de mayo se publicó la nota informativa nº 37, sobre la reapertura de la convocatoria para la solicitud de incentivos para autoconsumo.

Se podrán beneficiar de dicho incentivo ciudadanos, pymes y administraciones públicas para reducir la demanda de energía y usar la energía de una manera eficiente que cumplan con los siguientes requisitos:

- Instalaciones fotovoltaicas de nueva construcción.
- Instalaciones conectadas a red o aisladas de la red eléctrica
- Instalaciones con o sin baterías de litio
- Instalaciones con monitorización

El porcentaje del incentivo será:

- El 20% al 70% en función de la tipología de la instalación.
- 60% al 85% si el municipio es de menos de 20000 habitantes.
- 85% para viviendas de protección oficial.

Nuestra instalación cumple los requisitos establecidos por lo que según lo establecido el incentivo sería del 40% del total del coste de la instalación. Con la subvención la instalación queda exenta de pagar la licencia de obra.

Sin la ayuda económica de la Junta de Andalucía la instalación se amortizaría en 7 años, sin embargo, con subvención obtenida la amortización es de 3 años.

Por lo que a partir del tercer año el ahorro económico que consiguen con la instalación se puede destinar a otros fines.

Debido a que el ayuntamiento cuenta con personal cualificado la labor de conservación de la instalación no se contabiliza ya que serán ellos los encargados del mantenimiento y seguimiento de la instalación.

### 3 PRESUPUESTO

	Resumen	Precio unitario €	Unidades	Importe €
<b>Módulos</b>	Modelos Ja Solar 450 W	157,98	55	8688,90
<b>Soporte inclinado</b>	De 5 módulos	217,25	3	651,75
	De 3 módulos	150,10	2	300,20
	De 2 módulos	122,45	2	244,90
	De 1 módulo	94,80	6	568,80
<b>Soporte sobre teja</b>	De 4 módulos	186,32	6	1117,92
<b>Inversor</b>	Fronius ECO 25 kW	2701,48	1	2701,48
<b>Cableado</b>	Cableado DC de sección 4mm <sup>2</sup> (m)	0,53	40	21,20
	Cableado AC de sección 16 mm <sup>2</sup> (m)	2,22	4	8,88
<b>Protecciones</b>	Magnetotérmico de 40 A	36,45	1	36,45
	Diferencial de 40 A y 30mA	42,15	1	42,15
	Fusible de 20 A	1,47	2	2,94
	Cable desnudo rígido de 50 mm <sup>2</sup> para conexión a tierra	5,32	3	15,96
<b>Total Presupuesto materiales</b>				<b>14401,53€</b>
<b>Mano de obra</b>	10% del coste del material	1440,15	1	1440,15
<b>Total Presupuesto mano de obra</b>				<b>1440,15€</b>
<b>Presupuesto general</b>				<b>15841,68</b>
IVA (21%)				3326,75
<b>19168,43€</b>				
<b>Subvención</b>		40%	7667,37	
<b>Total</b>				<b>8174,31 €</b>

Tabla 18: Presupuesto



## 4 PLIEGO DE CONDICIONES

### Índice de Pliego de Condiciones

- 4. Cláusulas administrativas
  - 4.1 Condiciones generales
  - 4.2 Condiciones facultativas
    - 4.2.1 Agentes intervinientes en la obra
      - 4.2.1.1 Promotor
      - 4.2.1.2 Contratista
      - 4.2.1.3 Dirección facultativa
    - 4.2.2 Documentación de obra
  - 4.1.3 Replanteo y acta de replanteo
  - 4.1.4 Recepción de la obra
- 4.3 Condiciones legales

## 4. CLAÚSULAS ADMINISTRATIVAS

### 4.1 Condiciones generales

El objeto del presente pliego es la ordenación de las condiciones facultativas, técnicas, económicas y legales que han de regir durante la ejecución de las obras de construcción del proyecto.

La obra ha de ser ejecutada conforme a lo establecido en los documentos que conforman el presente proyecto, siguiendo las condiciones establecidas en el contrato y las órdenes e instrucciones dictadas por la dirección facultativa de la obra, bien oralmente o por escrito.

Cualquier modificación en obra, se pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa, sin cuya autorización no podrá ser realizada. Se acometerán los trabajos cumpliendo con lo especificado en el apartado de condiciones técnicas de la obra y se emplearán materiales que cumplan con lo especificado en el mismo.

Durante la totalidad de la obra se estará a lo dispuesto en la normativa vigente especialmente a la de obligado cumplimiento.

Es obligación de la contrata, así como del resto de agentes intervinientes en la obra el conocimiento del presente pliego y el cumplimiento de todos sus puntos.

Como documento subsidiario para aquellos aspectos no regulados en el presente pliego se adoptarán las prescripciones recogidas en el Pliego General de Condiciones Técnicas de la Edificación publicado por los Consejos Generales de la Arquitectura y de la Arquitectura Técnica de España.

## 4.2 Condiciones facultativas

### 4.2.1 Agentes intervinientes en la obra

#### 4.2.1.1 Promotor

Será considerado promotor cualquier persona, física o jurídica, pública o privada, que, individual o colectivamente, decide, impulsa, programa y financia, con recursos propios o ajenos, las obras de edificación objeto de este proyecto.

Cuando el promotor realice directamente con medios humanos y materiales propios la totalidad o determinadas partes de la obra, tendrá también la consideración de contratista a los efectos de la Ley 32/2006.

A los efectos del RD 1627/97 cuando el promotor contrate directamente trabajadores autónomos para la realización de la obra o de determinados trabajos de la misma, tendrá la consideración de contratista excepto en los casos estipulados en dicho Real Decreto. Tendrá la consideración de productor de residuos de construcción y demolición a los efectos de lo dispuesto en el RD 105/2008.

Son obligaciones del promotor:

- Ostentar sobre el solar la titularidad de un derecho que le faculte para construir en él.
- Nombrar a los técnicos proyectistas y directores de obra y de la ejecución material.
- Velar para que la prevención de riesgos laborales se integre en la planificación de los trabajos de la obra. Debe disponer los medios para facilitar al contratista y a las empresas (subcontratistas) y trabajadores autónomos de él dependientes la gestión preventiva de la obra.
- Contratar al técnico redactor del Estudio de Seguridad y Salud y al Coordinador en obra y en proyecto si fuera necesario.
- Facilitar la documentación e información previa necesaria para la redacción del proyecto, así como autorizar al director de obra las posteriores modificaciones del mismo.

- Gestionar y obtener las preceptivas licencias y autorizaciones administrativas, así como suscribir el acta de recepción de la obra.
- Suscribir los seguros o garantías financieras equivalentes exigidos por la Ley de Ordenación de la Edificación.
- Facilitar el Libro del Edificio a los usuarios finales. Dicho Libro incluirá la documentación reflejada en la Ley de Ordenación de la Edificación, el Código Técnico de la Edificación, el certificado de eficiencia energética del edificio y los aquellos otros contenidos exigidos por la normativa.
- Incluir en proyecto un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición. En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, hacer un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión, así como prever su retirada selectiva y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.
- Disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición han sido debidamente gestionados según legislación.
- En su caso constituir la fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra. En promociones de vivienda, en caso de percibir cantidades anticipadas, se habrán de cumplir las condiciones impuestas por la Ley de Ordenación de la Edificación en su disposición adicional primera.

#### 4.2.1.2 *Contratista*

Contratista: es la persona física o jurídica, que tiene el compromiso de ejecutar las obras con medios humanos y materiales suficientes, propios o ajenos, dentro del plazo acordado y con sujeción estricta al proyecto técnico que las define, al contrato firmado con el promotor, a las especificaciones realizadas por la Dirección Facultativa y a la legislación aplicable.

Tendrá la consideración de poseedor de residuos de construcción y demolición a los efectos de lo dispuesto en el RD 105/2008.

Son obligaciones del contratista:



- La ejecución de las obras alcanzando la calidad exigida en el proyecto cumpliendo con los plazos establecidos en el contrato.
- Tener la capacitación profesional para el cumplimiento de su cometido como constructor.
- Designar al jefe de obra que asumirá la representación técnica del constructor en la obra, tendrá la capacitación adecuada de acuerdo con las características y la complejidad de la obra y permanecerá en la obra a lo largo de toda la jornada legal de trabajo hasta la recepción de la obra. El jefe de obra, deberá cumplir las indicaciones de la Dirección Facultativa y firmar en el libro de órdenes, así como cerciorarse de la correcta instalación de los medios auxiliares, comprobar replanteos y realizar otras operaciones técnicas.
- Asignar a la obra los medios humanos y materiales que su importancia requiera.
- Formalizar las subcontrataciones de determinadas partes o instalaciones de la obra dentro de los límites establecidos en el contrato.
- Firmar el acta de replanteo y el acta de recepción de la obra.
- Facilitar al director de obra los datos necesarios para la elaboración de la documentación de la obra ejecutada.
- Suscribir las garantías previstas en el presente pliego y en la normativa vigente.
- Redactar el Plan de Seguridad y Salud.
- Designar al recurso preventivo de Seguridad y Salud en la obra entre su personal técnico cualificado con presencia permanente en la obra y velar por el estricto cumplimiento de las medidas de seguridad y salud precisas según normativa vigente y el plan de seguridad y salud.
- Vigilar el cumplimiento de la Ley 32/2006 por las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos con que contraten; en particular, en lo que se refiere a las obligaciones de acreditación e inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas, contar con el porcentaje de trabajadores contratados con carácter indefinido aspectos regulados en el artículo 4 de dicha Ley y al régimen de la subcontratación que se regula en el artículo 5.
- Informar a los representantes de los trabajadores de las empresas que intervengan en la ejecución de la obra de las contrataciones y subcontrataciones que se hagan en la misma.

- Estará obligado a presentar al promotor un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación con los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra.
- Cuando no proceda a gestionar por sí mismo los residuos de construcción y demolición estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión.
- Estará obligado a mantener los residuos de construcción y demolición en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

### **Plazo de ejecución y prórrogas.**

En caso de que las obras no se pudieran iniciar o terminar en el plazo previsto como consecuencia de una causa mayor o por razones ajenas al Contratista, se le otorgará una prórroga previo informe favorable de la Dirección Facultativa. El Contratista explicará la causa que impide la ejecución de los trabajos en los plazos señalados, razonándolo por escrito.

La prórroga solo podrá solicitarse en un plazo máximo de un mes a partir del día en que se originó la causa de esta, indicando su duración prevista y antes de que la contrata pierda vigencia. En cualquier caso, el tiempo prorrogado se ajustará al perdido y el Contratista perderá el derecho de prórroga si no la solicita en el tiempo establecido.

### **Medios humanos y materiales en obra.**

Cada una de las partidas que compongan la obra se ejecutarán con personal adecuado al tipo de trabajo de que se trate, con capacitación suficientemente probada para la labor a desarrollar. La Dirección Facultativa, tendrá la potestad facultativa para decidir sobre la adecuación del personal al trabajo a realizar.

El Contratista proporcionará un mínimo de dos muestras de los materiales que van a ser empleados en la obra con sus certificados y sellos de garantía en vigor presentados por el fabricante, para que sean examinadas y aprobadas por la Dirección Facultativa, antes de su puesta en obra. Los materiales que no reúnan las condiciones exigidas serán retirados de la obra. Aquellos materiales que requieran de marcado CE irán acompañados

de la declaración de prestaciones que será facilitada al director de ejecución material de la obra en el formato (digital o papel) que éste disponga al comienzo de la obra.

Las pruebas y ensayos, análisis y extracción de muestras de obra que se realicen para cerciorarse de que los materiales y unidades de obra se encuentran en buenas condiciones y están sujetas al Pliego, serán efectuadas cuando se estimen necesarias por parte de la Dirección Facultativa y en cualquier caso se podrá exigir las garantías de los proveedores.

El transporte, descarga, acopio y manipulación de los materiales será responsabilidad del Contratista.

### **Subcontratas**

Subcontratista es la persona física o jurídica que asume contractualmente ante el contratista u otro subcontratista comitente el compromiso de realizar determinadas partes o unidades de obra.

El Contratista podrá subcontratar capítulos o unidades de obra, bajo su responsabilidad, previo consentimiento del Promotor y la Dirección Facultativa, asumiendo en cualquier caso el contratista las actuaciones de las subcontratas.

Será obligación de los subcontratistas vigilar el cumplimiento de la Ley 32/2006 por las empresas subcontratistas y trabajadores autónomos con que contraten; en particular, en lo que se refiere a las obligaciones de acreditación e inscripción en el Registro de Empresas Acreditadas, contar con el porcentaje de trabajadores contratados con carácter indefinido aspectos regulados en el artículo 4 de dicha Ley y al régimen de la subcontratación que se regula en el artículo 5.

Tendrán la consideración de poseedores de residuos de construcción y demolición a los efectos de lo dispuesto en el RD 105/2008.

### **Relación con los agentes intervinientes en la obra.**

El orden de ejecución de la obra será determinado por el Contratista, excepto cuando la dirección facultativa crea conveniente una modificación de los mismos por razones técnicas en cuyo caso serán modificados sin contraprestación alguna.

El contratista estará a lo dispuesto por parte de la dirección de la obra y cumplirá sus indicaciones en todo momento, no cabiendo reclamación alguna, en cualquier caso, el contratista puede manifestar por escrito su disconformidad y la dirección firmará el acuse de recibo de la notificación.

En aquellos casos en que el contratista no se encuentre conforme con decisiones económicas adoptadas por la dirección de la obra, este lo pondrá en conocimiento de la propiedad por escrito, haciendo llegar copia de la misma a la Dirección Facultativa.

### **Defectos de obra y vicios ocultos.**

El Contratista será responsable hasta la recepción de la obra de los posibles defectos o desperfectos ocasionados durante la misma.

En caso de que la Dirección Facultativa, durante las obras o una vez finalizadas, observara vicios o defectos en trabajos realizados, materiales empleados o aparatos que no cumplan con las condiciones exigidas, tendrá el derecho de mandar que las partes afectadas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, antes de la recepción de la obra y a costa de la contrata.

De igual manera, los desperfectos ocasionados en fincas colindantes, vía pública o a terceros por el Contratista o subcontrata del mismo, serán reparados a cuenta de éste, dejándolas en el estado que estaban antes del inicio de las obras.

### **Modificaciones en las unidades de obra.**

Las unidades de obra no podrán ser modificadas respecto a proyecto a menos que la Dirección Facultativa así lo disponga por escrito.

En caso de que el Contratista realizase cualquier modificación beneficiosa (materiales de mayor calidad o tamaño), sin previa autorización de la Dirección Facultativa y del Promotor, sólo tendrá derecho al abono correspondiente a lo que hubiese construido de acuerdo con lo proyectado y contratado.

En caso de producirse modificaciones realizadas de manera unilateral por el Contratista que menoscaben la calidad de lo dispuesto en proyecto, quedará a juicio de la Dirección Facultativa la demolición y reconstrucción o la fijación de nuevos precios para dichas partidas.

Previamente a la ejecución o empleo de los nuevos materiales, convendrán por escrito el importe de las modificaciones y la variación que supone respecto al contratado. Toda modificación en las unidades de obra será anotada en el libro de órdenes, así como su autorización por la Dirección Facultativa y posterior comprobación.

#### *4.2.1.3 Dirección facultativa*

### **Proyectista.**

Es el encargado por el promotor para redactar el proyecto de ejecución de la obra con sujeción a la normativa vigente y a lo establecido en contrato.

Será encargado de realizar las copias de proyecto necesarias y, en caso necesario, visarlas en el colegio profesional correspondiente.

Cuando el proyecto se desarrolle o complete mediante proyectos parciales o documentos técnicos, cada proyectista asumirá la titularidad de su proyecto.

El proyectista suscribirá el certificado de eficiencia energética del proyecto a menos que exista un proyecto parcial de instalaciones térmicas, en cuyo caso el certificado lo suscribirá el autor de este proyecto parcial.

### **Director de la obra.**

Forma parte de la Dirección Facultativa, dirige el desarrollo de la obra en aspectos técnicos, estéticos, urbanísticos y medioambientales, de conformidad con el proyecto, la licencia de edificación y demás autorizaciones preceptivas y las condiciones del contrato, con el objeto de asegurar su adecuación al fin propuesto.

Son obligaciones del director de obra:

- Verificar el replanteo y la adecuación de la cimentación y de la estructura proyectada a las características geotécnicas del terreno.
- Resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de Órdenes y Asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- Elaborar modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra.
- Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra, así como conformar las certificaciones de las unidades de obra ejecutadas.
- Elaborar y suscribir la documentación de la obra ejecutada para entregarla al promotor, con los visados que en su caso fueran preceptivos.
- Suscribir el certificado de eficiencia energética del edificio terminado.

#### *4.2.2 Documentación de obra*

En obra se conservará una copia íntegra y actualizada del proyecto para la ejecución de la obra incorporando el estudio de gestión de residuos de construcción y demolición. Todo ello estará a disposición de todos los agentes intervinientes en la obra.

Tanto las dudas que pueda ofrecer el proyecto al contratista como los documentos con especificaciones incompletas se pondrán en conocimiento de la Dirección Facultativa tan pronto como fueran detectados con el fin de estudiar y solucionar el problema. No se procederá a realizar esa parte de la obra, sin previa autorización de la Dirección Facultativa.

La existencia de contradicciones entre los documentos integrantes de proyecto o entre proyectos complementarios dentro de la obra se salvará atendiendo al criterio que establezca el Director de Obra no existiendo prelación alguna entre los diferentes documentos del proyecto.

La ampliación del proyecto de manera significativa por cualquiera de las razones: nuevos requerimientos del promotor, necesidades de obra o imprevistos, contará con la aprobación del director de obra que confeccionará la documentación y del Promotor que

realizará la tramitación administrativa que dichas modificaciones requieran, así como la difusión a todos los agentes implicados.

Una vez finalizada la obra, el proyecto, con la incorporación en su caso de las modificaciones debidamente aprobadas, será facilitado al promotor por el director de obra para la formalización de los correspondientes trámites administrativos.

A dicha documentación adjuntará el Promotor el acta de recepción, la relación identificativa de los agentes que han intervenido durante el proceso de edificación, las instrucciones de uso y mantenimiento del edificio y sus instalaciones, de conformidad con la normativa que le sea de aplicación y aquellos datos requeridos según normativa para conformar el Libro del Edificio que será entregado a los usuarios finales del edificio.

Una vez finalizada la obra, la "documentación del seguimiento de la obra" y la "documentación del seguimiento del control de la obra", según contenidos especificados en el Anexo II de la Parte I del Código Técnico de la Edificación, serán depositadas por el Director de la Obra y por el Director de Ejecución Material de la Obra respectivamente, en el Colegio Profesional correspondiente o, en su caso, en la Administración Pública competente, que aseguren su conservación y se comprometan a emitir certificaciones de su contenido a quienes acrediten un interés legítimo.

#### *4.2.3 Replanteo y acta de replanteo*

El Contratista estará obligado a comunicar por escrito el inicio de las obras a la Dirección Facultativa como mínimo tres días antes de su inicio.

El replanteo será realizado por el Constructor siguiendo las indicaciones de alineación y niveles especificados en los planos y comprobado por la Dirección Facultativa. No se comenzarán las obras si no hay conformidad del replanteo por parte de la Dirección Facultativa.

Todos los medios materiales, personal técnico especializado y mano de obra necesarios para realizar el replanteo, que dispondrán de la cualificación adecuada, serán proporcionadas por el Contratista a su cuenta.

Se utilizarán hitos permanentes para materializar los puntos básicos de replanteo, y dispositivos fijos adecuados para las señales niveladas de referencia principal.

Los puntos movidos o eliminados, serán sustituidos a cuenta del Contratista, responsable de conservación mientras el contrato esté en vigor y será comunicado por escrito a la Dirección Facultativa, quien realizará una comprobación de los puntos repuestos.

El Acta de comprobación de Replanteo que se suscribirá por parte de la Dirección Facultativa y de la Contrata, contendrá, la conformidad o disconformidad del replanteo en comparación con los documentos contractuales del Proyecto, las referencias a las características geométricas de la obra y autorización para la ocupación del terreno necesario y las posibles omisiones, errores o contradicciones observadas en los documentos contractuales del Proyecto, así como todas las especificaciones que se consideren oportunas.

El Contratista asistirá a la Comprobación del Replanteo realizada por la Dirección, facilitando las condiciones y todos los medios auxiliares técnicos y humanos para la realización del mismo y responderá a la ayuda solicitada por la Dirección.

Se entregará una copia del Acta de Comprobación de Replanteo al Contratista, donde se anotarán los datos, cotas y puntos fijados en un anexo del mismo.

#### *4.2.4 Recepción de la obra*

La recepción de la obra es el acto por el cual, el constructor, una vez concluida ésta, hace entrega de la misma al promotor y es aceptada por éste. Podrá realizarse con o sin reservas y deberá abarcar la totalidad de la obra o fases completas y terminadas de la misma.

La recepción deberá realizarse dentro de los 30 días siguientes a la notificación al promotor del certificado final de obra emitido por la Dirección Facultativa y consignarse en un acta firmada, al menos, por el promotor y el constructor, y en la misma se hará constar: las partes que intervienen, la fecha del certificado final de la obra, el coste final de la ejecución material de la obra, la declaración de recepción de la obra con o sin reservas, especificando, en su caso, éstas de manera objetiva y el plazo en que deberán quedar subsanados los defectos observados y las garantías que en su caso se exijan al constructor para asegurar sus responsabilidades.



Una vez subsanados los defectos, se hará constar en un acta aparte, suscrita por los firmantes de la recepción.

Asimismo, se adjuntará el certificado final de obra suscrito por el director de obra y el director de la ejecución de la obra.

El promotor podrá rechazar la recepción de la obra por considerar que la misma no está terminada o que no se adecua a las condiciones contractuales. El rechazo deberá ser motivado por escrito en el acta, en la que se fijará el nuevo plazo para efectuar la recepción.

La recepción se entenderá tácitamente producida si transcurridos los 30 días el promotor no hubiera puesto de manifiesto reservas o rechazo motivado por escrito.

El cómputo de los plazos de responsabilidad y garantía establecidos se iniciará a partir de la fecha en que se suscriba el acta de recepción, o cuando se entienda ésta tácitamente producida según lo previsto en el apartado anterior.

El Contratista deberá dejar el edificio desocupado y limpio en la fecha fijada por la Dirección Facultativa, una vez que se hayan terminado las obras.

El Propietario podrá ocupar parcialmente la obra, en caso de que se produzca un retraso excesivo de la Recepción imputable al Contratista, sin que por ello le exima de su obligación de finalizar los trabajos pendientes, ni significar la aceptación de la Recepción.

### **Condiciones económicas.**

El Contratista debe percibir el importe de todos los trabajos ejecutados, cuando hayan sido realizados de acuerdo con el Proyecto, al contrato firmado con el promotor, a las especificaciones realizadas por la Dirección y a las Condiciones generales y particulares del pliego de condiciones.

### **Fianzas y seguros.**

A la firma del contrato, el Contratista presentara las fianzas y seguros obligados a presentar por Ley, así mismo, en el contrato suscrito entre Contratista y Promotor se podrá exigir todas las garantías que se consideren necesarias para asegurar la buena ejecución

y finalización de la obra en los términos establecidos en el contrato y en el proyecto de ejecución.

El Contratista está obligado a asegurar la obra contratada mientras dure el plazo de ejecución, hasta su recepción.

### **Plazo de ejecución y sanción por retraso.**

Si la obra no está terminada para la fecha prevista, el Propietario podrá disminuir las cuantías establecidas en el contrato, de las liquidaciones, fianzas o similares.

La indemnización por retraso en la terminación de las obras, se establecerá por cada día natural de retraso desde el día fijado para su terminación en el calendario de obra o en el contrato. El importe resultante será descontado con cargo a las certificaciones o a la fianza.

El Contratista no podrá suspender los trabajos o realizarlos a ritmo inferior que lo establecido en el Proyecto, alegando un retraso de los pagos.

### **Precios**

#### **Precios contradictorios**

Los precios contradictorios se originan como consecuencia de la introducción de unidades o cambios de calidad no previstas en el Proyecto por iniciativa del Promotor o la Dirección Facultativa. El Contratista está obligado a presentar propuesta económica para la realización de dichas modificaciones y a ejecutarlo en caso de haber acuerdo.

El Contratista establecerá los descompuestos, que deberán ser presentados y aprobados por la Dirección Facultativa y el Promotor antes de comenzar a ejecutar las unidades de obra correspondientes.

Se levantarán actas firmadas de los precios contradictorios por triplicado firmadas por la Dirección Facultativa, el Contratista y el Propietario.

En caso de ejecutar partidas fuera de presupuesto sin la aprobación previa especificada en los párrafos anteriores, será la Dirección Facultativa la que determine el precio justo a abonar al contratista.

### **Proyectos adjudicados por subasta o concurso.**

Los precios del presupuesto del proyecto serán la base para la valoración de las obras que hayan sido adjudicadas por subasta o concurso. A la valoración resultante, se le añadirá el porcentaje necesario para la obtención del precio de contrata, y posteriormente, se restará el precio correspondiente a la baja de subasta o remate.

### **Revisión de precios.**

No se admitirán revisiones de los precios contratados, excepto obras extremadamente largas o que se ejecuten en épocas de inestabilidad con grandes variaciones de los precios en el mercado, tanto al alza como a la baja y en cualquier caso, dichas modificaciones han de ser consensuadas y aprobadas por Contratista, Dirección Facultativa y Promotor.

En caso de aumento de precios, el Contratista solicitará la revisión de precios a la Dirección Facultativa y al Promotor, quienes caso de aceptar la subida convendrán un nuevo precio unitario, antes de iniciar o continuar la ejecución de las obras. Se justificará la causa del aumento, y se especificará la fecha de la subida para tenerla en cuenta en el acopio de materiales en obra.

En caso de bajada de precios, se convendrá el nuevo precio unitario de acuerdo entre las partes y se especificará la fecha en que empiecen a regir.

### **Mediciones y valoraciones**

El Contratista de acuerdo con la Dirección Facultativa deberá medir las unidades de obra ejecutadas y aplicar los precios establecidos en el contrato entre las partes, levantando actas correspondientes a las mediciones parciales y finales de la obra, realizadas y firmadas por la Dirección Facultativa y el Contratista.

Todos los trabajos y unidades de obra que vayan a quedar ocultos en el edificio una vez que se haya terminado, el Contratista pondrá en conocimiento de la Dirección Facultativa con antelación suficiente para poder medir y tomar datos necesarios, de otro modo, se aplicarán los criterios de medición que establezca la Dirección Facultativa.

Las valoraciones de las unidades de obra, incluidos materiales accesorios y trabajos necesarios, se calculan multiplicando el número de unidades de obra por el precio unitario (incluidos gastos de transporte, indemnizaciones o pagos, impuestos fiscales y todo tipo de cargas sociales).

El Contratista entregará una relación valorada de las obras ejecutadas en los plazos previstos, a origen, a la Dirección Facultativa, en cada una de las fechas establecidas en el contrato realizado entre Promotor y Contratista.

La medición y valoración realizadas por el Contratista deberán ser aprobadas por la Dirección Facultativa, o por el contrario ésta deberá efectuar las observaciones convenientes de acuerdo con las mediciones y anotaciones tomadas en obra. Una vez que se hayan corregido dichas observaciones, la Dirección Facultativa dará su certificación firmada al Contratista y al Promotor.

El Contratista podrá oponerse a la resolución adoptada por la Dirección Facultativa ante el Promotor, previa comunicación a la Dirección Facultativa. La certificación será inapelable en caso de que, transcurridos 10 días, u otro plazo pactado entre las partes, desde su envío, la Dirección Facultativa no recibe ninguna notificación, que significará la conformidad del Contratista con la resolución.

### **Unidades por administración.**

La liquidación de los trabajos se realizará en base a la siguiente documentación presentada por el Constructor: facturas originales de los materiales adquiridos y documento que justifique su empleo en obra, nóminas de los jornales abonados indicando número de horas trabajadas por cada operario en cada oficio y de acuerdo con la legislación vigente,

facturas originales de transporte de materiales a obra o retirada de escombros, recibos de licencias, impuestos y otras cargas correspondientes a la obra.

Las obras o partes de obra realizadas por administración, deberán ser autorizadas por el Promotor y la Dirección Facultativa, indicando los controles y normas que deben cumplir.

El Contratista estará obligado a redactar un parte diario de jornales y materiales que se someterán a control y aceptación de la Dirección Facultativa, en obras o partidas de la misma contratadas por administración.

### **Abono de ensayos y pruebas.**

Los gastos de los análisis y ensayos ordenados por la Dirección Facultativa, serán a cuenta del Contratista cuando el importe máximo corresponde al 1% del presupuesto de la obra contratada, y del Promotor el importe que supere este porcentaje.

### **Certificación y abono.**

Las obras se abonarán a los precios de ejecución material establecidos en el presupuesto contratado para cada unidad de obra, tanto en las certificaciones como en la liquidación final. Las partidas alzadas una vez ejecutadas, se medirán en unidades de obra y se abonarán a la contrata. Si los precios de una o más unidades de obra no están establecidos en los precios, se considerarán como si fuesen contradictorios.

Las obras no terminadas o incompletas no se abonarán o se abonarán en la parte en que se encuentren ejecutadas, según el criterio establecido por la Dirección Facultativa.

Las unidades de obra sin acabar, fuera del orden lógico de la obra o que puedan sufrir deterioros, no serán calificadas como certificables hasta que la Dirección Facultativa no lo considere oportuno.

Las certificaciones se remitirán al Propietario, con carácter de documento y entregas a buena cuenta, sin que supongan aprobación o recepción en obra, sujetos a rectificaciones y variaciones derivadas de la liquidación final.

El Promotor deberá realizar los pagos al Contratista o persona autorizada por el mismo, en los plazos previstos y su importe será el correspondiente a las especificaciones de los trabajos expedidos por la Dirección Facultativa.

Se podrán aplicar fórmulas de depreciación en aquellas unidades de obra, que tras realizar los ensayos de control de calidad correspondientes, su valor se encuentre por encima del límite de rechazo, muy próximo al límite mínimo exigido aunque no llegue a alcanzarlo, pero que obtenga la calificación de aceptable. Las medidas adoptadas no implicarán la pérdida de funcionalidad, seguridad o que no puedan ser subsanadas posteriormente, en las unidades de obra afectadas, según el criterio de la Dirección Facultativa.

### **Obras contratadas por las AA.PP.**

Las obras contratadas por los entes, organismos y entidades del sector público definidos en el artículo 3 del Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público se regirán por lo dispuesto en los Pliegos de Cláusulas Administrativas Particulares redactados al efecto.

Dichos Pliegos incluirán los pactos y condiciones definidores de los derechos y obligaciones de las partes del contrato y las demás menciones requeridas por la Ley 9/2017 de Contratos del Sector Público y sus normas de desarrollo de carácter estatal o autonómico.

Por tanto, este documento no incorpora las condiciones económicas que regirán la obra y se remite al Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares de la obra para cualquier aspecto relacionado.

### **4.3 Condiciones legales**

Tanto la Contrata como a Propiedad, asumen someterse al arbitrio de los tribunales con jurisdicción en el lugar de la obra.

Es obligación de la contrata, así como del resto de agentes intervinientes en la obra el conocimiento del presente pliego y el cumplimiento de todos sus puntos.

El contratista será el responsable a todos los efectos de las labores de policía de la obra y del solar hasta la recepción de la misma, solicitará los preceptivos permisos y licencias necesarias y vallará el solar cumpliendo con las ordenanzas o consideraciones municipales. Todas las labores citadas serán a su cargo exclusivamente.

Podrán ser causas suficientes para la rescisión de contrato las que a continuación se detallan:

- Muerte o incapacidad del Contratista.
- La quiebra del Contratista.
- Modificaciones sustanciales del Proyecto que conlleven la variación en un 50 % del presupuesto contratado.
- No iniciar la obra en el mes siguiente a la fecha convenida.
- Suspender o abandonar la ejecución de la obra de forma injustificada por un plazo superior a dos meses.
- No concluir la obra en los plazos establecidos o aprobados.
- Incumplimiento de las condiciones de contrato, proyecto en ejecución o determinaciones establecidas por parte de la Dirección Facultativa.
- Incumplimiento de la normativa vigente de Seguridad y Salud en el trabajo.

Durante la totalidad de la obra se estará a lo dispuesto en la normativa vigente, especialmente la de obligado cumplimiento entre las que cabe destacar:

### **Normas generales del sector**

- Decreto 462/1971. Normas sobre redacción de proyectos y dirección de obras de edificación
- Ley 38/1999. Ley de Ordenación de la Edificación. LOE.
- Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre por el que se aprueba el Documento Básico de Protección contra el Ruido DB-HR del Código Técnico de la Edificación.
- Real Decreto 105/2008 por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

- Real Decreto 235/2013 por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios.

### **Instalaciones.**

- Real Decreto 1427/1997 de 15 de septiembre Instalaciones petrolíferas para uso propio.
- Real Decreto 2291/1985 de 8 de noviembre Reglamento de aparatos de elevación y manutención de los mismos.
- Real Decreto 836/2003 de 27 de junio Reglamento de Aparatos de Elevación y Manutención referente a grúas torre para obra u otras aplicaciones.
- Real Decreto 203/2016, de 20 de mayo, por el que se establecen los requisitos esenciales de seguridad para la comercialización de ascensores y componentes de seguridad para ascensores.
- Real Decreto 88/2013 que aprueba la Instrucción Técnica Complementaria AEM1 Ascensores.
- Real Decreto 2267/2004, de 3 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.
- Real Decreto 842/2002 de 2 de agosto REBT. Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e instrucciones complementarias.
- Real Decreto 1699/2011, que regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Real Decreto-Ley 1/1998 de 27 de febrero Infraestructuras comunes en los edificios para el acceso a los servicios de telecomunicaciones.
- Real Decreto 346/2011 de 11 de marzo Reglamento regulador de las infraestructuras comunes de telecomunicaciones para el acceso a los servicios de telecomunicación en el interior de las edificaciones.
- Real Decreto 919/2006, de 28 de julio Reglamento técnico de distribución y utilización de combustibles gaseosos y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. RITE 2007.



- Real Decreto 1890/2008, de 14 de noviembre, Reglamento de eficiencia energética en instalaciones de alumbrado exterior y sus Instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 513/2017, por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

## **Seguridad y salud**

- Real Decreto 1407/1992 Decreto Regulador de las condiciones para la Comercialización y Libre Circulación Intracomunitaria de los Equipos de Protección Individual.
- Ley 31/1995 Prevención de riesgos laborales
- Real Decreto 1627/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud en obras de construcción
- Real Decreto 39/1997 Reglamento de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 485/1997 Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo.
- Real Decreto 486/1997 Establece las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo.
- Real Decreto 487/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares, para los trabajadores.
- Real Decreto 488/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización.
- Real Decreto 665/1997 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes cancerígenos durante el trabajo.
- Real Decreto 664/1997 Protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición a agentes biológicos durante el trabajo.
- Real Decreto 773/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de los EPI.
- Real Decreto 1215/1997 Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización de los trabajadores de los equipos de trabajo.

- Real Decreto 614/2001 Disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico.
- Real Decreto 374/2001 Protección de la Salud y Seguridad de los Trabajadores contra los Riesgos relacionados con los Agentes Químicos durante el Trabajo.
- Ley 54/2003 Reforma del marco normativo de la prevención de riesgos laborales.
- Real Decreto 171/2004 Desarrolla L.P.R.L. en materia de coordinación de actividades empresariales.
- Real Decreto 2177/2004 Modifica R.D. 1215/1997 que establece disposiciones mínimas de seguridad y salud para el uso de equipos en trabajos temporales de altura.
- Real Decreto 1311/2005, protección de la salud y la seguridad de los trabajadores frente a los riesgos derivados o que puedan derivarse de la exposición a vibraciones mecánicas.
- Real Decreto 286/2006, sobre la protección de la salud y la seguridad de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al ruido.
- Real Decreto 396/2006, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud aplicables a los trabajos con riesgo de exposición al amianto.
- Real Decreto 604/2006, que modifica el Real Decreto 39/1997 y el Real Decreto 1627/1997 antes mencionados.
- Ley 32/2006, reguladora de la subcontratación en el sector de la construcción y Real Decreto 1109/2007 que la desarrolla.
- Real Decreto 1644/2008, de 10 de octubre, por el que se establecen las normas para la comercialización y puesta en servicio de las máquinas.
- Resolución de 21 de septiembre de 2017, de la Dirección General de Empleo, por la que se registra y publica el VI Convenio colectivo general del sector de la construcción 2017-2021.

### **Administrativas.**

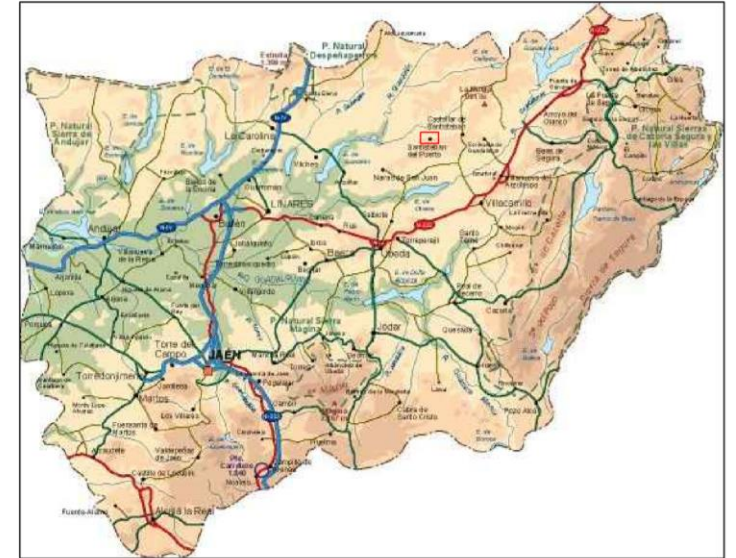
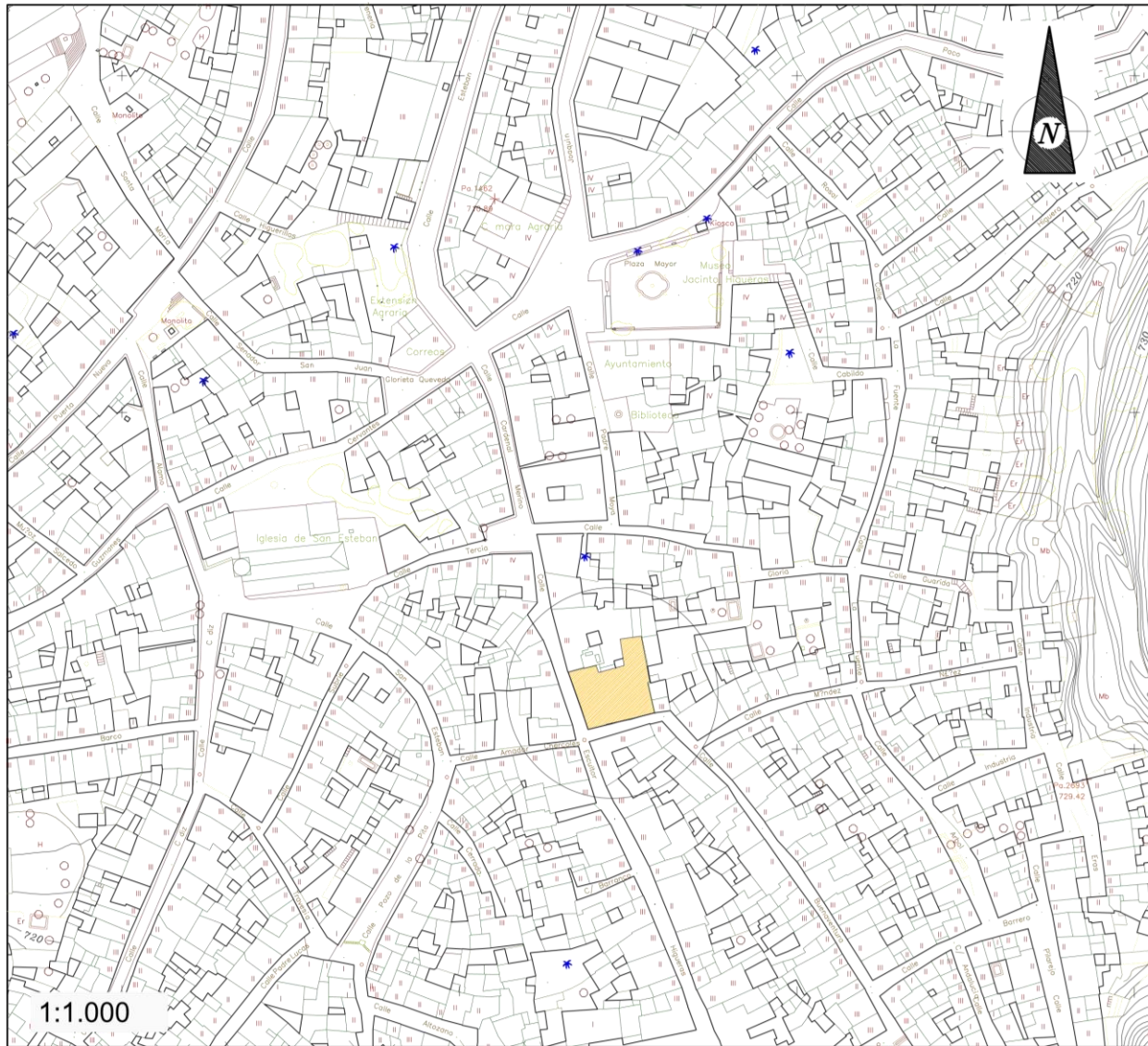
- Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público, por la que se transponen al ordenamiento jurídico español las Directivas del

Parlamento Europeo y del Consejo 2014/23/UE y 2014/24/UE, de 26 de febrero de 2014.

- En todas las normas citadas anteriormente que con posterioridad a su publicación y entrada en vigor hayan sufrido modificaciones, corrección de errores o actualizaciones se quedará a lo dispuesto en estas últimas.

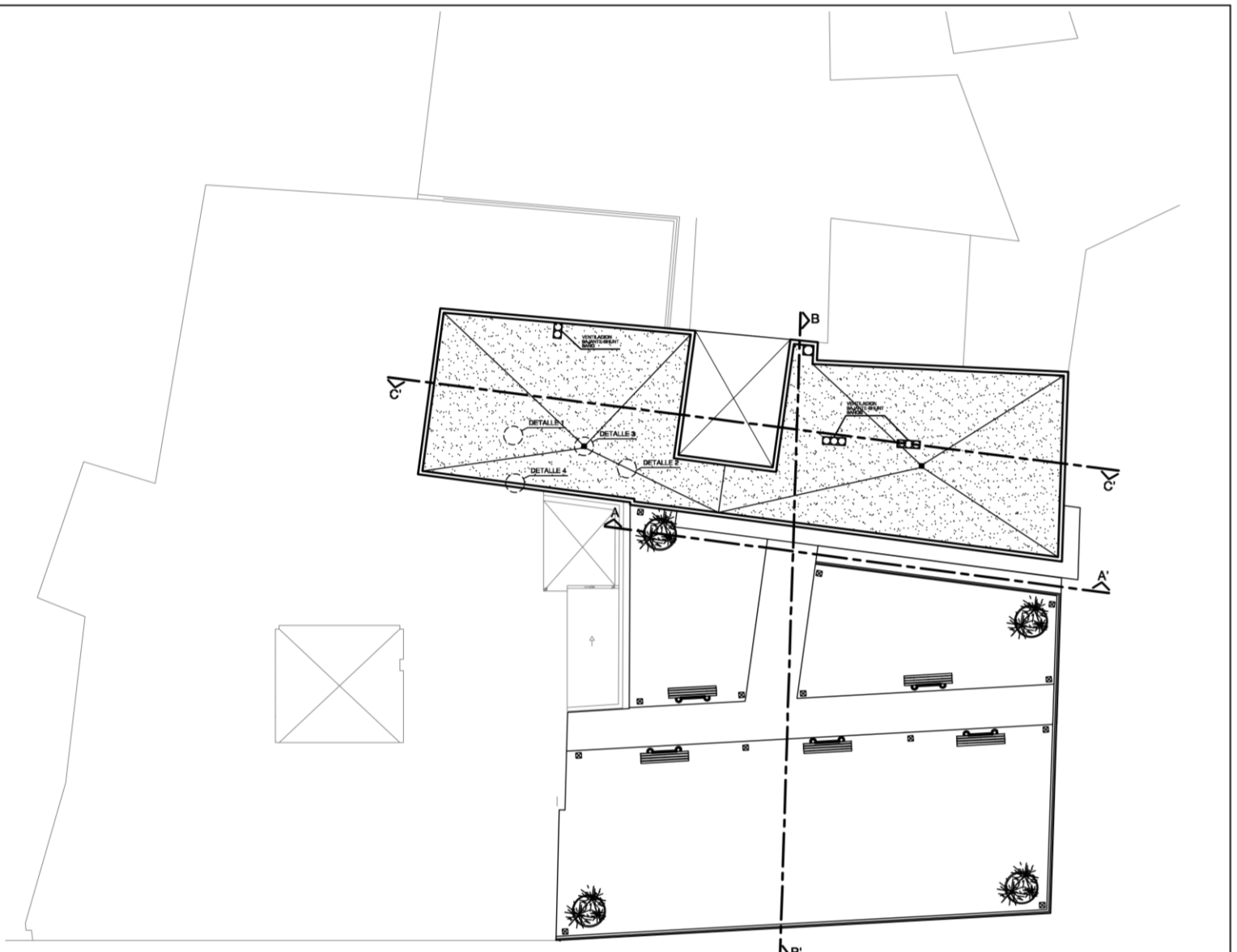
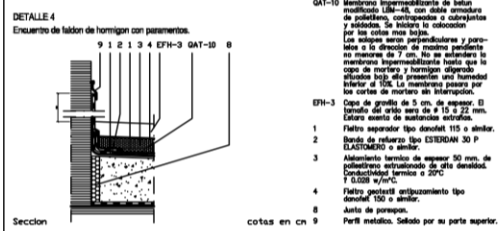
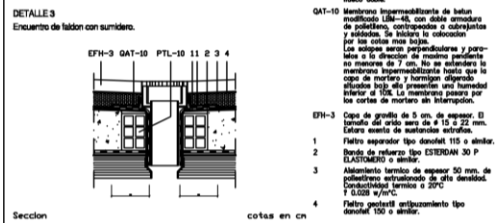
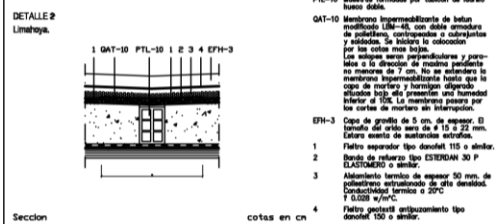
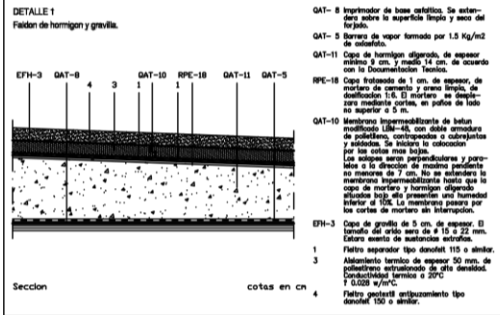
## 5 PLANOS

### 5.1 Plano de situación y emplazamiento



	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	28/08/2021	Isabel María		
Comprobado		Romero		
C. Escala		Aparicio		
ESCALA	DESIGNACIÓN			Nº de PLANO: 1
VARIAS	<b>SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO</b>			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

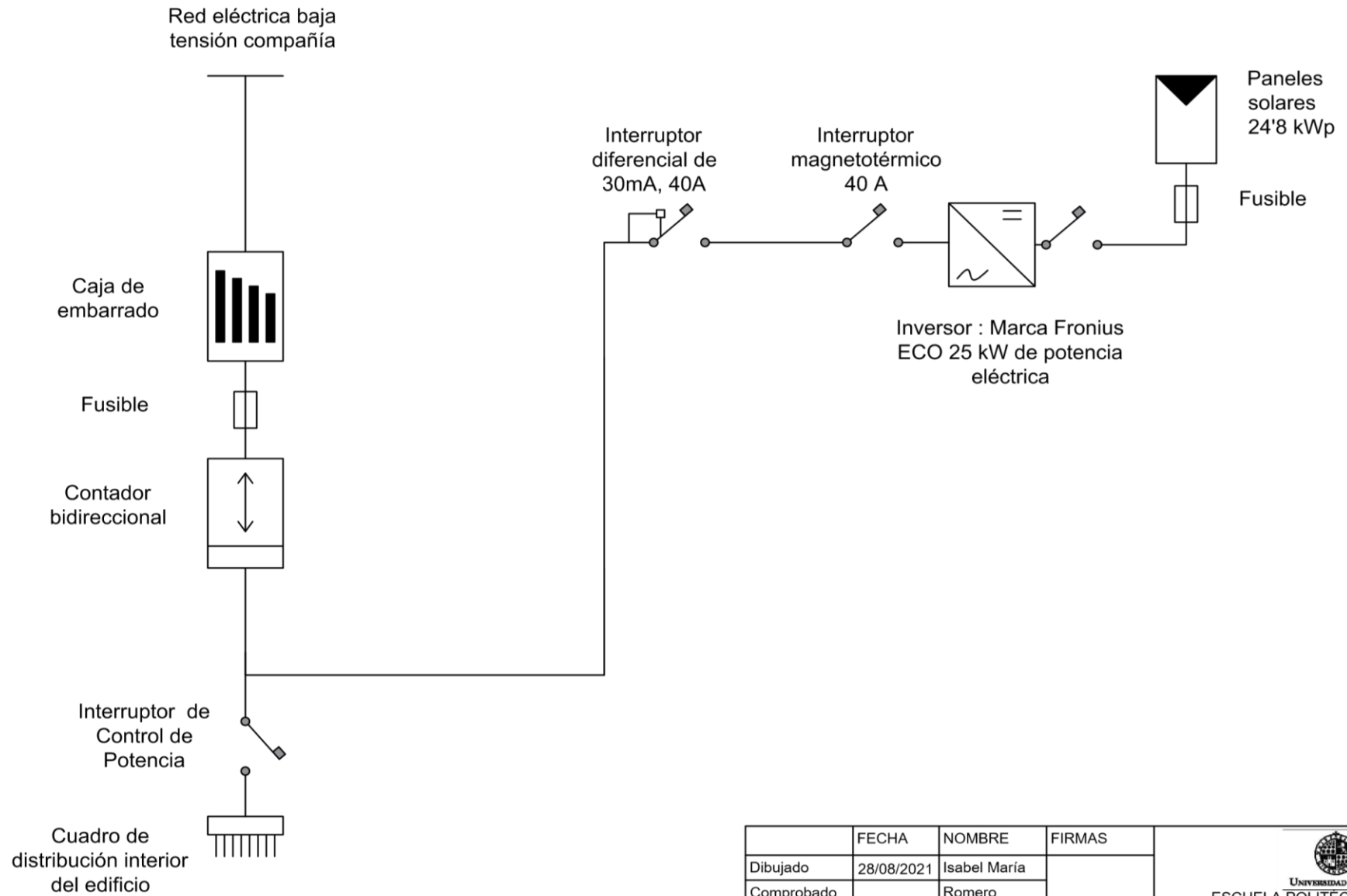
## 5.2 Cubierta plana




	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 <b>UNIVERSIDAD DE JAÉN</b> <b>ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR</b> <b>LINARES</b>
Dibujado	28/08/2021	Isabel María		
Comprobado		Romero		
C. Escala		Aparicio		
ESCALA	DESIGNACIÓN			Nº de PLANO: 2
1:100	<b>DISTRIBUCIÓN PLANTA CUBIERTA</b>			SUSTITUYE A:
				SUSTITUIDO POR:

### 5.3 Esquema Unifilar





	FECHA	NOMBRE	FIRMAS	 UNIVERSIDAD DE JAÉN ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
Dibujado	28/08/2021	Isabel María		
Comprobado		Romero		
C. Escala		Aparicio		
ESCALA	DESIGNACIÓN			Nº de PLANO: 3
S/E	<b>ESQUEMA UNIFILAR</b>			SUSTITUYE A :
				SUSTITUIDO POR:

## 5.4 Fichas técnicas

- Soporte coplanar continuo atornillado para cubierta de tejado
- Soporte inclinado abierto para cubierta plana
- Módulo Ja Solar 450W
- Inversor Fronius Eco 25 kW

### 5.4.1 Soporte coplanar continuo atornillado para cubierta de teja

R1-12/20
01V

## Ficha técnica

### Soporte coplanar continuo atornillado para cubierta de teja

Broca para hormigón Nº12  
 Broca para madera Nº9

Min. 225  
 Min. 140

Rosa metal M10

Junta de estanqueidad

Tornillo cabeza de mariposa para anclaje de gata-premontada

Llave de montaje: hexagonal nº12

Perfil compatible Q1

**Inicio**

**FINAL**

**FINAL**

**FINAL**

Colocar el broca correcta (previa de taladro en horizontal en el interior del perfil) por la parte superior. Operar la llave para taladro en forma (previa del broca en vertical).

Asegurarse de que el extremo del broca está en posición vertical y operar la llave girando desde que se alcanza horizontal al broca hasta que sea vertical.

**Nota**

La fijación L no se debe montar hasta haber fijado el anclaje.

**Para lasa de hormigón, se recomienda utilizar taco químico.**

**Para anclaje a madera se recomienda un prefaldrado con una broca del nº. 9**

**Para la distancia de anclajes de los módulos consultar ficha técnica del módulo**

**Perfiles paralelos a la cumbre**

**Perfiles perpendiculares a la cumbre**

**Características:**

- Soporte coplanar para anclaje a lasa de hormigón y/o madera.
- Válido para todo tipo de tejas, excepto pizarra.
- Sin necesidad de desmontar la cubierta.
- La fijación incluye junta de estanqueidad.
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Válido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Kits disponibles de 1 a 6 módulos.

**Viento:** Hasta 150 Km/h (ver documento de velocidades del viento)

**Materiales:** Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6  
 Tornillería de acero inoxidable A2-70

Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.  
 Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez cobrada.

**Las opciones:**

Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema **KP**

2279x1150 (Ver página 2)

Para módulos de hasta 3400x1350 - Sistema **PS**

3400x1350 (Ver página 3)

**Para la instalación:**

7 Nm  
 Tornillo Prefor - 30 Nm  
 Tornillo M8 Hexagonal - 40 Nm  
 Tornillo M10 Hexagonal - 10 Nm

**Herramientas necesarias:**

**Seguridad:**

**Reciclado:** 100% Reciclado

Marcado ES19/86524 CE

**Renovado el derecho a electrolizaciones:** Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

Renovado el derecho a electrolizaciones: Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

R1-04/21

# Velocidades de viento

Soporte coplanar continuo atornillado para cubierta de teja

# 01V

Sistema kit

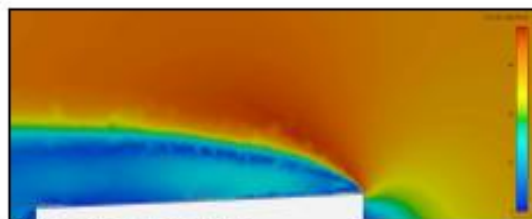


- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

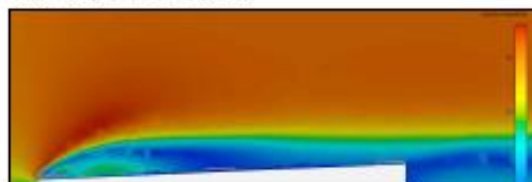
Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento							
Tamaño del módulo	1	2	3	4	5	6	nº de módulos
2000x1000	150	150	150	150	150	150	Velocidad de viento km/h
2279x1150	150	150	150	150	150	150	

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes adecuados.



Flujo viento norte - En estructura coplanar.



Flujo viento sur - En estructura coplanar.

Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje.  
 Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

Marcado CE  
 ES19/06524



5.4.2 Soporte inclinado abierto para cubierta plana




- Soporte inclinado para cubierta de hormigón o subestructura.
- Anclaje a hormigón.
- Soporte premontado.
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Valido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Tornillería de anclaje no incluida.
- Kits disponibles de 1 hasta 6 módulos.
- Inclinación estándar 15° y 30°.

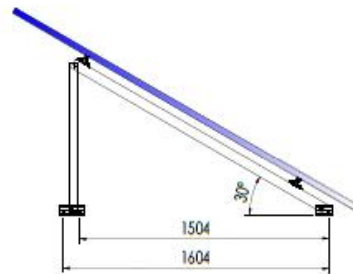
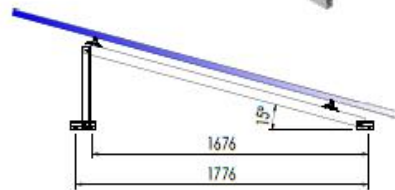
Viento: Hasta 150 Km/h (ver documento de velocidades del viento)  
 Materiales: Perfilera de aluminio EN AW 6005A T6  
 Tornillería de acero inoxidable A2-70  
 Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.  
 Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

**Dos opciones:**

Para módulos de hasta 2279x1150 - **Sistema Kit**  
 2279x1150  (Ver página 2)

Para módulos de hasta 2400x1350 - **Sistema PS**  
 2400x1350  (Ver página 3)

 Carga de nieve  
 40 kg/m<sup>2</sup>



**Par de apriete:**  
 Tornillo Presor 7 Nm  
 Tornillo M6 Hexagonal 20 Nm  
 Tornillo M10 Hexagonal 40 Nm  
 Tornillo M6,3 Hexagonal 10 Nm

Apriete de las uniones y anclaje al suelo mediante tornillo de hasta M10.



Detalle fijación G1 a triángulo  
 (Son necesarios 2 fijaciones por perfil, 1 por cada lado)

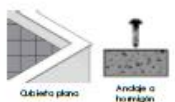
Herramientas necesarias:



Seguridad:



Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.



Marcado CE  
 ES19/86524

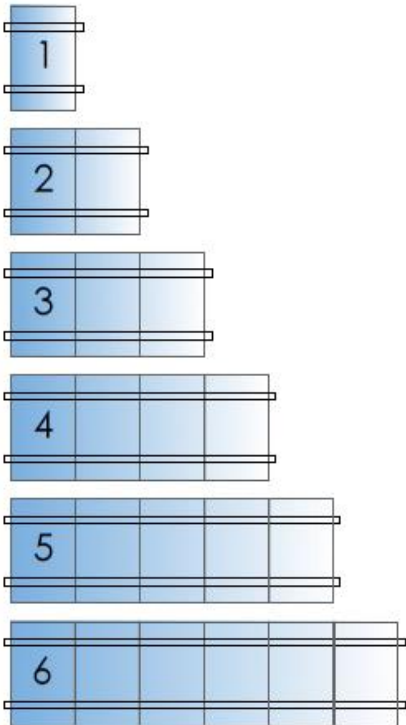


Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema KIT



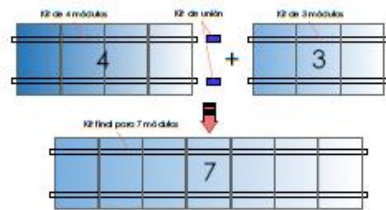
2279x1150

Kits disponibles:

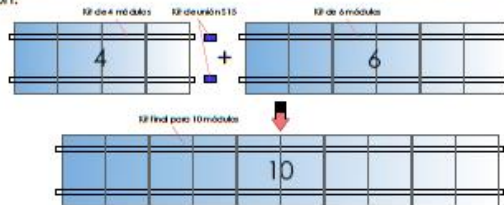


**EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN**

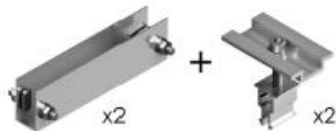
Para realizar una fila de 7 módulos se realizaría con 1 Kit de 4 + 1 Kit de 3 + 1 Kit de unión



Para realizar una fila de 10 módulos se realizaría con 1 kit de 4 + 1 Kit de 6 + 1 Kit de unión.



S15 Kit de unión



Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

\* Por dilataciones se recomienda no exceder de más de 20 metros por fila



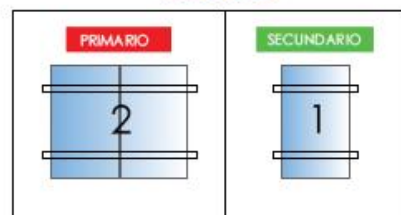
Sistema modular para instalaciones con módulos de gran formato de hasta 2400x1350.

El sistema consta de **1 kit primario** y X número de **kit secundario**

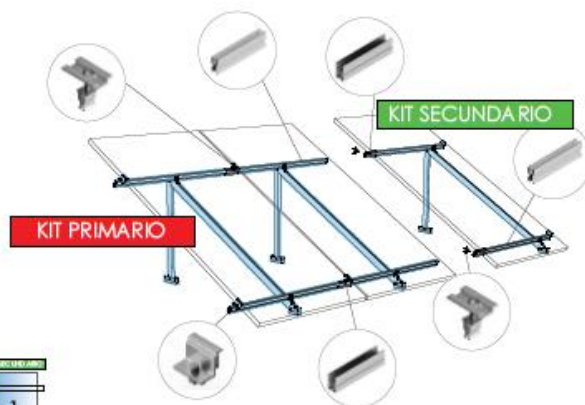
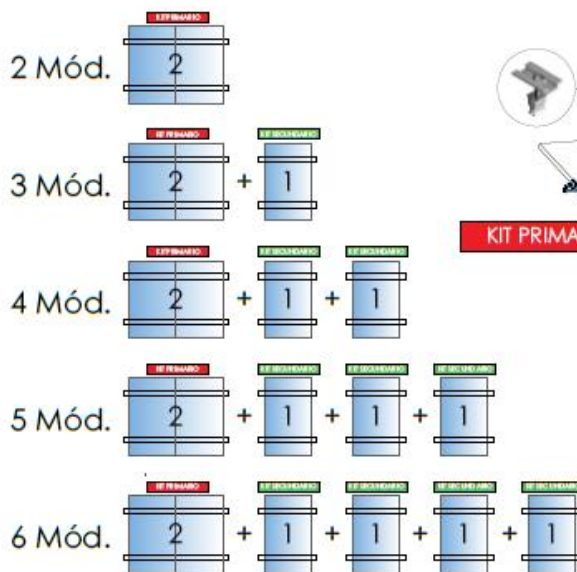
El Kit primario es un Kit para 2 módulos.

El Kit secundario es un producto complementario de 1 módulo para unirse al Kit primario al incorporar el Kit de unión.

Kits disponibles:



**EJEMPLOS DE CONFIGURACIÓN**



Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.



\* Por dilataciones se recomienda no exceder de más de 20 metros por fila



R1-05/21

# Velocidades de viento

Soporte inclinado abierto para cubierta plana

09V



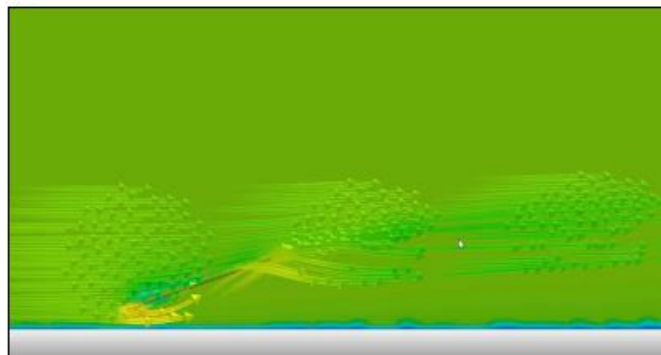
Reservado el derecho a efectuar modificaciones. Las ilustraciones de productos son a modo de ejemplo y pueden diferir del original.

- **Cargas de viento:** Según túnel del viento en modelo computacional CFD
- **Cálculo estructural:** Modelo computacional comprobado mediante EUROCÓDIGO 9 "PROYECTO ESTRUCTURAS DE ALUMINIO"

Cuadro de velocidades máx. admisibles de viento								
Inclinación	Tamaño del módulo	1	2	3	4	5	6	n° de módulos
KIT	De 5° a 30°	<2000x1000	150	150	150	150	150	Velocidad de viento km/h
		<2279x1150	150	150	150	130	150	
	35°	<2000x1000	150	150	150	150	150	
		<2279x1150	150	150	150	130	130	
SISTEMA PS	<400x1350	130						

Tabla 1 - Velocidades máximas de viento admisibles.

- Para garantizar la resistencia a la velocidad máxima de diseño se deberán utilizar anclajes adecuados y utilizar el lastre indicado por el fabricante para cada situación.



Flujo viento - En estructura inclinada.

Para cumplir con las velocidades máximas admisibles de viento especificadas en la tabla 1, se deberán respetar todas las instrucciones indicadas en los planos de montaje. Se debe comprobar que los puntos de anclaje para los módulos son compatibles con las especificaciones del fabricante.

Marcado ES19/86524 CE



### 5.4.3 Módulo fotovoltaico Ja Solar 450 W

Preliminary

Harvest the Sunshine



Mono

465W MBB Half-Cell Module

JAM72S20 440-465/MR Series



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss



Better mechanical loading tolerance

**Superior Warranty**

- 12-year product warranty
- 25-year linear power output warranty



■ JA Linear Power Warranty   
 ■ Industry Warranty

**Comprehensive Certificates**

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- OHSAS 18001: 2007 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval





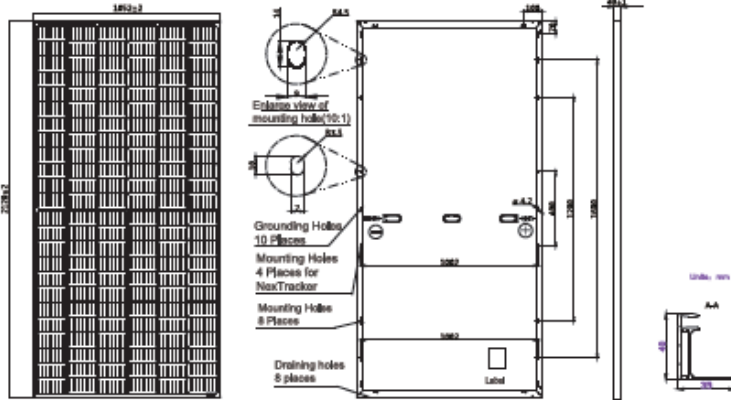
JA SOLAR

www.jasolar.com

Specifications subject to technical changes and tests. JA Solar reserves the right of final interpretation.



**MECHANICAL DIAGRAMS**



Remark: customized frame color and cable length available upon request

**SPECIFICATIONS**

Cell	Mono
Weight	25.0kg±3%
Dimensions	2120±2mm×1052±2mm×40±1mm
Cable Cross Section Size	4mm <sup>2</sup> (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144 (6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	QC 4,10(1000V) QC 4,10-35(1500V)
Cable Length (Including Connector)	Portrait: 300mm(+)/400mm(-); Landscape: 1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	27pcs/pallet 594pcs/40ft Container

**ELECTRICAL PARAMETERS AT STC**

TYPE	JAM72S20 -440/MR	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	440	445	450	455	460	465
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49,40	49,56	49,70	49,85	50,01	50,15
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	40,90	41,21	41,52	41,82	42,13	42,43
Short Circuit Current(Isc) [A]	11,28	11,32	11,36	11,41	11,45	11,49
Maximum Power Current(Imp) [A]	10,76	10,80	10,84	10,88	10,92	10,96
Module Efficiency [%]	19,7	20,0	20,2	20,4	20,6	20,8
Power Tolerance	0→+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α <sub>Isc</sub> )	+0,044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )	-0,272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> )	-0,350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1,5G					

Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer.They only serve for comparison among different module types.

**ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT**

TYPE	JAM72S20 -440/MR	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	333	336	340	344	348	352
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46,40	46,65	46,90	47,15	47,38	47,61
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38,70	38,95	39,19	39,44	39,68	39,90
Short Circuit Current(Isc) [A]	9,16	9,20	9,25	9,29	9,33	9,38
Max Power Current(Imp) [A]	8,60	8,64	8,68	8,72	8,76	8,81
NOCT	Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1,5G					

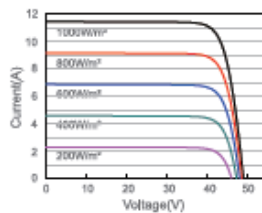
**OPERATING CONDITIONS**

Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40 °C → +85 °C
Maximum Series Fuse	20A
Maximum Static Load,Front*	5400Pa
Maximum Static Load,Back*	2400Pa
NOCT	45±2 °C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

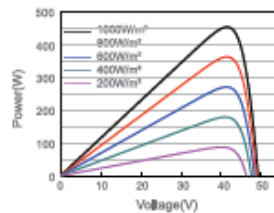
\*For NexTracker installations ,Maximum Static Load, Front is 2400Pa while Maximum Static Load, Back is 2400Pa.

**CHARACTERISTICS**

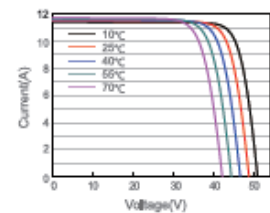
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



### 5.4.4 Inversor Fronius ECO 25kW

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging



## FRONIUS ECO

/ El inversor compacto para proyectos con el máximo rendimiento



/ Tecnología  
SnapInverter



/ Comunicación  
de datos integrada



/ Smart Grid  
Ready



/ Seguimiento  
inteligente MPPT



/ Inyección cero



/ El inversor trifásico Fronius Eco con las categorías de potencia entre 25,0 y 27,0 kW, ha sido especialmente diseñado para instalaciones de gran potencia. Este inversor sin transformador, con un peso muy ligero y sistema de montaje SnapInverter, permite una instalación muy rápida y sencilla tanto Indoor como Outdoor. Además, presume de un tipo de protección IP 66. Gracias al portafusibles y a la protección contra sobretensiones (opcional) integrados, no se necesitan cajas de conexión CC o de concentración.

#### DATOS TÉCNICOS FRONIUS ECO

DATOS DE ENTRADA	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Máxima corriente de entrada ( $I_{in\ máx.}$ )	44,2 A	47,7 A
Máxima corriente de cortocircuito por serie FV		71,6 A
Mínima tensión de entrada ( $U_{in\ mín.}$ )		580 V
Tensión CC mínima de puesta en servicio ( $U_{dc\ arranque}$ )		650 V
Tensión de entrada nominal ( $U_{in\ nom.}$ )		580 V
Máxima tensión de entrada ( $U_{in\ máx.}$ )		1.000 V
Rango de tensión MPP ( $U_{app\ mín.} - U_{app\ máx.}$ )		580 - 850 V
Número de seguidores MPP		1
Número de entradas CC		6
Máx. salida del generador FV ( $P_{dc\ máx.}$ )		37,8 kW pico

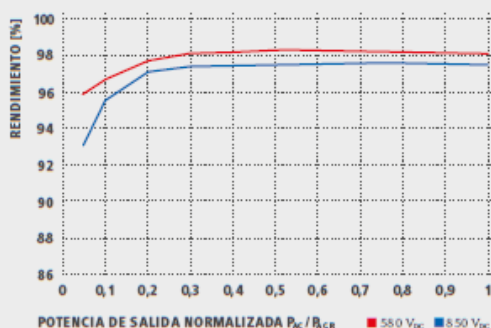
DATOS DE SALIDA	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Potencia nominal CA ( $P_{ac\ nom.}$ )	25.000 W	27.000 W
Máxima potencia de salida	25.000 VA	27.000 VA
Máxima corriente de salida ( $I_{ac\ máx.}$ )	36,1 A	39,0 A
Acoplamiento a la red (rango de tensión)	3-NPE 380 V / 220 V o 3-NPE 400 V / 230 V (+20 % / -30 %)	
Frecuencia (rango de frecuencia)	50 Hz / 60 Hz (45 - 65 Hz)	
Coefficiente de distorsión no lineal	< 2,0 %	
Factor de potencia ( $\cos\ \phi_{ac\ nom.}$ )	0 - 1 ind. / cap.	

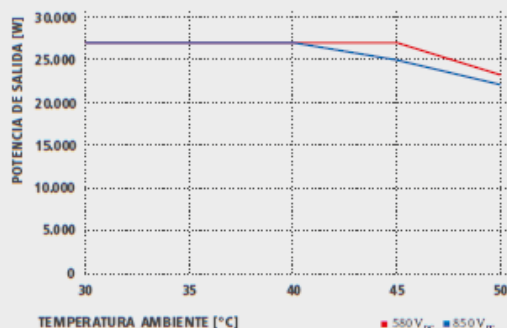
DATOS GENERALES	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
Dimensiones (altura x anchura x profundidad)	725 x 510 x 225 mm	
Peso	35,7 kg	
Tipo de protección	IP 66	
Clase de protección	1	
Categoría de sobretensión (CC / CA) <sup>1)</sup>	1 + 2 / 3	
Consumo nocturno	< 1 W	
Concepto de inversor	Sin transformador	
Refrigeración	Refrigeración de aire regulada	
Instalación	Instalación interior y exterior	
Margen de temperatura ambiente	-25 - +60 °C	
Humedad de aire admisible	0 a 100 %	
Máxima altitud	2.000 m	
Tecnología de conexión CC	Conexión de 6x CC+ y 6x CC- bornes roscados 2,5 mm <sup>2</sup> - 16 mm <sup>2</sup>	
Tecnología de conexión principal	Conexión de 5 polos CA bornes roscados 2,5 - 16 mm <sup>2</sup>	
Certificados y cumplimiento de normas	ÖVE / ÖNORM E 800 1-4-71 2, DIN V VDE 0126-1-1/A1, VDE AR N 4105, IEC 62109-1/-2, IEC 62116, IEC 61727, AS 3100, AS 4777-2, AS 4777-3, CER 06-190, G59/3, UNE 206007-1, SI 4777, CEI 0-16, CEI 0-21	

<sup>1)</sup>De acuerdo con IEC 62109-1. Disponible rail DIN opcional para tipo 1 + 2 y tipo 2 de protección de sobretensión.  
Más información sobre la disponibilidad de inversores en su país en [www.fronius.es](http://www.fronius.es).

### CURVA DE RENDIMIENTO FRONIUS ECO 27.0-3-S



### REDUCCIÓN DE TEMPERATURA FRONIUS ECO 27.0-3-S



### DATOS TÉCNICOS FRONIUS ECO

	FRONIUS ECO 25.0-3-S	FRONIUS ECO 27.0-3-S
<b>RENDIMIENTO</b>		
Máximo rendimiento	98,2 %	98,3 %
Rendimiento europeo (η <sub>MPP</sub> )	98,0 %	98,0 %
η con 5 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	95,1 / 91,5 %	95,9 / 93,1 %
η con 10 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	97,0 / 95,2 %	96,8 / 95,7 %
η con 20 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	97,8 / 96,9 %	97,7 / 97,1 %
η con 25 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	98,0 / 97,0 %	98,1 / 97,3 %
η con 30 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	98,1 / 97,2 %	98,1 / 97,4 %
η con 50 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	98,2 / 97,5 %	98,3 / 97,5 %
η con 75 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	98,2 / 97,5 %	98,2 / 97,6 %
η con 100 % P <sub>ac,r</sub> <sup>1)</sup>	98,2 / 97,5 %	98,1 / 97,5 %
Rendimiento de adaptación MPP		> 99,9 %
<b>EQUIPAMIENTO DE SEGURIDAD</b>		
Medición del aislamiento CC		Si
Comportamiento de sobrecarga	Desplazamiento del punto de trabajo, limitación de potencia	
Seccionador CC		Si
Portafusibles integrado para string <sup>2)</sup>		Si
Protección contra polaridad inversa		Si
<b>INTERFACES</b>		
WLAN / Ethernet LAN	Fronius Solarweb, Modbus TCP SunSpec, Fronius Solar API (JSON)	
6 inputs y 4 input/output digitales	Interfaz receptor del control de onda	
USB (Conector A) <sup>3)</sup>	Datalogging, actualización de inversores vía USB	
2 conectores RJ 45 (RS422) <sup>2)</sup>	Fronius Solar Net	
Salida de aviso <sup>2)</sup>	Gestión de la energía (salida de relé libre de potencial)	
Datlogger y Servidor web	Incluido	
Input externo <sup>4)</sup>	Conexión SO-Meter / Evaluación para la protección contra sobretensión	
RS485	Modbus RTU SunSpec o conexión del contador	

<sup>1)</sup> Y con  $U_{app\ max} = U_{dc,r} / U_{app\ máx}$ . <sup>2)</sup> Opcionalmente equipado con 6 fusibles 15 A / 1.000 V en el lado positivo. <sup>3)</sup> También disponible en la versión light.

/ Perfect Welding / Solar Energy / Perfect Charging

### SOMOS TRES DIVISIONES CON UNA MISMA PASIÓN: SUPERAR LÍMITES.

/ No importa si se trata de tecnología de soldadura, energía fotovoltaica o tecnología de carga de baterías, nuestra exigencia está claramente definida: ser líder en innovación. Con nuestros más de 3.000 empleados en todo el mundo superamos los límites y nuestras más de 1.000 patentes concedidas son la mejor prueba. Otros se desarrollan paso a paso. Nosotros siempre damos saltos de gigante. Siempre ha sido así. El uso responsable de nuestros recursos constituye la base de nuestra actitud empresarial.

Para obtener información más detallada sobre todos los productos de Fronius y nuestros distribuidores y representantes en todo el mundo visite [www.fronius.com](http://www.fronius.com)

v04 Nov 2014 ES

Fronius España S.L.U.  
Parque Empresarial LA CARPETANIA  
Miguel Faraday 2  
28906 Getafe (Madrid)  
España  
Teléfono +34 91 649 60 40  
Fax +34 91 649 60 44  
pv-sales-spain@fronius.com  
[www.fronius.es](http://www.fronius.es)

Fronius International GmbH  
Froniusplatz 1  
4600 Wels  
Austria  
Teléfono +43 7242 241-0  
Fax +43 7242 241-953940  
pv-sales@fronius.com  
[www.fronius.com](http://www.fronius.com)



## 5.5 Factura eléctrica



luz

OFICINA CONTABLE: L01230793  
ORGANO GESTOR: L01230793  
UNIDAD TRAMITADORA: L01230793

Endesa Energía S.A.U.  
CIF A6 1948077.  
C/Ribera de Loira, n°60 28042 - Madrid.

### DATOS DE LA FACTURA

ES COPIA

IMPORTE FACTURA: 822,50 €

Nº de factura: PPR001N01 28264

Referencia: 999433933835/1096

Fecha emisión factura: 17/09/2020

Periodo de facturación: del 13/08/2020 al 28/08/2020 (15 días)

007 5515644

AYTO SANTISTEBAN DEL PUERTO  
MAYOR 1  
23250-STBAN PUERTO JAEN / ESPA#A

### RESUMEN DE LA FACTURA

Potencia	113,50 €
Energía	549,38 €
Descuentos	-32,96 €
Otros	17,62 €
Impuestos	174,96 €
<b>Total</b>	<b>822,50 €</b>

(Detalle de la factura en el reverso)

### INFORMACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO

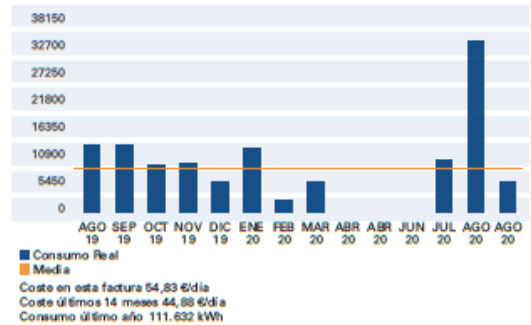
De 13/08/2020 a 28/08/2020 (15 días)

Consumo punta	1.120 kWh
Consumo llano	3.418 kWh
Consumo valle	1.572 kWh
<b>Consumo total</b>	<b>6.110 kWh</b>

Calculado sobre la base de las medidas reglamentarias proporcionadas por su contador.

En esta factura el consumo  
ha salido a **0,0845 €/kWh**

### Evolución del consumo



ES COPIA

**DATOS DEL CONTRATO**

**Titular del contrato:** AYTO SANTISTEBAN DEL PUERTO  
**NIF:**  
**Dirección de suministro:** ESCULTOR HIGUERAS 5., SANTISTEBAN DEL PUERTO JAEN, JAÉN  
**Producto contratado:** Tarifa econfianza AAPP 3.0 A  
**Potencia contratada:** 40,000 kW 40,000 kW 40,000 kW  
**CUPS:**

**Número de contador:** |  
**Referencia del contrato:** |  
**Su comercializadora:** Endesa Energía S.A.U.  
**Referencia del contrato de acceso:**  
**Peaje de acceso:** 3.0A  
**Fin de contrato de suministro:** 08/11/2020  
(renovación anual automática)

**DETALLE DE LA FACTURA**

Facturación Potencia Periodo 1	34 kW x 15 días x 0,111281 Eur/kW y día	56,75 €
Facturación Potencia Periodo 2	34 kW x 15 días x 0,066769 Eur/kW y día	34,05 €
Facturación Potencia Periodo 3	34 kW x 15 días x 0,044512 Eur/kW y día	22,70 €
Consumo P1	1.120 kWh x 0,117433 Eur/kWh	131,52 €
Consumo P2	3.418 kWh x 0,092888 Eur/kWh	317,49 €
Consumo P3	1.572 kWh x 0,063846 Eur/kWh	100,37 €
% Dto. Promocional	-6,00 % x 549,38 Eur	-32,96 €
Servicio Gestión Prefer.Cuota	15 días x 105,00 Eur/año	4,30 €
Derechos de Verificación		8,01 €
Impuesto electricidad	629,92 Eur x 5,11269632 %	32,21 €

Alquiler equipos de medida y control 5,31 €

**Total Base Imponible 679,75 €**  
IVA normal (21%) 21% s/ 679,75 142,75 €

**TOTAL IMPORTE FACTURA 822,50 €**

Incluido en el importe facturado está el coste del peaje de acceso que ha sido de 184,83 € (113,50 € potencia, 71,33 € por energía activa y 0,00 € por energía reactiva). Precios del peaje de acceso publicados en la Orden TEC/1258/2019 (BOE 28-12-2019).

La estructura de su peaje pasará a ser la que le corresponda según lo regulado en los Artículos 6, 7 y 9 de la Circular 3/2020 de la CNMC publicada en el BOE del 24 de enero de 2020, en el plazo y en las condiciones establecidas en dicha Circular y en la legislación vigente.

Precio energía medio 0,089915 €/kWh (0,117433 Punta; 0,092888 Llano; 0,063846 Valle)  
Precio energía medio = Δ (energía periodo x precio energía periodo) / energía total.

**LECTURAS** **POTENCIA Y ENERGÍA**  
A efectos de facturación de la tarifa de acceso

	13/08/2020	28/08/2020	Multipl.	Ajuste	Consumo
	L.Ant	real			Lectura esti
<b>ENERGÍA ACTIVA</b> kWh					
P1 1.18.1 Punta (L-V)	0	725	1	0	725
P2 1.18.2 Llano (L-V)	0	2.232	1	0	2.232
P3 1.18.3 Valle (L-V)	0	1.028	1	0	1.028
P4 1.18.4 Punta (S-D)	0	395	1	0	395
P5 1.18.5 Llano (S-D)	0	1.186	1	0	1.186
P6 1.18.6 Valle (S-D)	0	544	1	0	544
<b>ENERGÍA REACTIVA</b> kVAh					
P1 1.58.1 Punta (L-V)	0	0	1	0	0
P2 1.58.2 Llano (L-V)	0	0	1	0	0
P3 1.58.3 Valle (L-V)	0	0	1	0	0
P4 1.58.4 Punta (S-D)	0	0	1	0	0
P5 1.58.5 Llano (S-D)	0	0	1	0	0
P6 1.58.6 Valle (S-D)	0	0	1	0	0
<b>POTENCIA</b> kW					
P1 1.16.1 Punta (L-V)		34,000	1		34,000
P2 1.16.2 Llano (L-V)		34,000	1		34,000
P3 1.16.3 Valle (L-V)		34,000	1		34,000
P4 1.16.4 Punta (S-D)		34,000	1		34,000
P5 1.16.5 Llano (S-D)		34,000	1		34,000
P6 1.16.6 Valle (S-D)		34,000	1		34,000

<b>ENERGÍA ACTIVA</b> kWh			
	Consumo	A facturar	
Punta	1.120	1.120	
Llano	3.418	3.418	
Valle	1.572	1.572	
<b>ENERGÍA REACTIVA</b> kVAh			
	Consumo	CosΦ	A facturar
Punta	0	1,00	0
Llano	0	1,00	0
Valle	0	-	0

Se factura la energía reactiva que supera el 33% de la activa (no se computa el periodo valle).

<b>POTENCIA</b> kW			
	Contratada	Demandada	A facturar
Punta	40,000	34,000	34,000
Llano	40,000	34,000	34,000
Valle	40,000	34,000	34,000

**INFORMACIÓN DE SU PRODUCTO**

Su Tarifa de Endesa ha sido actualizada el 01/01/2020 trasladando las variaciones reguladas en la Orden TEC/1258/2019 de 20 de diciembre, en la Orden 362/2018 de 6 de abril y en la Resolución de 2 de diciembre de 2019 de la Secretaría de Estado de Energía.

**ATENCIÓN AL CLIENTE: CONSULTAS, GESTIONES Y RECLAMACIONES 24 HORAS**

800760266 (tlf. gratuito)  
www.endesaclientes.com  
atencionalcliente@endesaonline.com

Reclamaciones  
C/ Ribera del Loira 60  
28042 Madrid

Urgencias  
900 85 08 40  
(tlf. gratuito)

**INFORMACIÓN SOBRE SU ELECTRICIDAD** ES COPIA

Si bien la energía eléctrica que llega a nuestros hogares es indistinguible de la que consumen nuestros vecinos u otros consumidores conectados al mismo sistema eléctrico, ahora sí es posible garantizar el origen de la producción de energía eléctrica que usted consume.

A estos efectos se proporciona el desglose de la mezcla de tecnologías de producción nacional para así comparar los porcentajes del promedio nacional con los correspondientes a la energía vendida por su Compañía Comercializadora.

**ORIGEN DE LA ELECTRICIDAD**

**Mezcla de Producción en el sistema eléctrico español 2019**

**Mezcla Endesa Energía, S.A.U. 2019**

Origen	Mezcla Endesa Energía, S.A.U.	Mezcla de Producción sistema eléctrico español
Renovable	16,1%	37,0%
Cogeneración de Alta Eficiencia	5,4%	4,9%
Cogeneración	5,1%	6,7%
CC Gas Natural	29,0%	21,5%
Carbon	6,7%	4,9%
Fuel/Gas	3,0%	2,2%
Nuclear	29,4%	21,8%
Otras	1,3%	1,0%

El sistema eléctrico nacional ha importado un 2,7% de producción neta total nacional

**IMPACTO MEDIOAMBIENTAL**

El impacto ambiental de su electricidad depende de las fuentes energéticas utilizadas para su generación. En una escala de A a G donde A indica el mínimo impacto ambiental y G el máximo, y que el valor medio nacional corresponde al nivel D, la energía comercializada por Endesa Energía S.A.U. tiene los siguientes valores:

**Emissiones de dióxido de carbono**  
Endesa Energía, S.A.U.

Menos dióxido de carbono

Media Nacional: 0,20

Contenido de carbono: Kilogramo dióxido de carbono por kWh: 0,27

**Residuos radiactivos Alta Actividad**  
Endesa Energía, S.A.U.

Menos residuos radiactivos

Media Nacional: 0,51

Residuos Radiactivos: Miligramos por kWh: 0,69

Fuente: CNMC (Comisión Nacional de los Mercados y Competencia), <http://gdo.cnm.ces/CNE/resumenGdo.do?>

## 6 BIBLIOGRAFÍA

Ilustración 1: Mapa de situación Residencia Ilugo.....	7
Ilustración 2: Cubiertas del edificio.....	7
Ilustración 3: Panel Ja Solar 450 W .....	13
Ilustración 4: Soporte coplanar .....	14
Ilustración 5: Soporte inclinado .....	15
Ilustración 6: Inversor Fronius ECO 25 KW.....	17
Ilustración 7: Contador bidireccional .....	19
Ilustración 8: Magnetotérmico Schneider de 40 A .....	20
Ilustración 9: Interruptor diferencial Schneider de 40 A y 30mA .....	21
Ilustración 10: Evolución del consumo eléctrico .....	26
Ilustración 11: Tramos horarios.....	27
Ilustración 12: Irradiación en las cubiertas del edificio en 2D .....	30
Ilustración 13: Irradiación en la cubierta del edificio 3D.....	31
Ilustración 14: Cubierta Suroeste.....	31
Ilustración 15: Cubierta Sur.....	32
Ilustración 16: Vista 2D de las cubiertas .....	33
Ilustración 17: Vista 3D de las cubiertas .....	33
Ilustración 18: Conexión módulos fotovoltaicos.....	36
Tabla 1: Características Panel Ja Solar 450 W .....	12
Tabla 2: Precio soporte inclinado según el número de módulos .....	15
Tabla 3: Características Fronius ECO 25 KW .....	17
Tabla 4: Irradiación total .....	22
Tabla 5: Energía generada estimada .....	23
Tabla 6: Valores a tener en cuenta para el conexionado de los módulos.....	35
Tabla 7: Calculo del número de paneles en serie .....	36
Tabla 8: Calculo previsión de carga de servicios .....	38
Tabla 9: Potencia alumbrado .....	39
Tabla 10: Característica de los conductores según el tipo de aislante .....	40
Tabla 11: Tabla 1 ITC-BT-19 para sección en DC .....	41
Tabla 12: Tabla 1 ITB-BT-19 para sección en AC.....	44
Tabla 13: Inclinação en función del tiempo y uso .....	49
Tabla 14: Valor Performance Ratio mensual establecido por el IDAE .....	50
Tabla 15: Estudio energético mensual .....	51



Tabla 16: Estudio económico energía importada antes del autoconsumo.....	53
Tabla 17: Energía importada con autoconsumo.....	54
Tabla 18: Presupuesto.....	58
Gráfica 1: Irradiación Solar anual.....	22
Gráfica 2: Irradiancia diaria a 17°.....	24
Gráfica 3: Irradiancia diaria 30°.....	25
Gráfica 4: Irradiancia máxima mensual 17° y 30°.....	25
Gráfica 5: Energía producida frente al consumo eléctrico.....	52
Gráfica 6: Porcentaje del consumo en los periodos.....	54

### Páginas web:

- [https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-ja-solar-450w-24v-monocristalino-perc?gclid=CjwKCAjwgISIBhBfEiwALE19SYodzJvhfXKpOXJh0dtUkle08t-lilrnvExXoac95npxpgeuUEphS7xoCSBwQAvD\\_BwE](https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-ja-solar-450w-24v-monocristalino-perc?gclid=CjwKCAjwgISIBhBfEiwALE19SYodzJvhfXKpOXJh0dtUkle08t-lilrnvExXoac95npxpgeuUEphS7xoCSBwQAvD_BwE)
- <https://autosolar.es/estructuras-cubierta-teja/estructura-cubierta-tejas-4-paneles-solares-con-varilla-01v>
- <https://www.teknosolar.com/estructura-inclinada-soporte-placas-solares-hasta-72-celulas/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=IGPr5XKKG7A>
- <https://sotysolar.es/autoconsumo/instalacion/legalizar>
- <https://autosolar.es/inversores-de-red-trifasicos/inversor-conexion-a-red-fronius-eco-25kw>
- <https://ingelibreblog.wordpress.com/2014/01/09/inclinacion-optima-de-placas-fotovoltaicas/>
- <https://www.agenciaandaluzadelaenergia.es/es/financiacion/incentivos-2017-2020/programa-para-el-desarrollo-energetico-sostenible-de-andalucia/construccion-sostenible>
- [https://www.cadenzaelectric.com/diferencial-4p-40a-30ma-380v-ref-a9r81440\\_p9406302.htm](https://www.cadenzaelectric.com/diferencial-4p-40a-30ma-380v-ref-a9r81440_p9406302.htm)
- <https://www.se.com/es/es/product/A9K24140/magnetot%C3%A9rmico%2C-acti9-ik60n%2C-1p%2C-40-a%2C-c-curva%2C-6000-a-%28iec-60898-1%29/?range=7557-acti-9-ik60&selected-node-id=12367681755&parent-subcategory-id=1605>

- [https://www.portalelectricidad.es/cable-unipolar-16mm2-libre-halogenos.html?gclid=Cj0KCQjwsZKJBhC0ARIsAJ96n3UCQt\\_yEPEU6kpuJhdo6w6ME57xGJSeE2VaMPbrOqqKsvKLiJbf1lwaAs7eEALw\\_wcB](https://www.portalelectricidad.es/cable-unipolar-16mm2-libre-halogenos.html?gclid=Cj0KCQjwsZKJBhC0ARIsAJ96n3UCQt_yEPEU6kpuJhdo6w6ME57xGJSeE2VaMPbrOqqKsvKLiJbf1lwaAs7eEALw_wcB)

**Documentos:**

- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red.
- Guía técnica de aplicación: Protecciones. Protección contra sobrecorrientes.
- Vera, David “Procedimiento de cálculo de una instalación solar fotovoltaica aislada. Método simplificado del IDAE”. Universidad de Jaén.
- Vera, David “Energía solar fotovoltaica”. Universidad de Jaén.
- Proyecto reducido: Acondicionamiento de viales públicos en Poble Nou De Benitatxell (Alicante). Pliego de condiciones.