



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA



ESCUELA TÉCNICA  
SUPERIOR INGENIERÍA  
INDUSTRIAL VALENCIA

**TRABAJO FIN DE GRADO EN INGENIERÍA DE LA ENERGÍA**

# **ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.**

AUTOR: ANDRÉS TEVA CABALLERO

TUTOR: SOFIA CARLOS ALBEROLA

**Curso Académico: 2020-21**

## **AGRADECIMIENTOS**

“No podría sentirme más agradecido de mi familia, en especial de mis padres, de mis abuelos, de mi hermana y de mi novia, por los ánimos y la ayuda que me han dado desde que comencé, pues cada uno de vuestros aportes ha sido indispensable para superar el grado.

Agradezco a mis amigos y compañeros todos los momentos tan especiales que hemos pasado juntos, ya que cada uno de ellos me han motivado a seguir adelante.

Asimismo, agradezco a mi tutora *Sofia Carlos Alberola*, la atención, ayuda e interés que me ha ofrecido desde el primer momento.”

## **RESUMEN**

En el presente proyecto se desarrolla el diseño de una instalación solar fotovoltaica aislada, cuyo funcionamiento no requiere de la conexión a la red de distribución para satisfacer las necesidades energéticas de una vivienda unifamiliar, en la que residen anualmente cuatro personas.

En dicho documento, se comenzará haciendo referencia a las características del emplazamiento de la instalación que influyan en el consumo de la parcela. En efecto, se introducirán la radiación solar y la climatología presentes en el municipio de Fortuna, ya que son dos factores decisivos a la hora de escoger los elementos de la instalación, para satisfacer la totalidad de la demanda eléctrica.

Posteriormente, una vez enmarcada la instalación dentro de un rango de energía útil, caracterizado principalmente por la irradiancia, la irradiación y las horas solares, se identificarán los consumos eléctricos en base a un estudio por estancias de la vivienda y al mismo tiempo, desagregado en fuerza, iluminación y climatización.

Una vez examinadas las necesidades energéticas de la vivienda, y por lo tanto, habiendo extraído un consumo total anual, se presentarán las ventajas e inconvenientes de las instalaciones solares fotovoltaicas, y a continuación se procederá con el cálculo de los elementos de la instalación. Así pues, partiendo de los datos de irradiación solar de la zona y con los datos del consumo, se escogerán los dispositivos para satisfacer el consumo energético del hogar, de tal forma que la instalación sea totalmente autosuficiente y lo más económica posible. Por otro lado, se estudiará la reducción de emisiones de  $CO_2$  que conlleva el haber realizado la instalación. Y con el propósito de finalizar los cálculos, se expondrán unas conclusiones donde se analizará tanto el proceso de producción de energía eléctrica de los paneles solares, como el proceso de carga y descarga de las baterías, un parámetro clave del proyecto.

Combinando los datos extraídos del consumo y del costo de los elementos de la instalación, se mostrará la viabilidad económica del proyecto mediante el VAN y el TIR, apartado con el que se finalizará la memoria.

Finalmente, se realizará un presupuesto que contemplará el coste de los dispositivos escogidos, el de la mano de obra de instalación de éstos y el del proyecto de ingeniería.

Y por último, se mostrarán los planos de la instalación y los anexos, donde se podrán observar las fichas técnicas de cada dispositivo.

**Palabras clave:** Fotovoltaica aislada, irradiancia, irradiación, paneles solares, baterías, viabilidad económica.

## **RESUM**

En el present projecte es desenvolupa el disseny d'una instal·lació solar fotovoltaica aïllada, el funcionament de la qual no requereix de la connexió a la xarxa de distribució per a satisfer les necessitats energètiques d'un habitatge unifamiliar, en la qual resideixen anualment quatre persones.

En aquest document, es començarà fent referència a les característiques de l'emplaçament de la instal·lació que influïsquen en el consum de la parcel·la. En efecte, s'introduiran la radiació solar i la climatologia presents en el municipi de Fortuna, ja que són dos factors decisius a l'hora de triar els elements de la instal·lació, per a satisfer la totalitat de la demanda elèctrica.

Posteriorment, una vegada emmarcada la instal·lació dins d'un rang d'energia útil, caracteritzat principalment per la irradiància, la irradiació i les hores solars, s'identificaran els consums elèctrics sobre la base d'un estudi per estades de l'habitatge i al mateix temps, desagregat en força, il·luminació i climatització.

Una vegada examinades les necessitats energètiques de l'habitatge, i per tant, havent extret un consum total anual, es presentaran els avantatges i inconvenients de les instal·lacions solars fotovoltaïques, i a continuació es procedirà amb el càlcul dels elements de la instal·lació. Així doncs, partint de les dades d'irradiació solar de la zona i amb les dades del consum, es triaran els dispositius per a satisfer el consum energètic de la llar, de tal forma que la instal·lació siga totalment autosuficient i el més econòmic possible. D'altra banda, s'estudiarà la reducció d'emissions de  $CO_2$  que comporta l'haver realitzat la instal·lació. I amb el propòsit de finalitzar els càlculs, s'exposaran unes conclusions on s'analitzarà tant el procés de producció d'energia elèctrica dels panells solars, com el procés de càrrega i descàrrega de les bateries, un paràmetre clau del projecte.

Combinant les dades extretes del consum i del cost dels elements de la instal·lació, es mostrarà la viabilitat econòmica del projecte mitjançant el VAN i el TIR, apartat amb el qual es finalitzarà la memòria.

Per a acabar, es realitzarà un pressupost que contemplarà el cost dels dispositius triats, el de la mà d'obra d'instal·lació d'aquests i el del projecte d'enginyeria.

I finalment, es mostraran els plans de la instal·lació i els annexos, on es podran observar les fitxes tècniques de cada dispositiu.

**Paraules clau:** Fotovoltaica aïllada, irradiància, irradiació, panells solars, bateries, viabilitat econòmica.

## **ABSTRACT**

This project develops the design of an isolated solar photovoltaic installation, whose operation does not require connection to the distribution network to meet the energy needs of a single-family house, where four people reside annually.

In this document, it will begin by referring to the characteristics of the installation site that influence the consumption of the plot. Indeed, the solar radiation and the weather present in the municipality of Fortuna will be introduced, since they are two decisive factors when choosing the elements of the installation, to satisfy the entire electricity demand.

Subsequently, once the installation has been framed within a range of useful energy, characterized mainly by irradiance, irradiance and solar hours, electrical consumption will be identified based on a study by rooms of the house and at the same time, disaggregated in strength, lighting and air conditioning.

Once the energy needs of the house have been examined, and therefore, having extracted a total annual consumption, the advantages and disadvantages of solar photovoltaic installations will be presented, and then it will proceed with the calculation of the elements of the installation. Thus, based on the solar irradiation data of the area and with the consumption data, the devices will be chosen to meet the energy consumption of the home, so that the installation is completely self-sufficient and as economical as possible. On the other hand, the reduction of  $CO_2$  emissions that comes with having carried out the installation will be studied. And with the purpose of finalizing the calculations, some conclusions will be presented where the process of production of electric energy from the solar panels will be analyzed, as well as the process of charging and discharging the batteries, a key parameter of the project.

Combining the data extracted from the consumption and the cost of the elements of the installation, the economic viability of the project will be shown by means of the NPV and IRR, section with which the report will be concluded.

Furthermore, a budget will be prepared that will include the cost of the selected devices, the cost of the installation labor and the cost of the engineering project.

Finally, the installation drawings and annexes will be shown, where the technical data sheets of each device can be observed.

**Key words:** Isolated photovoltaic, irradiance, irradiance, solar panels, batteries, economic viability.

## ÍNDICE GENERAL

1. MEMORIA	
1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. OBJETIVOS.....	9
3. ALCANCE.....	10
4. MOTIVACIONES.....	11
i. ACADÉMICA.....	11
ii. TECNOLÓGICA AMBIENTAL.....	11
5. NORMATIVA APLICADA.....	12
6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	12
i. EMPLAZAMIENTO.....	12
1. CLIMATOLOGÍA DE FORTUNA.....	13
2. RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE.....	15
ii. ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA.....	22
7. CÁLCULOS.....	33
i. ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN.....	33
1. PANELES SOLARES.....	33
2. SOPORTE DE PANELES.....	40
3. INVERSOR.....	40
4. REGULADOR.....	40
5. BATERÍAS.....	41
6. CABLEADO.....	43
7. APARAMENTA ELÉCTRICA.....	49
8. PUESTA A TIERRA.....	50
9. GRUPO ELECTRÓGENO.....	50
ii. REDUCCIÓN DE EMISIONES DE CO <sub>2</sub> .....	51
iii. CONCLUSIONES.....	52
8. ESTUDIO ECONÓMICO.....	52
2. PRESUPUESTO.....	54
3. CONCLUSIONES.....	57
4. PLANOS.....	68
5. ANEXOS.....	71
6. BIBLIOGRAFÍA.....	88



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# 1. MEMORIA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR ENGINYERIA  
INDUSTRIAL VALÈNCIA

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el suministro de energía eléctrica es esencial para el funcionamiento de la sociedad. En España, el Mercado Ibérico de Electricidad (MIBEL) y la red de transporte Red Eléctrica de España (REE), son los responsables de garantizar el funcionamiento del sistema y la gestión técnica de la red.

Hoy en día, nuestro país está siendo objeto de una profunda reforma energética, cuyo diseño y aplicación actual permite impulsar la generación renovable, pero al mismo tiempo, está desarticulando otras fuentes de energía no renovables como la nuclear.

Este movimiento simultáneo y no gradual ha dejado a un lado la importancia de las energías de respaldo, centrando el foco en fuentes de generación cuyos impuestos y derechos de emisión de  $CO_2$  aumentan progresivamente.

Agregando a lo anterior el impacto del coronavirus en el sector eléctrico, el aumento de la volatilidad de los precios mayoristas, el cambio climático y tener temperaturas y fenómenos climatológicos extremos con más frecuencia, se explica porqué se están produciendo estas oscilaciones extremas en el precio de la electricidad, las cuales serán cada vez más habituales y pondrán a prueba a los sistemas eléctricos.

De esta forma, con el propósito de reducir el precio de la factura eléctrica, y siendo incentivados por la derogación del impuesto del sol, muchas familias durante este último año han optado por instalar tecnología fotovoltaica en sus hogares.

La energía solar fotovoltaica es una energía limpia, renovable y sostenible con la que se reduce de manera considerable la huella de carbono a nivel global, y se ayuda a conservar los recursos naturales.

Al depender de la luz solar, puede instalarse casi en cualquier lugar, facilitando el acceso a la electricidad a aquellos puntos geográficos donde el abastecimiento de energía mediante la red eléctrica nacional es muy complicado. Otra ventaja es la larga vida útil de los módulos fotovoltaicos, de alrededor de 20 años, la cual permite recuperar en un período reducido de tiempo la inversión inicial que conlleva, y además, estando o no la vivienda conectada a la red, su uso permite abaratar altos costes de facturación de energía eléctrica o incluso anularlos, y más actualmente con el alto crecimiento del precio del kWh. Y por último cabe destacar, que la propia red eléctrica, entre pequeños o medianos consumidores no muy lejanos, puede servir de batería gracias al sistema de compensación de excedentes.

Sin embargo, la energía fotovoltaica posee un rendimiento relativamente bajo, pues todavía no se puede convertir toda la energía solar que recibe el panel en energía eléctrica. Más aún, hoy en día no existen grandes almacenadores de energía que sean fiables y económicos, lo cual limita su explotación. A su vez, la energía solar fluctúa durante el día según las condiciones atmosféricas (nubes, niebla, nieve, etc), y por la noche no está disponible. Estos factores sumados a la baja irradiancia solar que poseen algunos países, a los altos niveles de contaminación, y a la suciedad o polvo que cogen los módulos, pueden significar un grave problema para obtener energía, provocando en algunos casos que su instalación no sea viable económicamente. Otra desventaja es que se necesita una gran área para



su instalación, y la inversión inicial a aportar es elevada, lo que hace inaccesible su uso para muchas personas.

En global, a pesar de las desventajas que pueda tener esta tecnología, las ventajas son mucho mayores ya que no solo contribuye a reducir el efecto invernadero, sino que también es un tipo de energía que puede integrarse fácilmente en cualquier localidad e instalarse en cualquier construcción, y su mantenimiento y transporte son sencillos y de bajo coste en comparación con otro tipo de energías.

Pues bien, como fruto de un proyecto profesional que he realizado durante las prácticas de empresa, en el presente documento se lleva a cabo el estudio de una instalación solar fotovoltaica aislada, o dicho de otra forma, una instalación que no se encuentra conectada a la red de distribución, ya que durante las horas de sol se cubre el consumo eléctrico gracias a los módulos fotovoltaicos, y durante las horas nocturnas se satisface la demanda mediante baterías, las cuales se cargan con los excedentes que producen los paneles durante el día.

## **2. OBJETIVOS**

El propósito de dicho proyecto es diseñar una instalación solar fotovoltaica aislada para una vivienda unifamiliar, situada en Murcia, en la que residirán cuatro personas durante todo el año, con la finalidad de que se emprenda realmente en un futuro.

De esta manera, uno de los aspectos claves del proyecto consta en el estudio de los ciclos de carga y descarga de las baterías, ya que se trata de un proceso fundamental en las instalaciones que funcionan con acumuladores, pues dependiendo del nivel de carga que estos posean, se podrán satisfacer o no, las necesidades energéticas del hogar.

Asimismo, en el presente documento se busca introducir el emplazamiento analizando la climatología y la radiación. Posteriormente, en vista de la normativa vigente, se realizará un análisis energético de la vivienda para poder dimensionar de la manera más eficiente la instalación. Y finalmente se efectuará un estudio de la viabilidad económica del proyecto y adjuntando un presupuesto y los planos necesarios, se concluirá.

Por otra parte, se pretende contribuir con los objetivos de desarrollo sostenible establecidos por la ONU. Entre ellos se destaca el número siete, el cual principalmente pretende garantizar el acceso universal a servicios energéticos asequibles, fiables y modernos, aumentar considerablemente la proporción de energía renovable en el conjunto de fuentes energéticas y duplicar la tasa mundial de mejora de la eficiencia energética. El resto de los objetivos se pueden visualizar en la *Figura 1*.



Producido en colaboración con TROLLBÄCK COMPANY | TheGlobalGoals@trollback.com | +1 212 529 1010  
Para cualquier duda sobre la utilización, por favor comuníquese con: dj@trollback.com

Figura 1. Objetivos del desarrollo sostenible de la ONU.

### 3. ALCANCE

En lo referente a las competencias y objetivos académicos perseguidos, destacan los siguientes:

- Aplicación de los conocimientos teóricos adquiridos en el grado para dimensionar la instalación de forma sostenible y eficiente.
- Capacidad para tomar decisiones y razonar con criterio propio.
- Actuar en base a la responsabilidad ética, medioambiental y profesional.
- Comunicación efectiva.
- Planificación y gestión del tiempo para cumplir los plazos estipulados.
- Utilización de los programas informáticos idóneos para resolver con efectividad y sencillez la presente propuesta.

## **4. MOTIVACIONES**

### **ACADEMICA**

Este trabajo de fin de grado no ha sido únicamente realizado con el fin de aprobar los créditos obligatorios para la obtención del título, sino que durante la carrera he descubierto que me gustaría dedicarme a trabajar en el área de la energía solar fotovoltaica, ya que es una rama muy interesante y próspera de la ingeniería, con la que puedes ayudar a las personas de forma económica, mirando a la vez por el medio ambiente. Por estos motivos, he decidido concretar dicho proyecto ya que me ayudaría tanto a obtener experiencia para el mundo laboral, como a adquirir la titulación.

### **TÉCNICO AMBIENTAL**

El impuesto al sol supuso un obstáculo frente al desarrollo sostenible de nuestro país. Su derogación ha conllevado grandes beneficios tanto para los consumidores como para el medio ambiente, y la prueba irrefutable de ello es que las instalaciones fotovoltaicas han aumentado de forma exponencial.

De esta forma, la intención de promover el uso de las energías renovables, ha sido otra de las principales razones por las que he decidido proceder con el proyecto.

## **5. NORMATIVA APLICADA**

Actualmente, como se indica en el “Real Decreto 244/2019”, las instalaciones fotovoltaicas de autoconsumo aisladas de la red quedan fuera del ámbito de aplicación del Real Decreto.

Sin embargo, existe otra normativa aplicable, la cual se expone a continuación:

- Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red PCT-A-REV - febrero 2009 (IDAE)
- Real Decreto 614/2001, de 8 de junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico
- 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.
- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1215/1997, de 18 de Julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo

- Real Decreto 29/1985, de 8 de noviembre, por el que se aprobó el reglamento de aparatos de elevación y manutención.
- ITC MIE-AEMI Instrucción técnica complementaria del anterior decreto.
- Real Decreto 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento electrotécnico para baja tensión.
- Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE).

## **6. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

Como se ha dicho anteriormente, el objeto de este trabajo consiste en diseñar una instalación fotovoltaica aislada de la red para una vivienda unifamiliar compuesta por cuatro personas, con la finalidad de emprenderlo realmente en un futuro.

Pues bien, seguidamente se van a mostrar en términos generales los pasos a ejecutar en el presente documento:

En primer lugar, se introducirá el emplazamiento concretando la radiación solar incidente y sus características climatológicas, lo cual permitirá junto al estudio de las necesidades energéticas de la vivienda, poder seleccionar debidamente cada uno de los elementos necesarios para una correcta instalación.

En segundo lugar, se comentarán las ventajas e inconvenientes que suponen estas instalaciones y más adelante se procederá con los cálculos, donde además de explicar la elección de los dispositivos, se efectuarán las operaciones correspondientes para escoger un número óptimo de elementos de acuerdo con las necesidades demandadas.

Y para poner fin a la memoria, se comentarán las reducciones de  $CO_2$  que supondría la instalación y se generará un estudio de la viabilidad económica del proyecto.

### **EMPLAZAMIENTO**

La vivienda se ubica en Fortuna, un municipio perteneciente a la Región de Murcia que posee una extensión de 148 km<sup>2</sup> y su población aproximada es de 10.000 habitantes.

Concretamente, se trata de una parcela de 197 m<sup>2</sup>, sin incluir el patio trasero.

La latitud del hogar es 38°18'17.1354020052, y la longitud : -1°13'06.691468024292 .

La *Figura 2* muestra la localización del municipio vista desde el satélite y la *Figura 3*, muestra una vista del catastro en el que se ve la parcela.

## ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.



*Figura 2. Ubicación de la instalación.*



*Figura 3. Vista de la vivienda desde el catastro.*

### **CLIMATOLOGÍA**

El clima predominante en Murcia es mediterráneo-subtropical seco, lo cual provoca que los veranos sean cortos, calurosos y despejados, y los inviernos: largos, fríos y parcialmente nublados. La temperatura media anual es de 17°C, lo cual es favorable para los módulos ya que su rendimiento comienza a verse afectado con temperaturas superiores a los 25°C.

Cabe destacar que, en la temporada calurosa, la temperatura máxima promedio es de más de 30°C y la mínima promedio oscila alrededor de los 20°C. En la temporada fresca, la temperatura máxima promedio es de 16°C y la mínima promedio es de 3°C.

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

Los datos de la temperatura media, máxima y mínima en grados centígrados, la precipitación, la humedad relativa y su distribución real a lo largo del año, extraídos de *Aemet*, se recogen en *Tabla 1*.

*Tabla 1. Recopilación datos climatológicos de Fortuna extraídos de Aemet.*

Mes	T	TM	Tm	R	H
Enero	10,6	16,6	4,7	27	65
Febrero	12,2	18,4	5,9	27	63
Marzo	14,3	20,9	7,7	30	59
Abril	16,5	23,3	9,7	25	53
Mayo	20	26,6	13,3	28	52
Junio	24,2	31	17,4	18	49
Julio	27,2	34	20,3	3	50
Agosto	27,6	34,2	20,9	8	54
Septiembre	24,2	30,4	18	32	59
Octubre	19,8	25,6	13,9	36	64
Noviembre	14,6	20,3	8,9	32	65
Diciembre	11,5	17,2	5,8	29	68
Año	18,6	24,9	12,3	297	58

Donde se tiene:

T - Temperatura media mensual/anual (°C)

TM - Media mensual/anual de las temperaturas máximas diarias (°C)

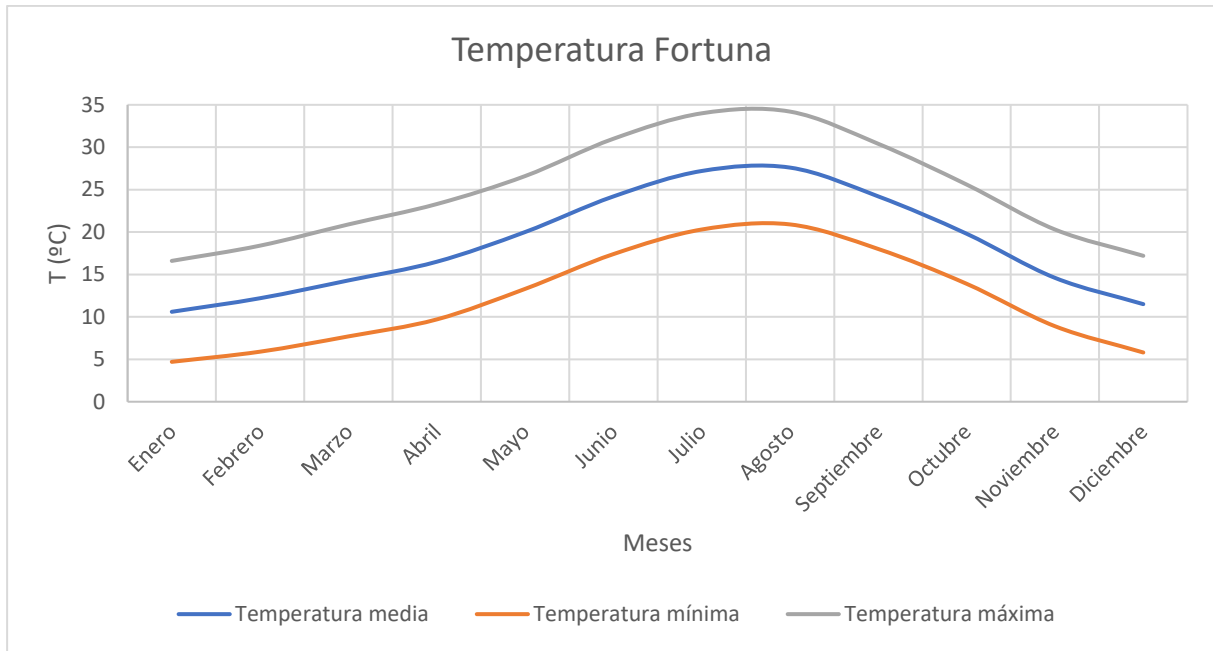
Tm - Media mensual/anual de las temperaturas mínimas diarias (°C)

R - Precipitación mensual/anual media (mm)

H - Humedad relativa media (%)

En la *Figura 4* se muestra la distribución a lo largo del año de la temperatura media (azul), de la mínima (naranja) y de la máxima (gris).

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.



*Figura 4. Distribución de las temperaturas máximas y mínimas*

Del mismo modo, cabe señalar la cantidad media mensual de días despejados y con condiciones climatológicas adversas, lo cual se muestra en la *Tabla 2*.

*Tabla 2. Recopilación datos climatológicos extra de Fortuna extraídos de Aemet.*

Mes	DR	DN	DT	DF	DH	DD	I
Enero	3,8	0,1	0,2	1,1	2,3	8	189
Febrero	3,6	0	0,5	2	1,2	7,1	190
Marzo	3,3	0	0,5	0,8	0,3	6,5	223
Abril	3,6	0	1,6	0,6	0	5,8	256
Mayo	3,9	0	2,3	0,6	0	5,8	289
Junio	2	0	2,1	0,3	0	10,9	323
Julio	0,6	0	0,9	0,2	0	16,1	353
Agosto	1	0	1,4	0,2	0	12,5	316
Septiembre	3	0	3,2	0,4	0	6,7	239
Octubre	3,7	0	2	0,6	0	5,3	217
Noviembre	4,1	0	0,5	0,8	0,2	7,1	186
Diciembre	3,9	0	0,2	1	1,5	7	172
Año	36,5	0,2	15,6	8,7	5,5	99,2	2967

## ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

Donde:

DR - Número medio mensual/anual de días de precipitación superior o igual a 1 mm

DN - Número medio mensual/anual de días de nieve

DT - Número medio mensual/anual de días de tormenta

DF - Número medio mensual/anual de días de niebla

DH - Número medio mensual/anual de días de helada

DD - Número medio mensual/anual de días despejados

I - Número medio mensual/anual de horas de sol

### RADIACIÓN SOLAR INCIDENTE

La irradiación es la energía incidente en una superficie por unidad de superficie y a lo largo de un cierto período de tiempo. Se mide en  $\text{MJ}/\text{m}^2$  o  $\text{kWh}/\text{m}^2$ .

En *Figura 5*, obtenida en ADRASE, se puede apreciar cómo el suroeste peninsular se encuentra sumergido bajo la segunda zona de mayor irradiación de la península, dado que los colores más cálidos, como es el caso del rojo, que afecta a Murcia, indican una mayor irradiación en esa zona.



*Figura 5. Distribución de la irradiación en España.*

En vista de una mayor precisión, se hará uso de la herramienta PVGIS con el objeto de conocer tanto los valores de irradiancia como de irradiación.



ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

Previamente a la visualización de los resultados obtenidos, se debe considerar la inclinación para extraer la máxima energía anualmente, ya que la familia reside de forma habitual en dicha vivienda. Contemplando lo anterior, el pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas de red nos muestra que la inclinación óptima ( $\beta$ ) de los paneles, siendo el período de diseño anual, es de:

$$\beta = \varphi - 10^\circ = 38.183 - 10 = 28.183^\circ \approx 28^\circ$$

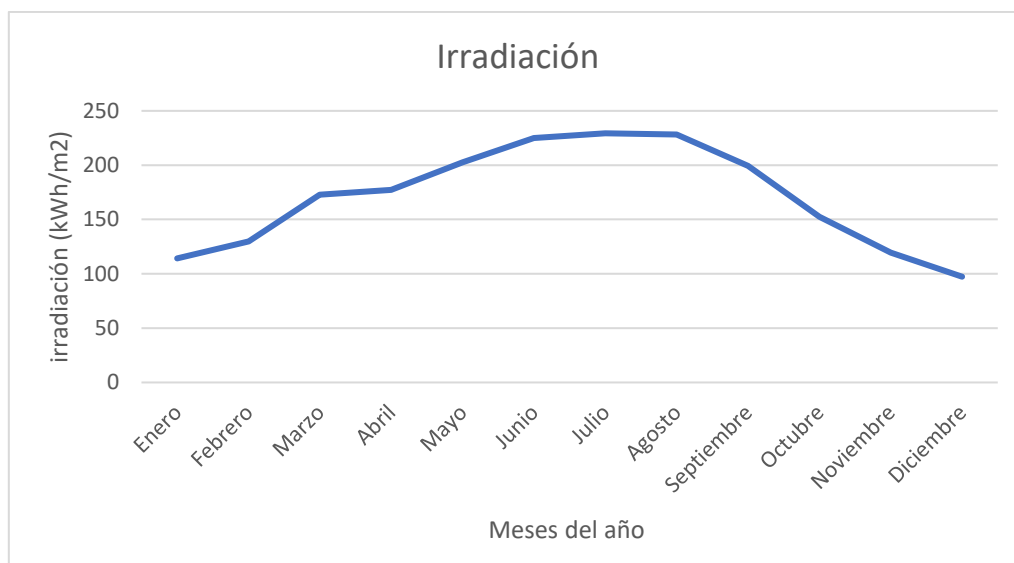
Siendo  $\varphi$  la latitud de Fortuna.

Por consiguiente, los datos promedios diarios de irradiancia e irradiación se calcularán para esa inclinación y para un azimut de  $0^\circ$ , ya que estarán orientados al sur.

La irradiación mensual se contempla en la *Tabla 3* y en la *Figura 6*.

*Tabla 3. Irradiancia en Fortuna en kWh/m<sup>2</sup>.*

Mes	Irradiación
Enero	114,13
Febrero	129,87
Marzo	172,86
Abril	177,25
Mayo	202,66
Junio	224,87
Julio	229,34
Agosto	228,22
Septiembre	199,45
Octubre	152,58
Noviembre	119,61
Diciembre	97,34
Año	2048,18



*Figura 6. Gráfica valores irradiación mensual en  $\frac{kWh}{m^2}$  con  $\beta = 28^\circ$ .*

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

Y finalmente la irradiancia para la localización escogida se muestra en la *Tabla 4*.

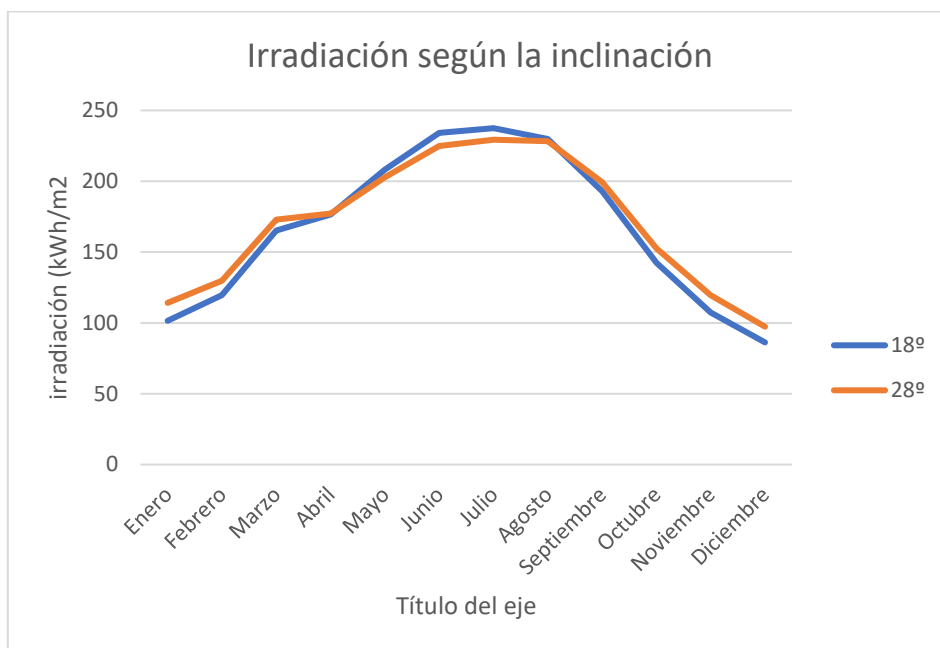
*Tabla 4. Valores irradiancia global media diaria en  $W/m^2$  con inclinación de  $28^\circ$ .*

Irradiancia global media diaria por horas												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	6	18	5	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	42	92	102	82	54	19	0	0	0
7:00	0	15	115	213	267	282	264	234	198	144	46	0
8:00	172	224	335	410	470	487	466	444	410	355	265	182
9:00	388	426	534	618	651	671	661	644	592	548	450	376
10:00	549	585	696	771	783	827	817	807	748	695	589	520
11:00	666	697	808	842	889	922	921	914	836	737	679	634
12:00	708	729	813	849	901	948	974	958	864	773	681	674
13:00	684	702	798	807	845	898	943	918	821	724	623	629
14:00	569	620	701	688	729	784	846	819	704	604	502	499
15:00	431	476	534	549	569	636	684	654	543	430	351	346
16:00	226	294	344	375	394	442	484	447	343	230	144	139
17:00	1	80	149	182	207	247	276	233	136	30	0	0
18:00	0	0	1	23	52	79	86	51	3	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	8	7	0	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Más adelante, en el estudio de las necesidades energéticas de la vivienda se verá cómo el consumo energético de los meses más calurosos es mayor, por ello cabe mencionar la comparativa de la irradiancia e irradiación según la inclinación escogida anteriormente ( $\beta = 28^\circ$ ), y la óptima establecida por el pliego de condiciones para los meses de verano ( $\beta = 18^\circ$ ).

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

En la *Figura 7*, la curva naranja representa la irradiación con el ángulo escogido anteriormente y la morada con la inclinación para los meses de verano.



*Figura 7. Gráfica comparativa irradiaciones mensuales con diferentes inclinaciones.*

Interpretando el gráfico de la *Figura 7*, se observa cómo en los meses más calurosos se recibe menos energía con 28° de inclinación, mientras que durante el invierno la energía obtenida aumenta ligeramente al usar dicha inclinación. No obstante, analizando los valores exactos de las irradiaciones anuales se puede observar como la diferencia es mínima:

*Tabla 5 y 6. Irradiación en Fortuna con 28° y 18° respectivamente en kWh/m²*

Mes	Irradiación	Mes	Irradiación
Enero	114,13	Enero	101,44
Febrero	129,87	Febrero	119,55
Marzo	172,86	Marzo	165,3
Abril	177,25	Abril	176,62
Mayo	202,66	Mayo	208,25
Junio	224,87	Junio	234,25
Julio	229,34	Julio	237,47
Agosto	228,22	Agosto	229,83
Septiembre	199,45	Septiembre	193,07
Octubre	152,58	Octubre	142,46
Noviembre	119,61	Noviembre	107,29
Diciembre	97,34	Diciembre	86,25
Año	2048,18	Año	2001,78

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

En lo que respecta a la irradiancia, se exponen las siguientes tablas: la *Tabla 7* muestra la irradiancia global media diaria por horas con 18º de inclinación, la *Tabla 8* muestra la irradiancia global media por horas con 28º, mientras que la *Tabla 9* muestra la diferencia de la irradiancia entre 18 y 28º.

*Tabla 7. Valores irradiancia global media diaria en W/m<sup>2</sup> con inclinación de 18º.*

Irradiancia global media diaria por horas												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	6	19	5	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	49	111	129	106	66	21	0	0	0
7:00	0	14	111	221	288	312	292	248	196	132	38	0
8:00	143	200	320	412	488	515	490	453	399	328	232	151
9:00	337	388	509	613	664	694	680	647	574	509	401	326
10:00	485	538	663	760	791	845	831	803	723	647	530	458
11:00	593	642	770	828	894	937	931	906	806	689	613	561
12:00	632	673	777	835	904	962	983	948	834	722	615	597
13:00	609	648	761	795	851	913	953	910	792	675	565	554
14:00	504	570	669	680	738	803	860	815	680	562	449	437
15:00	375	434	510	547	582	659	704	657	527	398	309	296
16:00	189	264	329	378	412	470	510	457	335	210	121	111
17:00	1	69	143	190	227	277	306	249	137	27	0	0
18:00	0	0	1	30	69	105	113	64	2	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	9	8	0	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

*Tabla 8. Valores irradiancia global media diaria en  $W/m^2$  con inclinación de 28°.*

Irradiancia global media diaria por horas												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	6	18	5	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	42	92	102	82	54	19	0	0	0
7:00	0	15	115	213	267	282	264	234	198	144	46	0
8:00	172	224	335	410	470	487	466	444	410	355	265	182
9:00	388	426	534	618	651	671	661	644	592	548	450	376
10:00	549	585	696	771	783	827	817	807	748	695	589	520
11:00	666	697	808	842	889	922	921	914	836	737	679	634
12:00	708	729	813	849	901	948	974	958	864	773	681	674
13:00	684	702	798	807	845	898	943	918	821	724	623	629
14:00	569	620	701	688	729	784	846	819	704	604	502	499
15:00	431	476	534	549	569	636	684	654	543	430	351	346
16:00	226	294	344	375	394	442	484	447	343	230	144	139
17:00	1	80	149	182	207	247	276	233	136	30	0	0
18:00	0	0	1	23	52	79	86	51	3	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	8	7	0	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

*Tabla 9. Diferencia entre la irradiancia de 18º y 28º en W/m<sup>2</sup>.*

Diferencia entre irradiancias												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5:00	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
6:00	0	0	0	7	-43	27	24	12	2	0	0	0
7:00	0	-1	-4	8	-46	30	28	14	-2	-12	-8	0
8:00	-29	-24	-15	2	-58	28	24	9	-11	-27	-33	-31
9:00	-51	-38	-25	-5	-38	23	19	3	-18	-39	-49	-50
10:00	-64	-47	-33	-11	-23	18	14	-4	-25	-48	-59	-62
11:00	-73	-55	-38	-14	-61	15	10	-8	-30	-48	-66	-73
12:00	-76	-56	-36	-14	-66	14	9	-10	-30	-51	-66	-77
13:00	-75	-54	-37	-12	-50	15	10	-8	-29	-49	-58	-75
14:00	-65	-50	-32	-8	-49	19	14	-4	-24	-42	-53	-62
15:00	-56	-42	-24	-2	-22	23	20	3	-16	-32	-42	-50
16:00	-37	-30	-15	3	-16	28	26	10	-8	-20	-23	-28
17:00	0	-11	-6	8	-17	30	30	16	1	-3	0	0
18:00	0	0	0	7	-22	26	27	13	-1	0	0	0
19:00	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
20:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Analizando la *Tabla 9*, se percibe que la diferencia de irradiancia entre ambas inclinaciones es muy pequeña. Los valores positivos muestran que la irradiancia obtenida con la inclinación de 18º es mayor a la de 28º, y los valores negativos lo contrario.

Por otra parte, el consumo de calefacción durante los meses invernales es nulo ya que la de este hogar funciona mediante una caldera de biomasa de pellets que alimenta a radiadores de agua, lo cual implica que el consumo durante los meses estivales aumente debido a la utilización del aire acondicionado y los ventiladores.

Conjuntamente, en la tabla anterior se contempla que durante la mayor parte del año la irradiancia es mayor, y la diferencia de irradiación entre ambas inclinaciones en los meses de junio y julio es minúscula.

Por estas razones, y sumando que la familia suele irse un par de semanas de vacaciones en julio, se concluye proceder empleando la inclinación de 28º, pues durante los meses invernales se conseguirá un plus energético para solventar una posible mayor demanda, y durante el resto del año se generará una energía muy similar a la obtenida con los 18º de inclinación.

### **ANÁLISIS ENERGÉTICO DE LA VIVIENDA**

Con el propósito de ajustar al máximo posible el consumo de la familia para satisfacer su demanda energética, se descompondrá el estudio por estancias y se efectuará una desagregación de consumos por fuerza, climatización e iluminación.

De tal manera, se conoce que el hogar está constituido por las siguientes estancias:

*Tabla 10. Estancias de la casa.*

Comedor
Recibidor
Pasillo
Cuarto plancha
Cocina
Terraza
Cuarto terraza / Trastero
Cuarto lavadoras
Despacho
Aseo 1
Aseo 2
Habitación 1
Habitación 2
Habitación 3

Por otro lado, estudio de los consumos se contempla en las *Tablas 11, 12 y 13*, en las cuales se muestra la desagregación por fuerza, climatización e iluminación respectivamente.

- Desagregación por fuerza

*Tabla 11. Desagregación por fuerza.*

	<b>FUERZA</b>				
<b>Estancia</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Tiempo de uso estimado (h/año)</b>	<b>Consumo medio anual (kWh/año)</b>
Comedor	TV	1	150	1960	294
	Router	1	7	8760	61
	Standby	-	-	-	216
Recibidor	-	-	-	-	-
Pasillo	-	-	-	-	-
Cuarto plancha	Plancha	1	2600	105	273
Cocina	Horno	1	2200	111	244
	Lavavajillas	1	2200	115	253
	Vitrocerámica	1	1000	550	550
	Frigorífico	1	300	2293	688

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

	Congelador	1	300	2103	631
	Resto electrodomésticos	-	-	-	51
Terraza	-	-	-	-	-
Cuarto terraza / Trastero	-	-	-	-	-
Cuarto lavadoras	Lavadora	1	1535	170	261
Despacho	Ordenador	1	-	-	186
Aseo 1	-	-	-	-	-
Aseo 2	-	-	-	-	-
Habitación 1	Ordenador	1	-	-	186
Habitación 2	Ordenador	1	-	-	186
Habitación 3	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>					<b>4080</b>

Por lo que concierne al consumo del “resto de electrodomésticos” y del “standby”, a pesar de haber sido situados en la cocina y en el comedor respectivamente, se les ha considerado como consumo global del hogar, es decir, no únicamente constituidos por el consumo de los electrodomésticos situados en la cocina y comedor, sino por los de toda la vivienda que no se nombren, como consolas, impresoras, secadores, etc..., y que se encuentren en standby, correspondientemente.



ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

- Desagregación por climatización

*Tabla 12. Desagregación por climatización.*

Estancia	CLIMATIZACIÓN				
	Tipo	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo de uso estimado (h/año)	Consumo medio anual (kWh/año)
Comedor	Ventilador	1	60	850	51
	Aire acondicionado	1	3500	105	367,5
Recibidor	-	-	-	-	-
Pasillo	-	-	-	-	-
Cuarto plancha	Ventilador	1	60	850	51
Cocina	-	-	-	-	-
Terraza	-	-	-	-	-
Cuarto terraza / Trastero	-	-	-	-	-
Cuarto lavadoras	-	-	-	-	-
Despacho	Aire acondicionado	1	3500		0
Aseo 1	-	-	-	-	-
Aseo 2	-	-	-	-	-
Habitación 1	Ventilador	1	60	850	51
Habitación 2	Ventilador	1	60	850	51
Habitación 3	Ventilador	1	60	850	51
				<b>TOTAL</b>	<b>622,5</b>

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

- Desagregación por iluminación

*Tabla 13. Desagregación por iluminación.*

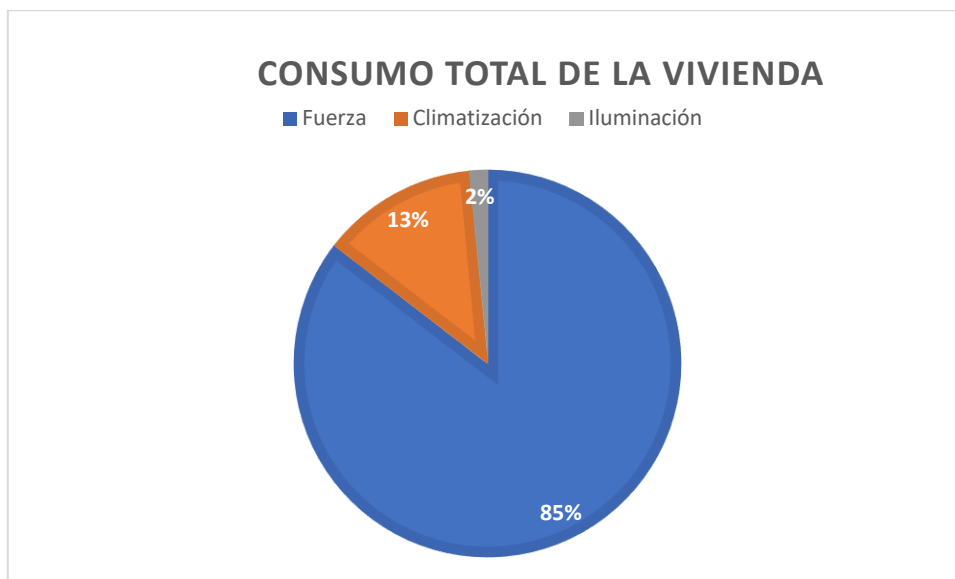
<b>ILUMINACIÓN</b>					
Estancia	Tipo	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo de uso estimado (h/año)	Consumo medio anual (kWh/año)
Comedor	Lámpara LED	7	5	1825	63,88
Recibidor	Lámpara LED	3	5	53	0,80
Pasillo	Lámpara LED	3	5	26,5	0,40
Cuarto plancha	Lámpara LED	1	5	26,5	0,13
Cocina	Lámpara LED	5	5	11	0,28
Terraza	Lámpara LED	2	5	11	0,11
Cuarto terraza / Trastero	Lámpara LED	1	5	10	0,05
Cuarto lavadoras	Lámpara LED	1	5	105	0,53
Despacho	Lámpara LED	5	5	200	5,00
Aseo 1	Lámpara LED	2	5	15	0,15
Aseo 2	Lámpara LED	3	5	15	0,23
Habitación 1	Lámpara LED	3	5	15	0,23
Habitación 2	Lámpara LED	1	5	15	0,08
Habitación 3	Lámpara LED	1	5	15	0,08
<b>TOTAL</b>					<b>72</b>

En resumen, la demanda anual de la parcela es la que se muestra en la *Tabla 14*.

*Tabla 14. Consumo total de la vivienda.*

<b>CONSUMO TOTAL DE LA VIVIENDA</b>	
Fuerza	4080
Climatización	622,5
Iluminación	71,91
<b>TOTAL (kWh/año)</b>	<b>4775</b>

Así pues, el porcentaje de cada una de las partes estudiadas respecto al consumo total de la vivienda se recoge en la *Figura 8*.



*Figura 8. Gráfica comparativa consumos.*

Por otra parte, con la finalidad de perfeccionar los cálculos se realizará un análisis del consumo mensual, pues no todos los electrodomésticos se utilizan todos los meses.

Así pues, se cuantificará mediante la desagregación para dos meses, procediendo de la misma forma con el resto. Los resultados se agrupan en la Tabla 15, 16 y 17 para el mes de enero y en las Tablas 18,19 y 20 para el mes de julio.

Para enero se tiene:

- Desagregación por fuerza

*Tabla 15. Desagregación por fuerza en Enero.*

FUERZA					
Estancia	Tipo	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo de uso estimado (h/mes)	Consumo medio mensual (kWh/mes)
Comedor	TV	1	150	163	25
	Router	1	7	730	5
	Standby	-	-	-	18
Recibidor	-	-	-	-	-
Pasillo	-	-	-	-	-
Cuarto plancha	Plancha	1	2600	9	23
Cocina	Horno	1	2200	9	20
	Lavavajillas	1	2200	10	21
	Vitrocerámica	1	1000	52	52
	Frigorífico	1	300	191	57

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

	Congelador	1	300	175	53
	Resto electrodomésticos	-	-	-	4
Terraza	-	-	-	-	-
Cuarto terraza / Trastero	-	-	-	-	-
Cuarto lavadoras	Lavadora	1	128	170	22
Despacho	Ordenador	1	-	-	16
Aseo 1	Secador	1	-	-	-
Aseo 2	Secador	1	-	-	-
Habitación 1	Ordenador	1	-	-	16
Habitación 2	Ordenador	1	-	-	16
Habitación 3	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>					<b>346</b>

- Desagregación por climatización

*Tabla 16. Desagregación por climatización en Enero.*

Estancia	CLIMATIZACIÓN				
	Tipo	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo de uso estimado (h/mes)	Consumo medio mensual (kWh/mes)
Comedor	Ventilador	1	60	0	0
	Aire acondicionado	1	3500	0	0
Recibidor	-	-	-	-	-
Pasillo	-	-	-	-	-
Cuarto plancha	Ventilador	1	60	0	0
Cocina	-	-	-	-	-
Terraza	-	-	-	-	-
Cuarto terraza / Trastero	-	-	-	-	-
Cuarto lavadoras	-	-	-	-	-
Despacho	Aire acondicionado	1	3500		0
Aseo 1	-	-	-	-	-
Aseo 2	-	-	-	-	-
Habitación 1	Ventilador	1	60	0	0
Habitación 2	Ventilador	1	60	0	0
Habitación 3	Ventilador	1	60	0	0
<b>TOTAL</b>					<b>0</b>

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

- Desagregación por iluminación

*Tabla 17. Desagregación por iluminación en enero.*

Estancia	ILUMINACIÓN				
	Tipo	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo de uso estimado (h/mes)	Consumo medio mensual (kWh/mes)
Comedor	Lámpara LED	7	5	1825	7,98
Recibidor	Lámpara LED	3	5	53	0,07
Pasillo	Lámpara LED	3	5	26,5	0,03
Cuarto plancha	Lámpara LED	1	5	26,5	0,01
Cocina	Lámpara LED	5	5	11	0,02
Terraza	Lámpara LED	2	5	11	0,01
Cuarto terraza / Trastero	Lámpara LED	1	5	10	0,00
Cuarto lavadoras	Lámpara LED	1	5	105	0,04
Despacho	Lámpara LED	5	5	200	0,42
Aseo 1	Lámpara LED	2	5	15	0,01
Aseo 2	Lámpara LED	3	5	15	0,02
Habitación 1	Lámpara LED	3	5	15	0,02
Habitación 2	Lámpara LED	1	5	15	0,01
Habitación 3	Lámpara LED	1	5	15	0,01
<b>TOTAL</b>					<b>9</b>

Previo a la cuantificación del consumo en julio, cabe destacar que se ha tenido en cuenta para el cálculo, las dos semanas que la familia suele irse de vacaciones durante este mes.

Por consiguiente, se da paso al estudio del consumo en Julio.

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

- Desagregación por fuerza

*Tabla 18. Desagregación por fuerza en Julio.*

	<b>FUERZA</b>				
<b>Estancia</b>	<b>Tipo</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Potencia (W)</b>	<b>Tiempo de uso estimado (h/mes)</b>	<b>Consumo medio mensual (kWh/mes)</b>
Comedor	TV	1	150	93	14
	Router	1	7	394	3
	Standby	-	-	-	18
Recibidor	-	-	-	-	-
Pasillo	-	-	-	-	-
Cuarto plancha	Plancha	1	2600	9	23
Cocina	Horno	1	2200	8	18
	Lavavajillas	1	2200	5	11
	Vitrocerámica	1	1000	23	23
	Frigorífico	1	300	191	57
	Congelador	1	300	175	53
	Resto electrodomésticos	-	-	-	-
Terraza	-	-	-	-	-
Cuarto terraza / Trastero	-	-	-	-	-
Cuarto lavadoras	Lavadora	1	128	170	22
Despacho	Ordenador	1	-	-	16
Aseo 1	Secador	1	-	-	-
Aseo 2	Secador	1	-	-	-
Habitación 1	Ordenador	1	-	-	16
Habitación 2	Ordenador	1	-	-	16
Habitación 3	-	-	-	-	-
<b>TOTAL</b>					<b>292</b>

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

- Desagregación por climatización

*Tabla 19. Desagregación por climatización en Julio.*

Estancia	CLIMATIZACIÓN				
	Tipo	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo de uso estimado (h/mes)	Consumo medio mensual (kWh/mes)
Comedor	Ventilador	1	60	213	13
	Aire acondicionado	1	3500	26	92
Recibidor	-	-	-	-	-
Pasillo	-	-	-	-	-
Cuarto plancha	Ventilador	1	60	213	13
Cocina	-	-	-	-	-
Terraza	-	-	-	-	-
Cuarto terraza / Trastero	-	-	-	-	-
Cuarto lavadoras	-	-	-	-	-
Despacho	Aire acondicionado	1	3500	9	31
Aseo 1	-	-	-	-	-
Aseo 2	-	-	-	-	-
Habitación 1	Ventilador	1	60	213	13
Habitación 2	Ventilador	1	60	213	13
Habitación 3	Ventilador	1	60	213	13
<b>TOTAL</b>					<b>186</b>

Para calcular el consumo medio mensual en climatización, se ha considerado que el consumo está repartido entre los 4 meses más calurosos del año (junio, julio, agosto y mitad del cuarto mes para septiembre y la otra mitad para mayo, pues no se utiliza tanto como en junio, julio y agosto), dado que en estos meses la temperatura es mayor y por consiguiente, son aquellos en los que se utilizan los aparatos de climatización de forma general.

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

- Desagregación por iluminación

*Tabla 20. Desagregación por iluminación en Julio.*

Estancia	ILUMINACIÓN				
	Tipo	Cantidad	Potencia (W)	Tiempo de uso estimado (h/mes)	Consumo medio mensual (kWh/mes)
Comedor	Lámpara LED	7	5	76	2,66
Recibidor	Lámpara LED	3	5	53	0,07
Pasillo	Lámpara LED	3	5	26,5	0,03
Cuarto plancha	Lámpara LED	1	5	26,5	0,01
Cocina	Lámpara LED	5	5	11	0,02
Terraza	Lámpara LED	2	5	11	0,01
Cuarto terraza / Trastero	Lámpara LED	1	5	10	0,00
Cuarto lavadoras	Lámpara LED	1	5	105	0,04
Despacho	Lámpara LED	5	5	200	0,42
Aseo 1	Lámpara LED	2	5	15	0,01
Aseo 2	Lámpara LED	3	5	15	0,02
Habitación 1	Lámpara LED	3	5	15	0,02
Habitación 2	Lámpara LED	1	5	15	0,01
Habitación 3	Lámpara LED	1	5	15	0,01
<b>TOTAL</b>					<b>3</b>



ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

En conclusión, se presenta la *Tabla 21* que muestra el consumo de cada mes desgregado, y el total anual. En esta tabla, se puede observar como la mayor parte del consumo procede de los electrodomésticos, es decir, de aquellos dispositivos pertenecientes a la Fuerza. También se contempla que los picos de consumo aparecen durante los meses estivales, y esto es debido a que la familia utiliza el aire acondicionado durante el verano para refrigerar el hogar, y durante el invierno, como se ha dicho anteriormente, se utiliza una caldera de biomasa que alimenta a los radiadores con agua caliente, los cuales a su vez calientan la parcela, medida tomada a favor del medio ambiente.

*Tabla 21. Resumen final del consumo mensual de la vivienda.*

	Resto de meses			Total por mes
	Fuerza	Climatización	Iluminación	
Enero	346	0	9	355
Febrero	341	0	6	347
Marzo	341	0	6	347
Abril	341	0	6	347
Mayo	345	32	6	383
Junio	343	151	6	500
Julio	292	186	3	481
Agosto	347	221	6	574
Septiembre	343	32	6	381
Octubre	342	0	6	348
Noviembre	342	0	6	348
Diciembre	356	0	6	362
Total por desgregación	4080	623	72	
Total (kWh)	4775			

## 7. CÁLCULOS

### ELEMENTOS DE LA INSTALACIÓN

En este apartado se mostrará qué cantidad y modelo se ha elegido de cada elemento de la instalación, y la razón por la que se han escogido. De este modo, se comenzará por los paneles solares.

#### 1.-PANELES SOLARES

Los módulos fotovoltaicos son aquellos dispositivos que transforman la radiación solar en electricidad mediante el efecto fotoeléctrico.

Se pretende instalar el denominado “JAM72S20 445-470/MR”, perteneciente al fabricante internacional JA Solar que es referente dentro del sector fotovoltaico, pues cuenta con más de 15 años de antigüedad y más de 20000 empleados. Dicho panel se muestra en la *Figura 9*.



*Figura 9. Paneles fotovoltaicos JAM72S20 445-470/MR.*

Como se puede observar en la *Figura 9*, la placa elegida es monocristalina, ya que durante el período estival la temperatura ambiente de Fortuna es alta, y esta estructura permite reducir las pérdidas de potencia conforme se superan los 25°C en el módulo, gracias a sus bajos coeficientes de temperatura, los cuales se pueden observar en la *Figura 10*. Además, esta placa incorpora la tecnología PERC, la cual permite obtener mayor producción con irradiancia baja y reduce el coeficiente de temperatura. El resto de las características pueden consultarse en su ficha en el apartado “Anexos”.

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

<b>ELECTRICAL PARAMETERS AT STC</b>						
TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	445	450	455	460	465	470
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15	50.31
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43	42.69
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49	11.53
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96	11.01
Module Efficiency [%]	20,0	20,3	20,5	20,7	20,9	21,2
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc( $\alpha_{Isc}$ )	+0,044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc( $\beta_{Voc}$ )	-0,272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax( $\gamma_{Pmp}$ )	-0,350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1.5G					

*Figura 10. Características principales de los paneles fotovoltaicos JAM72S20 445-470/MR.*

Pues bien, para establecer el número óptimo de módulos que permitan cubrir la demanda, se deben de calcular el número de paneles en paralelo y en serie a instalar.

Por un lado, para obtener el número de placas en paralelo se tendrá que analizar previamente cuál es el consumo mensual más desfavorable, y cuál es la producción de energía mediante un módulo en dicho mes.

Acudiendo al apartado “Análisis energético de la vivienda”, en concreto en la *Tabla 21*, se indica que el mes con mayor consumo es agosto, pues se demandan 574 kWh.

Como se expone en el pliego de condiciones técnicas de instalaciones aisladas en red, para facilitar los cálculos se procede mediante un cambio de unidad de kWh a Ah, estipulado en la fórmula siguiente.

$$L_d = \frac{Ed * 1000}{V_{batería}}$$

*Ecuación 1. Cambio de kWh a Ah*

Previo al análisis de la ecuación, es preciso mencionar que, con la finalidad de simplificar el cómputo, se propone que el inversor y las baterías trabajen con 24 V, porque si se trabaja a una tensión menor (12V), las secciones del cableado serían mayores y por ello la cantidad de módulos a instalar también crecería. Y en el supuesto de que trabajase a mayor voltaje (48V), los equipos son más caros y como se conectarían más unidades en serie, si se produce un fallo en el sistema, la totalidad de la rama en serie quedaría inutilizable, no pudiendo satisfacer la demanda energética de la familia.

En consecuencia, se desarrolla la Ecuación 1.

$$L_d = \frac{Ed * 1000}{V_{batería}} = \frac{\left(\frac{C_{agosto}}{Dias_{agosto}}\right)}{V_{batería}} = \frac{574}{31} * \frac{1000}{24} = 771'51 \text{ Ah/día}$$

*Ecuación 1. Cambio de kWh a Ah*

Siendo:

$Ed$  = energía media diaria consumida por el sistema  $\left(\frac{Wh}{\text{día}}\right)$

$V_{batería}$  = voltaje de los acumuladores (V)

$L_d$  = consumo medio diario  $\left(\frac{Ah}{\text{día}}\right)$

Este consumo se debe corregir teniendo en cuenta el rendimiento energético de la instalación, o también denominado "performance ratio" (PR), dado que este factor considera las pérdidas energéticas debidas a la temperatura, el cableado, las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad, la eficiencia energética de otros elementos en operación como el regulador, batería e inversor, y el resto de pérdidas que puedan aparecer. Como se expone en el pliego de condiciones, a efectos de cálculo y por simplicidad, en sistemas con inversor y baterías se utilizará  $PR = 0'6$ , y por ello el consumo real es:

$$L_{d-real} = \frac{L_d}{PR} = \frac{771'51}{0'6} = 1285'84 \text{ Ah/día}$$

*Ecuación 2. Obtención del consumo real.*

Previamente a la deducción del número de módulos, se debe calcular la producción diaria de un panel en el mes más desfavorable.

$$P_d = G * S * \eta_{panel} * h$$

*Ecuación 3. Obtención de la producción diaria de un panel.*

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

Dónde:

$P_d$  = producción media diaria de un panel (Wh)

$G$  = irradiancia media diaria de Agosto ( $\frac{W}{m^2}$ )

$S$  = superficie del panel ( $m^2$ )

$h$  = intervalo de tiempo en el que se da dicha radiación (hora)

$\eta_{panel}$  = rendimiento del panel (%)

Teniendo en cuenta los datos de irradiancia por horas ( $h=1$ ) que se han adjuntado del PVGIS, siendo la superficie del panel  $S = 2'112 * 1'052 = 2,22 (m^2)$  y el rendimiento  $\eta_{panel} = 20\%$ , el resultado se contempla en la Tabla 22.

*Tabla 22. Producción media diaria por un panel en agosto*

	Irradiancia agosto (G)	Producción media diaria agosto ( $P_d$ )
0:00	0	0
1:00	0	0
2:00	0	0
3:00	0	0
4:00	0	0
5:00	0	0
6:00	54	24,00
7:00	234	103,98
8:00	444	197,30
9:00	644	286,17
10:00	807	358,60
11:00	914	406,15
12:00	958	425,70
13:00	918	407,93
14:00	819	363,93
15:00	654	290,61
16:00	447	198,63
17:00	233	103,54
18:00	51	22,66
19:00	0	0
20:00	0	0
21:00	0	0
22:00	0	0
23:00	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>7177</b>	<b>3189,21</b>

De este modo, el número de ramas en paralelo posee un valor de:

$$N_p = \frac{L_{d-real} * V_{mp}}{P_d} = \frac{1285'84 * 41'21}{3189,21} = 16'62$$

*Ecuación 4. Obtención del número de ramas en paralelo de paneles fotovoltaicos.*

Para cubrir la demanda energética, se debe escoger el número entero que le sigue, en este caso:

$$N_p = 17 \text{ ramas en paralelo.}$$

Es necesario señalar que para determinar los valores de  $V_{mp}$  y del  $\eta_{panel}$ , dado que la potencia pico del panel depende de ciertas condiciones recogidas en los gráficos adjuntos de su ficha técnica, estas magnitudes también se ven influidas por esas condiciones, y por este motivo, se ha optado por elegir los valores correspondientes a las condiciones más desfavorables, que son aquellas en las que las placas suministran menor energía, es decir, cuando su potencia pico es mínima (445 W), y por ello harían falta un mayor número de módulos para cubrir la demanda.

Paralelamente, el número de ramas en serie es de:

$$N_s = \frac{V_{bateria}}{V_{mp}} = \frac{24}{41,21} = 0,58$$

*Ecuación 5. Obtención del número de ramas en serie de paneles fotovoltaicos.*

De nuevo, el entero que le sigue es:

$$N_s = 1$$

Finalmente, si se instalan de forma vertical, se necesitan un total de:

$$N_s * N_p = 17 \text{ placas solares}$$

*Ecuación 6. Obtención del número total de paneles fotovoltaicos.*

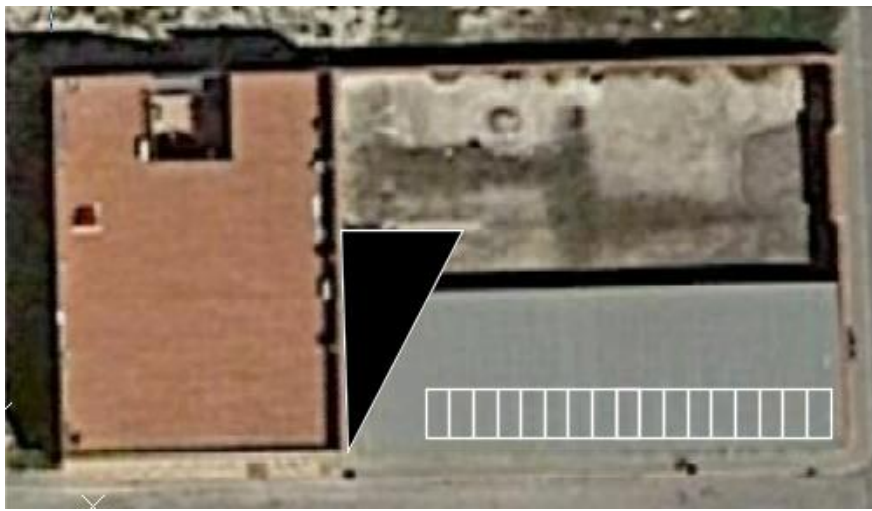
ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

Las cuales ocuparán el siguiente espacio:

$$L = 17 * 1,052 = 17'884 \approx 18 \text{ m}$$

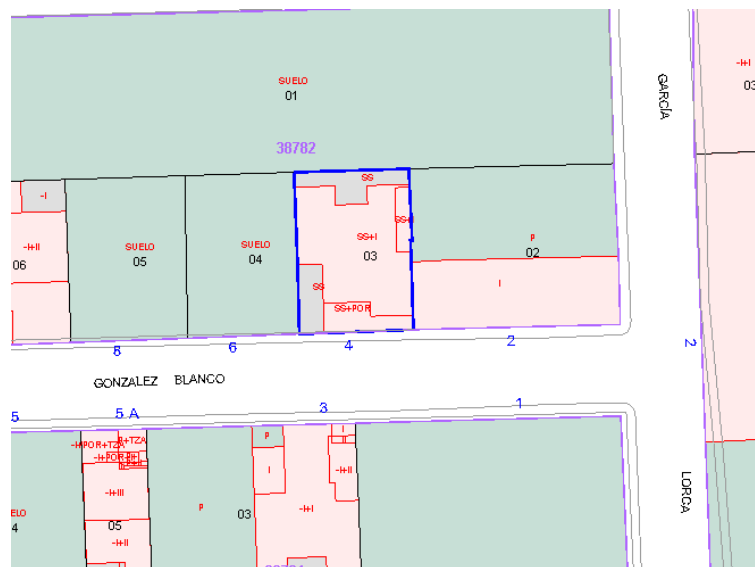
*Ecuación 7. Obtención del espacio ocupado por los paneles.*

En definitiva, con el objeto de finalizar el estudio de los módulos fotovoltaicos, se evaluará si el espacio disponible concuerda con el necesario para su instalación. Dado que las placas se van a colocar en paralelo por la razón de abastecimiento explicada anteriormente, no es necesario calcular la distancia entre paneles, pues esta configuración supone ubicarlos en una única fila, lo cual permite despreciar cualquier pérdida por sombras que puedan aparecer entre ellos, como se muestra en la *Figura 11*. Asimismo, tampoco existen sombras creadas por edificios exteriores, lo cual se contempla en la *Figura 12*.



*Figura 11. Sombras entre paneles.*

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.



*Figura 12. Sombras edificios contiguos.*

No obstante, la vivienda es más alta que la cubierta del patio trasero, por consiguiente, puede provocar ligeras sombras durante las últimas horas de la tarde, como se percibe en la Figura 11. Como la cubierta del patio trasero posee suficiente espacio para la instalación, dado que según el catastro mide 21'5 m de largo, se propone instalar los paneles lo más cercanos posible al límite derecho de la cubierta con la finalidad de minimizar las pérdidas por sombras que puedan aparecer en las placas más cercanas al hogar. Análogamente, como se comentará más adelante, se ofrecerá adjuntar un grupo electrógeno para cubrir la totalidad de la demanda.

## **2.-SOPORTE DE PANELES SOLARES**

En el anterior punto se ha determinado instalar los módulos en el patio trasero, el cual tiene una cubierta de hormigón ligeramente inclinada hacia el norte, por ello se decide instalar un soporte que permita variar la inclinación entre 30 y 50°. De este modo, según la ficha técnica, la cual se puede encontrar en el apartado "Anexos", se deben incluir 6 estructuras "14.1V", siendo 5 de 3 módulos y una de 2.

Se ha escogido este soporte debido a que es regulable, lo cual garantiza una inclinación de 28° a pesar del pequeño desnivel existente en la cubierta, y también porque soporta altas velocidades de viento y es de aluminio crudo, un buen material que impide su corrosión y deterioro.



### **3.-INVERSOR**

El inversor es el elemento que se encarga de convertir la energía continua producida por el panel a energía alterna para alimentar a los electrodomésticos y las baterías.

Dichos dispositivos, deben ser capaces de suministrar una potencia igual a la potencia pico de los módulos fotovoltaicos.

$$P_{inversor} = N^{\circ}_{módulos} * W_{pico} = 17 * 470 = 7990 W$$

*Ecuación 8. Obtención de la potencia total del conjunto de inversores.*

En alguna ocasión, el consumo energético puede superar los 7,99 kW si se conectan muchos electrodomésticos al mismo tiempo, en consecuencia se han escogido dos inversores cargadores “PV3000 MPK” de potencia nominal 5kW respectivamente, que serán conectados en paralelo, para poder cubrir los posibles picos de demanda.

### **4.-REGULADOR**

El regulador es el dispositivo capaz de modificar y controlar la carga y descarga de las baterías.

Cabe destacar que cada uno de los inversores elegidos posee un regulador de 60 Amperios, que como están conectados en paralelo suman un total de 120 A, pero puesto que la corriente máxima del regulador debe ser igual o superior a la suma de las intensidades ( $I_{mp}$ ) de los paneles, se debe escoger un regulador adicional, pues la corriente que proviene de las placas solares suma un total de  $I_{mp-total} = N^{\circ}_{paneles} * I_{mp-panel} = 17 * 11'01 = 187'17 A$ .

Por lo tanto, se escogen dos reguladores “Victron MPPT Bluesolar 100V 50A”, los cuales se instalarán en paralelo con los de los inversores. De esta manera, como se puede ver en la siguiente comparación, la corriente de los paneles se cubre totalmente.

$$I_{regulador\ total} = 120 + 100 = 220 A > I_{mp-total} = 187,17 A$$

*Ecuación 9. Obtención de la intensidad máxima del conjunto de reguladores.*

Se han elegido estos reguladores, tanto los del inversor como los exteriores debido a que cuentan con la tecnología MPPT, la cual permite adaptar la entrada fotovoltaica a la tensión de los acumuladores. Adicionalmente, se puede conocer su estado en teléfonos móviles.

## 5.-BATERÍAS

Las baterías son aquellos dispositivos que almacenan la electricidad producida por los paneles fotovoltaicos en forma de energía química, para posteriormente cederla en forma de corriente eléctrica durante las horas nocturnas, en las que la radiación solar es nula y las placas solares no pueden inyectar energía.

Actualmente en el mercado, las baterías de AGM son las mejores en relación calidad precio, a su vez, su mantenimiento es nulo. Por todos estos motivos, y dada su elevada fiabilidad, se escoge instalar la batería de AGM “AGM DC 12-300”, con capacidad de 300 Ah y un DOD = 50%, cuya apariencia se muestra en la *Figura 14*.

### **AGM DEEP CYCLE BATTERY 12V 300 AH**

#### DEEP CYCLE SERIES BATTERY

DC series VRLA batteries are superior Deep Cycle design with thick plates, high-density active materials and slightly stronger electrolyte, which can withstand repeated deep cyclic applications.

Deep Cycle series batteries are the special design batteries with 10 years floating design life at 25°C. Meet with IEC, BS,JIS and Eurobat standard, UL(MH62092), CE approved.

#### APPLICATION

- Emergency Power System
- Communication equipment
- Telecommunication systems
- Uninterruptible power supplies
- Power tools
- Marine equipment
- Medical equipment
- Solar and wind power system



#### GENERAL FEATURES

- Safety Sealing
- Non-spillable construction
- High power density
- Excellent recovery from Deep discharge
- Thick plates and high active materials
- Longer life and low self-discharge design

Figura 13. Baterías AGM DC 12-300

Pues bien, con el objeto de conocer la cantidad de acumuladores, se efectuarán una serie de operaciones de acuerdo con los datos del mes más desfavorable, es decir, aquel que tenga menos horas solares, pues de esta manera se cubrirá el consumo durante la peor de las situaciones. Recordando los datos climatológicos de Fortuna, se conoce que el mes más desfavorable es diciembre, que cuenta con 172 horas solares y sumando DR, DN, DT, DF, del apartado “Climatología de Fortuna”, en concreto de la *Tabla 2*, se obtienen en promedio 5’1 días mensuales de condiciones climatológicas adversas. Suponiendo el peor de los casos, estos días serían consecutivos, y por lo tanto, para satisfacer la demanda en estas condiciones, se tomarán 6 días de autonomía.

Teniendo en cuenta lo anterior, es decir, simulando que al menos una vez al año aparecen 6 días sucesivos con condiciones climatológicas adversas, se podrían proponer dos alternativas para el cálculo: la primera conlleva abastecer durante los 6 días de autonomía únicamente con baterías. Y la segunda, consta en añadir un grupo electrógeno, de tal forma que se cubran 2 días mediante los acumuladores y 4 con el grupo electrógeno.

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

La primera alternativa, es una propuesta que contribuye más con el medio ambiente, sin embargo, no sería viable económicamente ni estaría alcance, de forma general, para la mayor parte de las familias debido al alto precio de los acumuladores eléctricos. En consecuencia, se procede utilizando el grupo electrógeno.

Asimismo, ha de considerarse el consumo mensual más desfavorable, que como se ha visto en el apartado "Análisis energético de la vivienda", en concreto en la *Tabla 21*, coincide con el de agosto, pues se demandan 574 kWh.

Finalmente, se debe obtener la capacidad de los acumuladores eléctricos de la instalación. Así, sabiendo que el consumo real, ya calculado en el estudio de los módulos fotovoltaicos, es  $L_{d-real} = 1285'84 \text{ Ah/día}$ , la capacidad total que deben poseer las baterías es de:

$$C_{total} = \frac{L_{d-real} * D_{autonomía}}{DOD} = \frac{1285'84 * 2}{0'5} = 5143'36 \text{ Ah}$$

*Ecuación 10. Obtención de la capacidad total de las baterías.*

Este dato supone que deban instalarse:

$$N_p = \frac{C_{total}}{C_{batería}} = \frac{5143'36}{300} = 17'14 \text{ baterías en paralelo}$$

*Ecuación 11. Obtención del número de ramas en paralelo de baterías.*

Es decir, se necesitan 18 baterías en paralelo, y como son de 12 V y la instalación es de 24 V, se necesitarían 2 baterías en serie por cada rama en paralelo, haciendo un total de:

$$N_{tot-baterías} = N_p * N_s = 18 * 2 = 36 \text{ baterías}$$

*Ecuación 12. Obtención del número total de baterías.*

## 6.-CABLEADO

El cableado son los conductores que permiten unir todos los elementos de la instalación y transportar corriente eléctrica por su interior.

Los conectores que se han escogido están aislados en XPLE y sus secciones se calcularán posteriormente.

Existen dos criterios a tener en cuenta en la obtención de las secciones de los cables. El primero es el criterio térmico, el cual consiste en utilizar las tablas presentes en el documento “Dimensionado de secciones por criterio térmico según el reglamento de baja tensión”, para conocer la sección del conductor. El segundo es el criterio de caída de tensión, que según el “Reglamento electrotécnico para baja tensión e ITC” (REBT), se debe utilizar esta fórmula para calcular la sección.

$$S = \frac{2 * L * I * \rho}{\Delta U}$$

*Ecuación 13. Obtención de la sección mediante el criterio de caída de tensión.*

Siendo:

$$\Delta U = \frac{\Delta u(\%)}{100} * U_n$$

*Ecuación 14. Caída de tensión porcentual.*

Donde:

L - Longitud del tramo (m)

I – Intensidad máxima prevista (A)

$\rho$  - Resistividad del cobre con aislamiento XLPE (0'023  $\Omega * mm^2 / m$ )

$\Delta U$  – Caída de tensión máxima (V)

S – Sección del cable ( $mm^2$ )

$\Delta u(\%)$  – Caída de tensión porcentual (%)

$U_n$  - tensión nominal

Así pues, se evaluará la sección necesaria mediante ambos criterios únicamente para cada tramo de la instalación fotovoltaica, dado que los conductores del circuito eléctrico interior de la parcela ya están correctamente diseñados e instalados. A su vez, puesto que es necesario conocer la longitud existente entre cada dispositivo, se debe tener en cuenta que la instalación de los paneles se realizará en la cubierta del patio trasero, y el resto de los equipos se dispondrán bajo dicho tejado.

Antes de comenzar con las operaciones correspondientes, cabe señalar que según el “Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Aisladas de Red” (PCT-A-REV), “las caídas internas de tensión del regulador entre sus terminales de generador y acumulador serán inferiores al 2% de la tensión

nominal para sistemas mayores de 1 kW” y según el “REBT”, la caída de tensión sea “menor del 3 % de la tensión nominal para cualquier circuito interior de viviendas”. De esta forma, se tiene:

$$\Delta U_{\text{paneles-caja de conex.}} = \frac{3}{100} * 24V = 0'72 V$$

$$\Delta U_{\text{caja de conex.-regulador}} = \frac{1}{100} * 24V = 0'24 V$$

$$\Delta U_{\substack{\text{regulador-baterías} \\ \text{batería-inversor}}} = \frac{1}{100} * 24V = 0'24 V$$

$$\Delta U_{\text{inversor-cargas vivienda}} = \frac{3}{100} * 230V = 6'9 V$$

Pues bien, para comenzar se presenta la sección del cableado entre los módulos fotovoltaicos y la caja de conexiones. Para efectuar los cálculos se ha seleccionado la máxima corriente que puede conducir ese cable en la situación más desfavorable, que se corresponde con la corriente de cortocircuito de un panel.

Acudiendo a la tabla A52-1 del “Dimensionado de secciones por criterio térmico según el reglamento de baja tensión”, teniendo en cuenta que el método de instalación de los cables es de tipo C y que la corriente inyectada por los paneles es monofásica (XLPE2), observando en la columna 11, la corriente que se debe elegir es la inmediatamente superior a  $I_{sc} = 11'01 A$ , la cual es 24 A, que se corresponde con una sección de  $1'5 \text{ mm}^2$ . En cambio, según el “PCT-A-REV”, la sección mínima recomendada desde el generador al regulador es de  $2'5 \text{ mm}^2$ , por ello se toma esta.

Por otro lado, según el criterio de caída de tensión, la sección de este tramo es:

$$S = \frac{2 * L * I_{sc} * \rho}{\Delta U_{\text{paneles-caja de conex.}}} = \frac{2 * 3 * 11'01 * 0'023}{0,72} = 2'11 \text{ mm}^2$$

La sección normalizada escogida para este tramo es la inmediatamente superior, que se corresponde con  $2'5 \text{ mm}^2$ .

En segundo lugar, se sitúa el tramo entre la caja de conexiones y el regulador, en el cual los cables irán enterrados y poseerán una longitud total de 3m.

Según el criterio térmico, acudiendo a la tabla A52-2, con un método de instalación D yendo a la columna de XLPE2, la corriente que se debe elegir es la inmediatamente superior a  $I_{sc}' = 11'01 * 17 = 187'17A$ , la cual es 213, luego la sección será de  $70 \text{ mm}^2$ .

Y mediante el criterio de caída de tensión se obtiene la siguiente tensión:

$$S = \frac{2 * L * I_{sc}' * \rho}{\Delta U_{\text{caja de conex.}-\text{regulador}}} = \frac{2 * 3 * (11'01 * 17) * 0'023}{0'24} = 107'62 \text{ mm}^2$$

En consecuencia, la sección inmediatamente superior es de  $120 \text{ mm}^2$ . Se escoge para este tramo la sección de  $120 \text{ mm}^2$ , pues al elegir esta, el otro criterio también se cumple.

En tercer lugar, se halla el tramo entre el regulador y las baterías. Dado que la máxima corriente que puede salir del regulador es  $I_{sc}' = 11'01 * 17 = 187'17 \text{ A}$ , se tiene:

En cuanto al criterio térmico, puesto que ahora el método de instalación es B1, acudiendo de nuevo a la tabla A52-1, en la columna 6, la corriente superior a  $I_{sc}'$  es 192 A, la cual se corresponde con una sección de  $50 \text{ mm}^2$ .

Desde otro ángulo, a través del criterio de caída de tensión, se tiene:

$$S = \frac{2 * L * I_{sc}' * \rho}{\Delta U_{\text{regulador}-\text{baterías}}} = \frac{2 * 0'5 * (11'01 * 17) * 0'023}{0'24} = 17'94 \text{ mm}^2$$

De nuevo, eligiendo la sección más grande, se cumplirían ambos criterios. Por esta razón, se toman  $50 \text{ mm}^2$  para este tramo.

En el cuarto lugar se encuentra la conexión entre las baterías y los inversores.

Desde el criterio térmico, teniendo en cuenta que la intensidad máxima es  $I_{m\acute{a}x1} = \frac{P_{\text{paneles tot}}}{V_{\text{inversor}}} = \frac{8 \text{ kW}}{24 \text{ V}} = 333'33 \text{ A}$  para este tramo, si el modelo de instalación es B1, yendo a la columna 10, la intensidad superior es 346 A, siendo  $S=120 \text{ mm}^2$ .

Y el otro criterio, demuestra que la sección debe de ser:

$$S = \frac{2 * L * I_{m\acute{a}x} * \rho}{\Delta U_{\text{baterías}-\text{inversor}}} = \frac{2 * 1 * 333'33 * 0'023}{0'24} = 63'89 \text{ mm}^2$$

En virtud de ello, se toma la sección de  $120 \text{ mm}^2$  para este tramo.

Y por último, el tramo que transcurre desde el inversor a las cargas de la vivienda.

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

Teniendo en cuenta que la intensidad máxima ahora es  $I_{m\acute{a}x2} = \frac{P_{inversor}}{V_{inversor}} = \frac{10 \text{ kW}}{230 \text{ V}} = 43'48A$ , haciendo uso de la tabla A52-1, con modelo B1 y en la columna 10, se tiene una sección de  $S=6 \text{ mm}^2$ .

Desde el otro criterio se obtiene:

$$S = \frac{2 * L * I_{m\acute{a}x2} * \rho}{\Delta U_{bater\acute{i}as-inversor}} = \frac{2 * 2 * 43'48 * 0'023}{6'9} = 0'58 \text{ mm}^2$$

De esta forma, se considera una sección para este último tramo de **6mm<sup>2</sup>**.

Para finalizar con el cableado, se debe analizar las secciones mínimas de los conductores de protección. Haciendo uso de la tabla expuesta en el "REBT", se plantea la sección de dichos conductores para cada tramo., expuestos en las Tablas 23 y 24.

*Tabla 23. Secciones mínimas de los conductores de protección (ITC-BT 19 -Norma UNE 20.460-5-54).*

Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
$S \leq 16$	S (*)
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	S/2

*Tabla 24. Secciones mínimas normalizadas de los conductores de protección de la instalación.*

Tramo	Secciones de los conductores de fase o polares de la instalación (mm <sup>2</sup> )	Secciones mínimas de los conductores de protección (mm <sup>2</sup> )
1	2'5	2'5
2	120	70
3	50	25
4	120	70
5	6	6

## **7.-APARAMENTA ELÉCTRICA**

Con la finalidad de conocer la paramenta eléctrica necesaria para la instalación, se plantearán de nuevo los tramos y se determinará para cada uno de ellos el dispositivo de protección idóneo.

De esta forma, para el cableado existente entre los módulos fotovoltaicos y el regulador se debe instalar un interruptor magnetotérmico ya que, si le llega una corriente mayor a la calculada al regulador, por causa de sobreintensidades o cortocircuitos, éste evitaría que el regulador se quemase. Del mismo modo, este dispositivo facilita y da seguridad a las operaciones de mantenimientos y reparación de averías.

En dicho tramo, los reguladores de 60 A están conectados a 5 paneles solares, y en consecuencia, podrían recibir una corriente máxima de valor  $I_{sc} = 11'01 * 5 = 55,05A$ , por lo tanto, el magnetotérmico debe poseer un poder de corte y una corriente de calibre igual o mayor a ese amperaje. Es por este motivo por el que se determina seleccionar el interruptor automático "iC60N 63A 3P SCHNEIDER", con una intensidad nominal de calibre de 63 A, y se instalarán 2, uno por cada regulador.

Y los otros reguladores pueden recibir una corriente máxima de valor  $I_{sc} = 11'01 * 4 = 44,04 A$ , por lo que se escogen de nuevo dos interruptores "iC60N 63A 3P SCHNEIDER".

En el tramo entre el regulador y las baterías, se instalará un fusible por regulador de capacidad superior a  $I'_{sc} = 11'01 * 17 = 187'17A$ . Se escogen 4 fusibles "NH-1" de 250 A. Como consecuencia de haber instalado en el tramo anterior interruptores automáticos, en este tramo se escogen fusibles ya que son más económicos.

Entre las baterías y los inversores se añadirán otros dos fusibles, uno por cada inversor, pero de capacidad superior a  $I_{máx1} = \frac{P_{paneles\ tot}}{V_{inversor}} = \frac{8\ kW}{24\ V} = 333'33A$ . En consecuencia, se selecciona el dispositivo denominado "NH-2" de 400A.

Y por último, en el tramo existente entre el inversor y las cargas de la vivienda, se instalarán dos interruptores diferenciales junto a dos magnetotérmicos, ambos a la salida de cada inversor. Debido a que la corriente máxima a la salida del inversor es de  $I_{máx2} = \frac{P_{inversor}}{V_{inversor}} = \frac{5\ kW}{230\ V} = 21'74 A$ , se decide instalar dos diferenciales "2P 25A 300MA CLASE AC" y dos IA "C60N-ICPM 2P 30A". Todos ellos se eligen con la finalidad de proteger a la vivienda lo máximo posible en caso de avería o cortocircuitos.



## **8.-PUESTA A TIERRA**

Se denomina puesta a tierra, a la unión de todas las masas a tierra mediante electrodos, los cuales pretenden eliminar la posibilidad de que aparezcan diferencias de potencial peligrosas y que al mismo tiempo se permita el paso a tierra de corrientes de defecto.

Seguidamente, se propone utilizar como electrodos picas, las cuales poseen una resistencia de puesta a tierra igual a:

$$R_a = \frac{\rho}{L}$$

*Ecuación 15. Resistencia de un electrodo de tipo pica de puesta a tierra.*

Donde :

$\rho$  - resistividad del terreno ( $\Omega \cdot m$ )

L- longitud de la pica o del conductor (m)

Según se expone en el "REBT", la resistividad del terreno para suelo pedregoso desnudo es de  $\rho = 3000 \Omega m$  y considerando que se trata de un local seco, en vista del clima de Murcia y de las protecciones que disponen los equipos frente a las condiciones climatológicas, la tensión límite que puede aparecer en el local es de  $U_L = 50 V$ . Por ello, tomando en consideración que la corriente de defecto que puede aparecer en la instalación fotovoltaica es igual a la de una vivienda en particular, es decir,  $I_d = 30 mA$ , se puede calcular la longitud de la pica:

$$U_L \geq R_a * I_d \rightarrow R_a \leq \frac{U_L}{I_d} = \frac{50}{30 \frac{1}{1000}} = 1666'67 \Omega$$

*Ecuación 16. Obtención de la tensión límite, corriente de defecto y resistencia de puesta a tierra máximas .*

Luego se escoge  $R_a = 60 \Omega$  y en consecuencia:

$$L = \frac{\rho}{n^{\circ} picas * R_a} = \frac{3000}{25 * 60} = 2 m$$

*Ecuación 17. Longitud máxima de las picas.*

### 9.-GRUPO ELECTRÓGENO

El grupo electrógeno debe cubrir 4 días de autonomía, como se ha especificado previamente. De esta forma, la potencia necesaria que debe incluir este dispositivo debe ser igual o superior a la potencia de las baterías más la potencia total de los electrodomésticos y dispositivos electrónicos de la parcela.

$$P_{total} = P_{baterías} + P_{parcela} = \frac{250 \text{ Ah}}{10 \text{ h}} * 12 \text{ V} * \text{baterías} + 17000 \text{ W} = 27800 \text{ W}$$

*Ecuación 18. Potencia del grupo electrógeno.*

Como se ha indicado en el apartado de baterías, se escoge el grupo electrógeno “himoinsa 40 KVA”, de 32 kW, ya que su precio y tamaño son muy competentes. Su estructura se puede apreciar en la *Figura 15*.

# HIMOINSA

A YANMAR COMPANY

# HSY-40 T6

HS | GAMA ESTACIONARIA  
Powered by YANMAR



SERVICIO		PRP	ESP
POTENCIA	kVA	40	48
POTENCIA	kW	32	40
RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO	r.p.m.	1.800	
TENSIÓN ESTÁNDAR	V	460/277	
TENSIONES DISPONIBLES	V	208/120 - 220/127 - 380/220 - 416/240 -	
FACTOR DE POTENCIA	Cos Phi	0,8	

Figura 14. Grupo electrógeno.

## **REDUCCIÓN DE EMISIONES**

El principal objetivo de las energías renovables es reducir la huella de carbono a nivel global. En virtud de ello, se analizarán las emisiones de  $CO_2$  que no se han emitido gracias a la energía fotovoltaica instalada en la vivienda.

Pues bien, del "Documento Reconocido del Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE)" sobre los "Factores de emisión de  $CO_2$  y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España", se extrae que el factor de emisiones convencional de la electricidad convencional nacional es de  $0'357 \text{ kg } CO_2 / \text{kWh E. final}$ , por esta razón como el consumo anual de la vivienda es de 4775 kWh, la reducción de emisiones es:

$$R_{CO_2} = 0'357 * 4775 \text{ kWh} = 1704'675 \text{ kg } CO_2$$

*Ecuación 19. Toneladas de Co2 evitadas.*

A su vez, este dato también puede estimarse mediante la calculadora de la huella de carbono de la ONU. Introduciendo el número de personas, la superficie del hogar, el tipo de residencia y el consumo de electricidad medio de 400 kWh/mes, se obtiene una reducción de emisiones de  $CO_2$  de 17'26 toneladas, valor muy parecido al calculado anteriormente.

## **CONCLUSIONES**

Cabe mencionar, que la mayor parte de los elementos de la instalación se han escogido partiendo de las condiciones más desfavorables, con el propósito de que se pueda satisfacer la demanda en cualquier circunstancia sin problemas.

Por ejemplo, en el caso de las baterías, se ha dimensionado para cubrir 6 días seguidos en los que las condiciones atmosféricas fueran adversas, lo cual a lo sumo puede aparecer una vez al año, pero la instalación debe de estar preparada para que el hogar no se quede sin suministro eléctrico durante ese período.

Y en el caso del cableado, se ha escogido el cable óptimo para que se cumplan ambos criterios, es decir, tanto el criterio térmico como el criterio de caída de tensión, lo cual implica una mayor seguridad para la instalación, pero también una mayor sección, y por ende un mayor coste, dado que los cables aumentan su precio conforme aumenta la sección, como posteriormente se podrá comprobar en la *Tabla 26* situada en los presupuestos.

Por todo ello, se demuestra que cada uno de los dispositivos elegidos son indispensables para poder cubrir el consumo energético de la vivienda.

## 8. ESTUDIO ECONÓMICO

En este apartado se comprobará la factibilidad del proyecto utilizando la herramienta Retscreen, que permite calcular el VAN y el TIR de forma muy sencilla.

Retscreen se trata de un programa informático que permite la identificación exhaustiva, la evaluación y la optimización de la viabilidad técnica y financiera de proyectos potenciales de energía renovable y de eficiencia energética; igualmente, permite la medición y verificación del rendimiento de instalaciones, así como la identificación de oportunidades de ahorros/producción energética.

Cabe destacar que debido a la carencia de datos, dado que no se posee ninguna factura mensual del consumo eléctrico de la parcela, los cálculos que se muestran son aproximados. Para calcular el ahorro anual, se ha estimado que una vivienda unifamiliar con 4 personas que tiene contratada una potencia de 5,75 kW, pagaría mensualmente alrededor de 70€ en la factura de electricidad, lo cual supone un ahorro anual de 840€, lo cual se puede observar en la *Figura 15*.

De este modo, se obtienen por los cálculos realizados mediante Retscreen, los resultados mostrados en las *Figuras 15 y 16*.

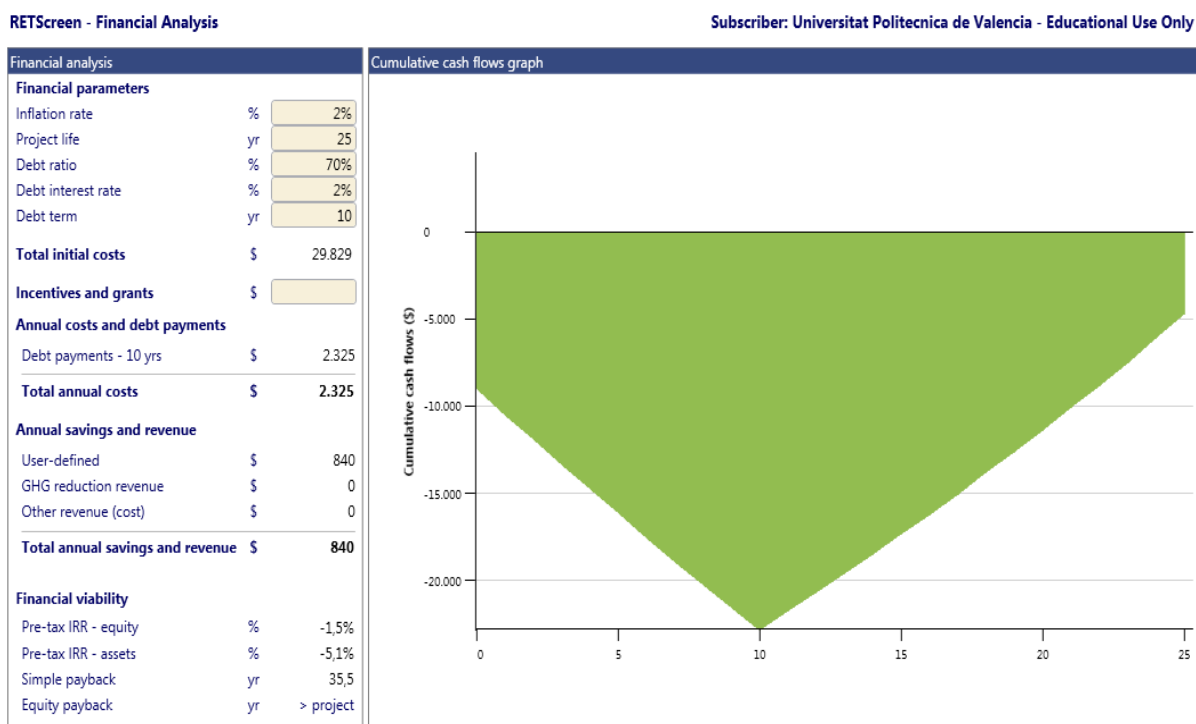


Figura 15. Análisis de la viabilidad económica obtenido en Retscreen.

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

Viabilidad financiera		
TIR antes de impuestos - capital	%	-5,3%
MTIR antes de impuestos - capital	%	-0,16%
TIR antes de impuestos - activos	%	-7,7%
MTIR antes de impuestos - activos	%	-3%
Pago simple de retorno del capital	año	35,5
Repago - capital	año	> proyecto
Valor Presente Neto (VPN)	\$	-17.517
Ahorros anuales en ciclo de vida	\$/año	-1.783
Relación Beneficio-Costo		-0,96
Cobertura - servicio de deuda		0,37
Costo de reducción de GEI	\$/tCO <sub>2</sub>	Sin reducción

Figura 16. Análisis de la viabilidad económica obtenido en Retscreen.

Como se ve reflejado en las *Figuras 15 y 16*, tanto el VAN (expresado como VPN) como el TIR son negativos, lo cual implica que el proyecto no es factible económicamente como negocio. Sin embargo, para poder conocer si existe otra alternativa que pueda ofrecer un suministro eléctrico a la vivienda, de forma continua y rentable, se debería realizar un estudio exhaustivo en el que se matizarían los costes de conexión a red y los plazos de tiempo en los que se debe cubrir dichos. Por este motivo, dado que la familia quiere poseer una vivienda autosuficiente, la mejor alternativa actualmente es la presente, es decir, las instalaciones fotovoltaicas aisladas dado que con el futuro serán más baratas y eficientes.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## 2. PRESUPUESTO



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR ENGINYERIA  
INDUSTRIAL VALÈNCIA

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

A continuación, se mostrará el presupuesto del proyecto, en cuatro tablas. En la Tabla 25 se muestra el presupuesto del material fotovoltaico, en la Tabla 26 el del cableado, en la Tabla 27 el de los elementos de protección y en la Tabla 28 el total, que tiene en cuenta tanto el coste de la mano de obra de instalación como el de la mano de obra del ingeniero.

*Tabla 25. Presupuesto del material fotovoltaico.*

Material fotovoltaico			
Producto	Unidades	Precio	Total
Módulo fotovoltaico JAM72S20 445-470/MR	17	178,98 €	3.042,66 €
Soporte de paneles	5	255,00 €	1.275,00 €
	1	220,00 €	220,00 €
Inversor PV3000 MPK	2	695,75 €	1.391,50 €
Regulador Victron MPPT Bluesolar 100V 50A	2	311,14 €	622,28 €
Baterías AGM DC 12-300	36	353,04 €	12.709,44 €
Grupo electrógeno	1	6.867,00 €	6.867,00 €
		<b>TOTAL</b>	<b>26.127,88 €</b>

*Tabla 26. Presupuesto del cableado.*

Cableado					
Tramo de instalación	Sección	Producto	Metros	Precio (€/m)	Total
Panel - caja conexiones	2,5 mm2	Cable Manguera flexible RZ1-K 1kV 5x2,5 mm2	3	2,25 €	6,75 €
Caja conexiones - regulador	120 mm2	Cable flexible 1x120 mm2 RZ1-K 0,6/1 KV	3	17,06 €	51,18 €
regulador - baterías	50 mm2	Cable flexible 1x50 mm2 RZ1-K 0,6/1 KV	0,5	7,36 €	3,68 €
batería - inversor	120 mm2	Cable flexible 1x120 mm2 RZ1-K 0,6/1 KV	1	17,06 €	17,06 €
inversor - cargas vivienda	6 mm2	Cable flexible 1x6 mm2 RZ1-K 0,6/1 KV	2	1,10 €	2,20 €
				<b>TOTAL</b>	<b>80,87 €</b>

*Tabla 27. Presupuesto de los elementos de protección.*

Elementos de protección			
Producto	Unidades	Precio	Total
Interruptor automático iC60N 63A 3P SCHNEIDER	4	97,68 €	390,72 €
Fusible NH-1	4	6,50 €	26,00 €
Fusible NH-2	2	8,90 €	17,80 €
Diferenciales 2P 25A 300MA CLASE AC	2	77,20 €	154,40 €
Interruptor C60N-ICPM 2P 30A	2	27,06 €	54,12 €
Picas	25	8,62 €	215,50 €
		<b>TOTAL</b>	<b>858,54 €</b>

*Tabla 28. Presupuesto final.*

Presupuesto final	
Material fotovoltaico	26.127,88 €
Cableado	80,87 €
Elementos de protección	858,54 €
Montaje eléctrico	1.341,33 €
Proyecto y trámites legales (5% del total)	1.420,43 €
<b>Total</b>	<b>29.829,05 €</b>





UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# 3. CONCLUSIONES



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR ENGINYERIA  
INDUSTRIAL VALÈNCIA

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

En el presente documento, se ha abordado el diseño de una instalación solar fotovoltaica para una vivienda localizada en Murcia.

El hecho de que la parcela se encuentra alejada del centro del pueblo, hace que su emplazamiento sea un lugar óptimo para abastecer a la vivienda mediante este tipo de tecnología, pues como se ha comentado anteriormente, el coste de conexión a la red puede ser alto si la vivienda se encuentra muy separada del núcleo urbano, ya que dicho cargo corre a cuenta de los propietarios del hogar.

Asimismo, este tipo de iniciativas contribuyen a conseguir las metas de la ODS, mostradas en la *Figura 1*.

De este modo, para diseñar correctamente la instalación, se ha realizado el cálculo del número de dispositivos necesarios para su correcto funcionamiento, mostrados en el apartado "Cálculos". Entre los cuales, se pueden destacar tanto los módulos fotovoltaicos como las baterías, ya que son elementos esenciales para la instalación, debido a que son los encargados de cubrir el consumo durante las horas solares y nocturnas respectivamente.

Así pues, con el objeto de mostrar que la cantidad y tipo escogidos de estos dos últimos elementos son suficientes para cubrir la demanda eléctrica de la parcela, se realizará un estudio que demostrará que mediante los paneles y las baterías elegidos, se puede abastecer a la parcela en cualquier circunstancia.

En primer lugar, se comenzará estudiando la generación total de electricidad de los paneles en la *Tabla 29*, la cual se ha obtenido multiplicando al resultado de la producción de cada hora (la cual se contempla en la *Tabla 22*) por 17, que es el número total de placas que deben instalarse.

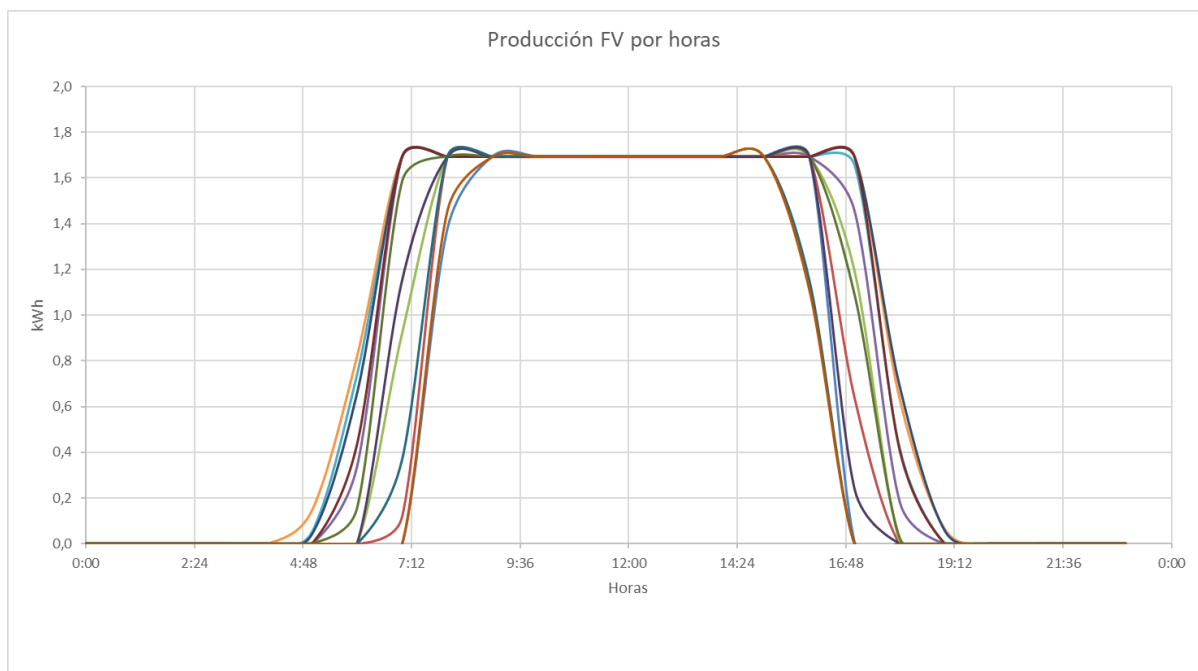
*Tabla 29. Producción mensual de los paneles.*

<b>Producción media diaria por horas [kWh]</b>												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6:00	0,0	0,0	0,0	0,3	0,7	0,8	0,7	0,4	0,2	0,0	0,0	0,0
7:00	0,0	0,1	0,9	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,6	1,2	0,4	0,0
8:00	1,4	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,5
9:00	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
10:00	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
11:00	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
12:00	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
13:00	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
14:00	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
15:00	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
16:00	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,2	1,1

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

17:00	0,0	0,6	1,2	1,5	1,7	1,7	1,7	1,7	1,1	0,2	0,0	0,0
18:00	0,0	0,0	0,0	0,2	0,4	0,6	0,7	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0
19:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
20:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
21:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
23:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
kWh/día	14,9	16,0	17,4	18,9	19,8	20,3	20,1	19,5	18,1	16,6	15,1	14,4
kWh/mes	463	448	538	567	614	609	622	604	543	516	452	447

Además, se ha graficado la *Tabla 29* en la *Figura 17*, mostrando cómo las placas fotovoltaicas van suministrando más energía conforme va pasando el día, hasta que se alcanza un punto máximo de generación energética, que coincide con la máxima energía que pueden entregar el cómputo total de los paneles. Posteriormente, con la llegada de la noche, la radiación solar va disminuyendo y en consecuencia, la electricidad inyectada por los paneles también disminuye.



*Figura 17. Producción fotovoltaica.*

Como se ha comentado, para realizar la *Tabla 29* se ha tenido en cuenta que los paneles generan energía de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$E_{\text{paneles}} = N^{\circ}_{\text{paneles}} * W_p * \eta_{\text{panel}}$$

*Ecuación 20. Energía total suministrada por los paneles.*

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

Donde, dependiendo de la irradiancia que incide en ellos, pueden suministrar más o menos energía. La cantidad de energía máxima que pueden inyectar se da para  $W_p = 470 W$  y  $\eta_{panel} = 21'2\%$ .

En resumen, como se observa en la última fila de la *Tabla 29*, la producción de energía mensual es superior a la energía consumida cada mes, lo cual se muestra en la *Tabla 21*, de manera que los paneles escogidos son suficientes para cubrir el consumo eléctrico del hogar.

Pues bien, a continuación, se estudiará uno de los procesos claves y más interesantes que se da en dichas instalaciones. En concreto, se trata de los ciclos de carga y descarga de las baterías, un proceso fundamental ya que de él depende que las baterías estén cargadas durante las horas en las que no hay radiación, para poder cubrir el consumo eléctrico nocturno de la parcela.

Para explicar el funcionamiento de este proceso, se ha comparado el ciclo de carga y descarga de los acumuladores entre julio, el mes más desfavorable, y enero, para ver las posibles diferencias existentes época más calurosa, y por ende más desfavorable, y fría del año.

Se estima el siguiente consumo horario para cada mes del año, que se muestra en la *Tabla 30*.

*Tabla 30. Consumo medio diario por horas laborables.*

Consumo medio diario por horas en días laborables (kWh)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0,34	0,36	0,37	0,41	0,46	0,62	0,57	0,68	0,46	0,40	0,38	0,37
1:00	0,35	0,39	0,36	0,40	0,44	0,60	0,57	0,68	0,46	0,41	0,39	0,40
2:00	0,35	0,42	0,37	0,40	0,44	0,60	0,55	0,67	0,45	0,41	0,39	0,42
3:00	0,38	0,43	0,38	0,42	0,47	0,60	0,57	0,67	0,46	0,42	0,38	0,43
4:00	0,40	0,43	0,39	0,41	0,45	0,59	0,56	0,66	0,45	0,41	0,41	0,45
5:00	0,40	0,42	0,37	0,43	0,46	0,58	0,56	0,66	0,45	0,41	0,40	0,43
6:00	0,38	0,40	0,37	0,40	0,43	0,55	0,53	0,63	0,43	0,40	0,41	0,45
7:00	0,39	0,41	0,36	0,38	0,40	0,51	0,50	0,61	0,42	0,37	0,39	0,43
8:00	0,46	0,45	0,41	0,40	0,42	0,58	0,54	0,64	0,43	0,38	0,40	0,49
9:00	0,50	0,51	0,45	0,46	0,46	0,64	0,59	0,71	0,47	0,41	0,46	0,50
10:00	0,56	0,60	0,52	0,49	0,49	0,67	0,63	0,77	0,50	0,44	0,52	0,53
11:00	0,61	0,64	0,56	0,57	0,54	0,72	0,68	0,82	0,55	0,47	0,55	0,56
12:00	0,61	0,60	0,54	0,56	0,54	0,76	0,71	0,85	0,57	0,49	0,58	0,56
13:00	0,61	0,63	0,53	0,54	0,55	0,77	0,72	0,87	0,58	0,50	0,59	0,59
14:00	0,59	0,62	0,54	0,52	0,54	0,77	0,72	0,86	0,58	0,50	0,58	0,57
15:00	0,59	0,61	0,54	0,55	0,56	0,78	0,73	0,87	0,59	0,52	0,56	0,55
16:00	0,62	0,64	0,58	0,57	0,58	0,80	0,73	0,89	0,63	0,55	0,60	0,57
17:00	0,64	0,69	0,62	0,62	0,66	0,85	0,78	0,94	0,69	0,61	0,66	0,62
18:00	0,59	0,66	0,60	0,62	0,69	0,90	0,82	0,97	0,71	0,64	0,67	0,61
19:00	0,50	0,60	0,55	0,56	0,64	0,85	0,79	0,92	0,64	0,59	0,57	0,53
20:00	0,45	0,53	0,49	0,50	0,58	0,79	0,72	0,85	0,59	0,53	0,49	0,47
21:00	0,41	0,47	0,46	0,48	0,54	0,75	0,68	0,81	0,56	0,50	0,45	0,41
22:00	0,38	0,47	0,45	0,44	0,51	0,71	0,64	0,77	0,51	0,46	0,43	0,39

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

23:00	0,36	0,43	0,41	0,45	0,50	0,67	0,62	0,72	0,49	0,41	0,38	0,38
Total diario	11,5	12,4	11,2	11,6	12,4	16,7	15,5	18,5	12,7	11,2	11,6	11,7
Total mensual	355	347	347	347	383	500	481	574	381	348	348	362

La carga de las baterías depende de la diferencia entre el consumo y la producción, pues el excedente se aprovechará para cargarlas.

Respecto a su proceso de carga y descarga, debido a la gran potencia que se ha decidido instalar, estas nunca se descargarán al 100%, y el consumo nocturno siempre se podrá cubrir, por lo tanto, nunca habrá falta de suministro.

Dicho lo anterior, en la *Tabla 31* se pretende plasmar cuánto se cargan las baterías durante las horas de sol. La zona sombreada de la *Tabla 31* muestra valores negativos, que se corresponden con aquellas horas en las que la producción energética de los paneles supera al consumo de la vivienda, es decir, donde se producen excedentes, los cuales cargarán a los acumuladores eléctricos. A su vez se observa como durante los meses de verano, dado que el consumo es superior, a pesar de ser la radiación también superior, se producen menos excedentes, pues una mayor parte de la producción se utiliza para cubrir la demanda de la vivienda.

*Tabla 31. Diferencia entre el consumo y la producción diaria.*

Diferencia consumo-producción diaria												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
1:00	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
2:00	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
3:00	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
4:00	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
5:00	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4
6:00	0,4	0,4	0,4	0,1	-0,3	-0,3	-0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4
7:00	0,4	0,3	-0,6	-1,3	-1,3	-1,2	-1,2	-1,1	-1,2	-0,8	0,0	0,4
8:00	-0,9	-1,2	-1,3	-1,3	-1,3	-1,1	-1,2	-1,1	-1,3	-1,3	-1,3	-1,0
9:00	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,2	-1,1	-1,1	-1,0	-1,2	-1,3	-1,2	-1,2
10:00	-1,1	-1,1	-1,2	-1,2	-1,2	-1,0	-1,1	-0,9	-1,2	-1,3	-1,2	-1,2
11:00	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,2	-1,0	-1,0	-0,9	-1,1	-1,2	-1,1	-1,1
12:00	-1,1	-1,1	-1,2	-1,1	-1,2	-0,9	-1,0	-0,8	-1,1	-1,2	-1,1	-1,1
13:00	-1,1	-1,1	-1,2	-1,2	-1,1	-0,9	-1,0	-0,8	-1,1	-1,2	-1,1	-1,1
14:00	-1,1	-1,1	-1,2	-1,2	-1,2	-0,9	-1,0	-0,8	-1,1	-1,2	-1,1	-1,1
15:00	-1,1	-1,1	-1,2	-1,1	-1,1	-0,9	-1,0	-0,8	-1,1	-1,2	-1,1	-1,1
16:00	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-1,1	-0,9	-1,0	-0,8	-1,1	-1,1	-0,6	-0,5
17:00	0,6	0,0	-0,6	-0,8	-1,0	-0,8	-0,9	-0,8	-0,4	0,4	0,7	0,6
18:00	0,6	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,1	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6
19:00	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,8	0,7	0,9	0,6	0,6	0,6	0,5

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

20:00	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,7	0,9	0,6	0,5	0,5	0,5
21:00	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,7	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4
22:00	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,7	0,6	0,8	0,5	0,5	0,4	0,4
23:00	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4

Así pues, el consumo nocturno diario que debe cubrirse con las baterías aparece en la zona sombreada de la *Tabla 32*.

*Tabla 32.* Consumo nocturno.

Consumo en horas en las que no hay sol (kWh)												
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0:00	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
1:00	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
2:00	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
3:00	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
4:00	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4
5:00	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,4	0,4	0,4	0,4
6:00	0,4	0,4	0,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4
7:00	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
8:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
12:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
14:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
15:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16:00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
17:00	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,7	0,6
18:00	0,6	0,7	0,6	0,4	0,3	0,3	0,1	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6
19:00	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6	0,8	0,7	0,9	0,6	0,6	0,6	0,5
20:00	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,8	0,7	0,9	0,6	0,5	0,5	0,5
21:00	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,8	0,7	0,8	0,6	0,5	0,4	0,4
22:00	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,7	0,6	0,8	0,5	0,5	0,4	0,4
23:00	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,7	0,6	0,7	0,5	0,4	0,4	0,4

Partiendo de que las baterías están totalmente cargadas, se comenzará analizando el proceso de carga y descarga para enero, lo cual se muestra en la *Tabla 33*.

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

*Tabla 33.* Proceso de carga y descarga de las baterías en enero (kWh).

Enero	
0:00	122,7
1:00	122,4
2:00	122,0
3:00	121,7
4:00	121,3
5:00	120,9
6:00	120,5
7:00	120,1
8:00	121,0
9:00	122,2
10:00	123,3
11:00	123,4
12:00	123,4
13:00	123,4
14:00	123,4
15:00	123,4
16:00	123,4
17:00	122,8
18:00	122,9
19:00	122,9
20:00	123,0
21:00	123,0
22:00	123,1
23:00	123,1

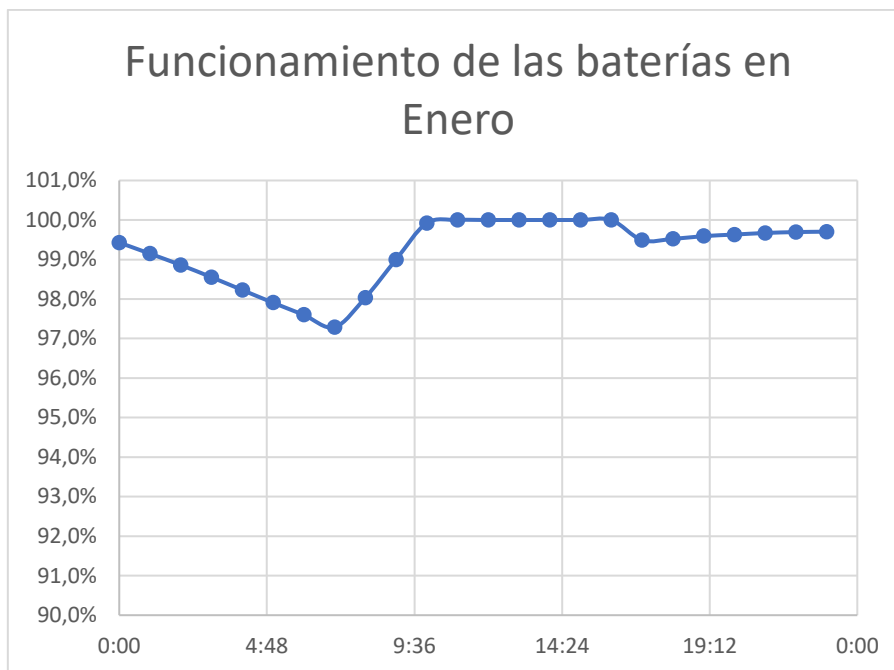


Figura 18. Ciclo de carga y descarga de las baterías en Enero.

Como se puede observar en la *Tabla 32*, a las 17:00 h no hay suficiente radiación solar como para que la energía producida por el panel supere al consumo, por ello se empieza a descargar la batería. Así pues, continúa descargándose en razón al consumo nocturno, hasta las 8:00 h, ya que como se visualiza en la *Tabla 31*, los módulos fotovoltaicos comienzan a suministrar energía y el excedente, en concreto, 0'9 kWh se utiliza para cargar la batería, es decir, se suman a la capacidad de las 7:00 h. De esta forma, se siguen sumando kWh hasta que se alcanza un máximo posible, que coincide con la capacidad máxima de las baterías, lo cual se produce a las 11:00 h.

Por otra parte, para julio se presenta la situación mostrada en la *Tabla 34*.

*Tabla 34.* Proceso de carga y descarga de las baterías en julio (kWh).

Julio	
0:00	119,3
1:00	118,8
2:00	118,2
3:00	117,6
4:00	117,1
5:00	116,6
6:00	116,7
7:00	117,9



ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

8:00	119,0
9:00	120,1
10:00	121,2
11:00	122,2
12:00	123,2
13:00	123,4
14:00	123,4
15:00	123,4
16:00	123,4
17:00	123,4
18:00	123,3
19:00	122,6
20:00	121,8
21:00	121,2
22:00	120,5
23:00	119,9

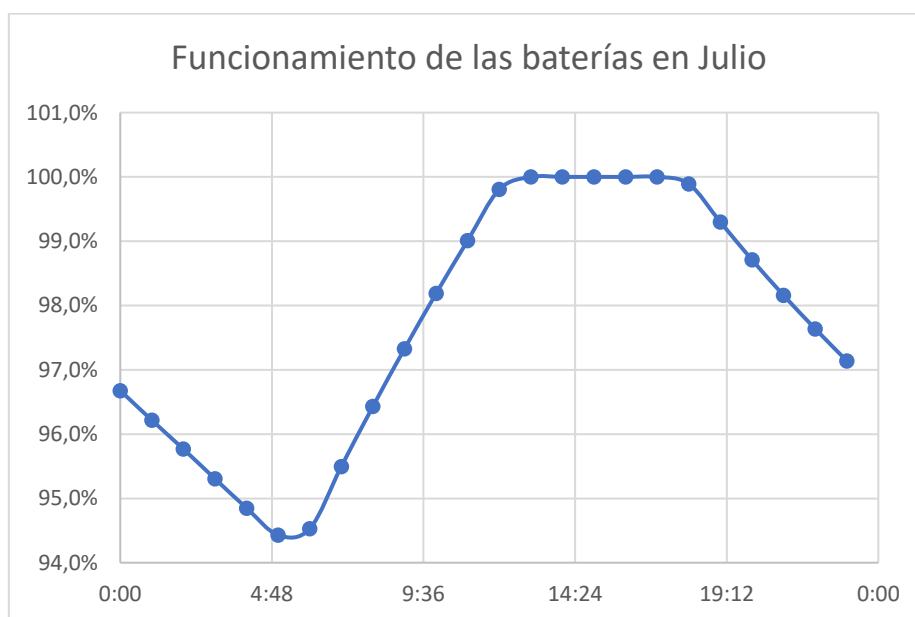


Figura 18. Ciclo de carga y descarga de las baterías en Enero.

Simultáneamente, en julio el proceso de descarga comienza a las 18:00 h, y se sigue vaciando hasta las 6:00 h, que comienza a cargarse, y lo sigue realizando hasta las 13:00 h. La figura 18 muestra el ciclo de carga de las baterías en el mes de julio.

Cabe destacar que para conocer el proceso de carga y descarga del resto de meses, habría que realizar exactamente el mismo procedimiento.

Interpretando las gráficas, se puede observar como el proceso de carga y descarga de las baterías en Julio fluctúa más, o dicho de otro modo, sus ciclos difieren hasta casi un 10% del almacenamiento

total del acumulador, a disparidad de enero, cuyo ciclo difiere tanto en carga como descarga casi un 3% del total.

Estas diferencias entre ambos ciclos son debidas al consumo de cada mes, pues como se estudió anteriormente en el "Análisis energético de la vivienda", el consumo en Julio es mucho mayor dado que se consume más electricidad debido al uso de los aparatos de refrigeración, y durante enero, como consumo en calefacción trabaja con gas natural, el consumo eléctrico disminuye bastante.

En resumen, el proceso de carga y descarga de las baterías es una herramienta fundamental, que permite conocer si la vivienda podrá cubrir casi la mitad de su consumo, es decir, el consumo nocturno. Dichos ciclos de carga y descarga, se han diseñado para que la instalación dependa lo menos posible del grupo electrógeno y a su vez, para que el coste de las baterías sea lo más barato posible.

Por otro lado, cabe hacer referencia al análisis de la viabilidad económica efectuado en el apartado 8, que se corresponde con el " Estudio económico", el cual a pesar de no ser muy positivo, dado que el objetivo de dicha instalación no es hacer un negocio sino sustituir un consumo por otro más autosuficiente energéticamente que contribuya con el medio ambiente, y dada la gran vida útil de los dispositivos, se puede deducir que dicho proyecto contempla todas las necesidades solicitadas por los clientes.

En conclusión, todos los elementos anteriores seleccionados para la parcela, hacen de ésta una vivienda sostenible que contribuye a reducir la huella de carbono del planeta y permiten que el proyecto haya sido aceptado por la familia y se vaya a construir en un futuro.



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## 4. PLANOS



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR ENGINYERIA  
INDUSTRIAL VALÈNCIA



ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

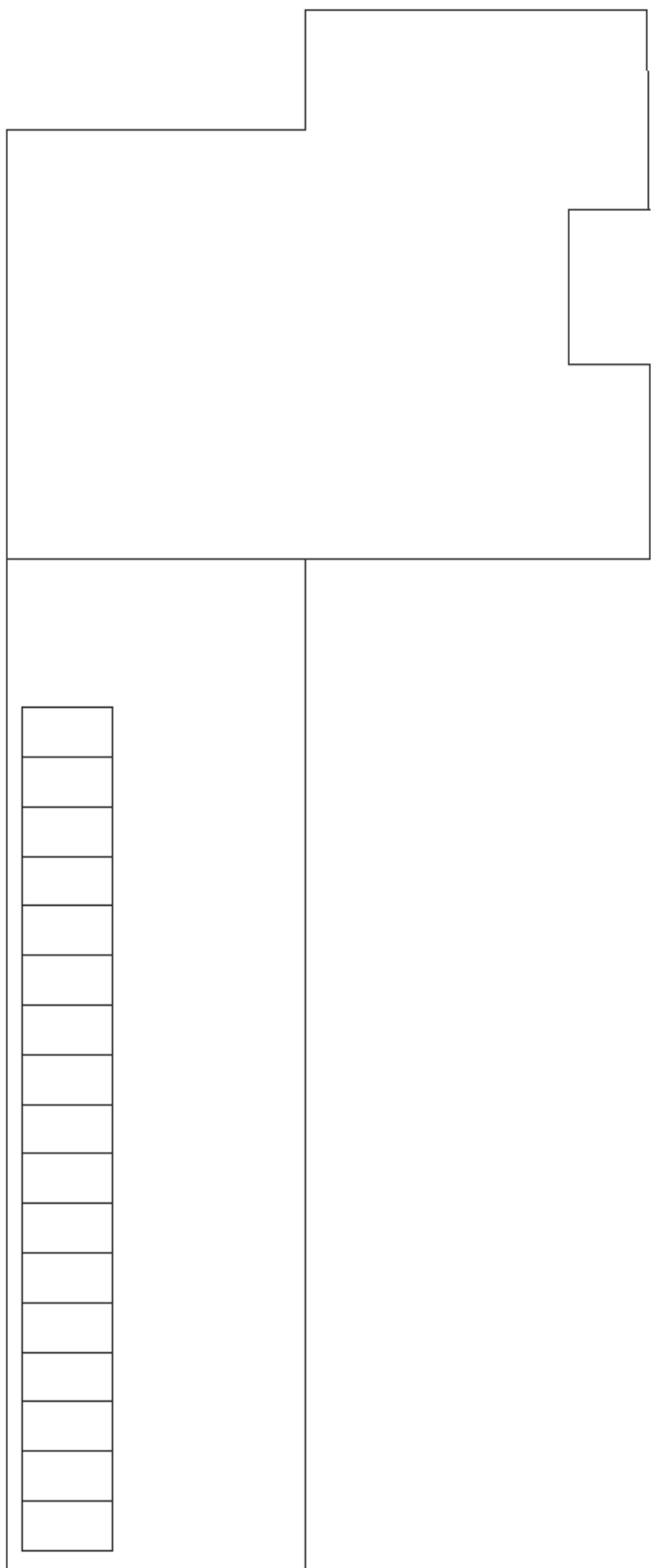


Trabajo Final de Grado en Ingeniería de la Energía  
ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR  
FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA  
VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

Parte: Disposición de los paneles  
Autor: Andrés Teva Caballero

Fecha: Julio 2020  
Escala: 1:100

Nº Hoja: 2



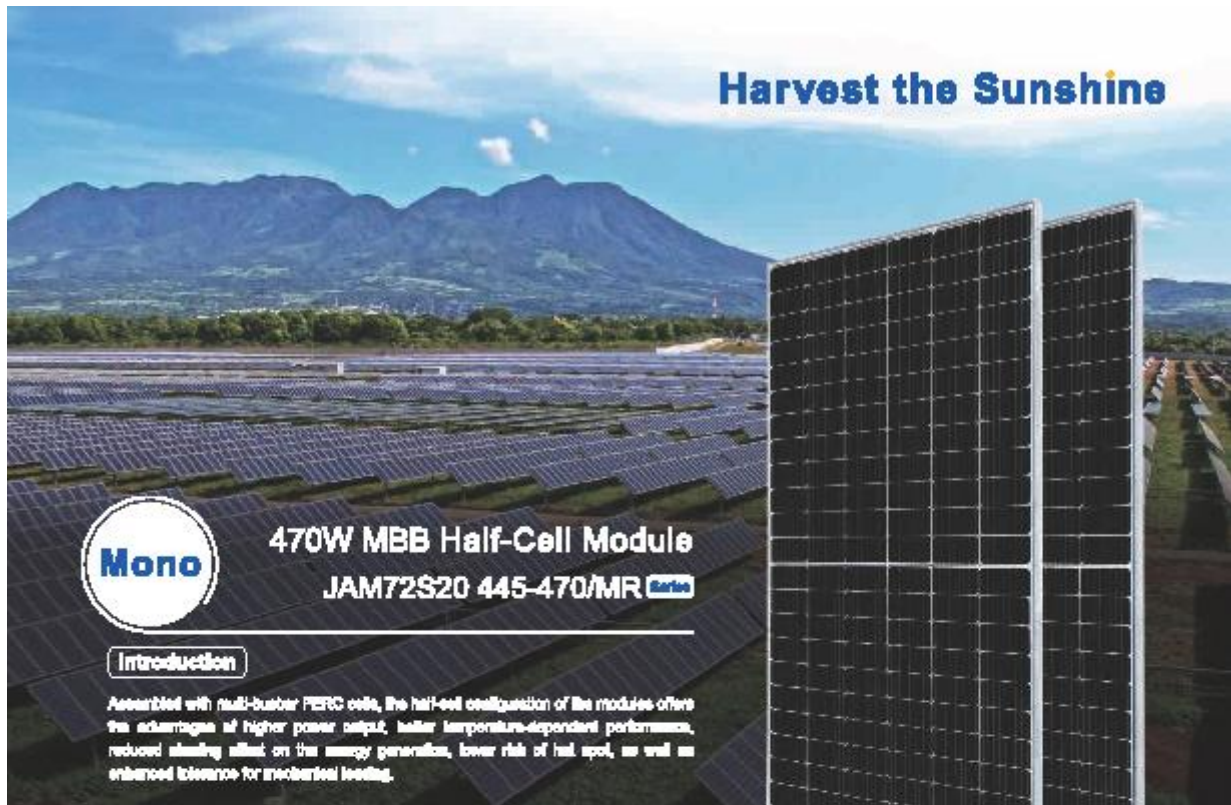


UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

## 5. ANEXOS



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR ENGINYERIA  
INDUSTRIAL VALÈNCIA



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower relative loss



Better mechanical loading tolerance

#### Superior Warranty

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

0.55% Annual Degradation Over 25 years!



■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

#### Comprehensive Certificates

- IEC 61216, IEC 61730, UL 61216, UL 61730
- ISO 9001: 2015 Quality management systems
- ISO 14001: 2015 Environmental management systems
- ISO 45001:2018 Occupational health and safety management systems
- IEC TS 62941: 2018 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



**JA SOLAR**

[www.jasolar.com](http://www.jasolar.com)

Specifications subject to technical change and without liability. JA Solar reserves the right of final interpretation.








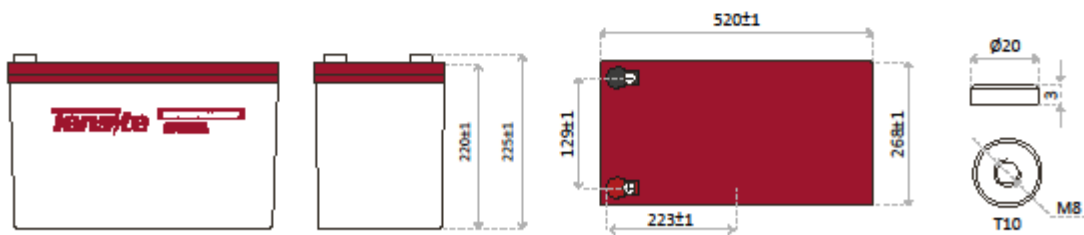




### CHARACTERISTICS

-  Compact size ideal for any type of use.
-  Great performance due to its Deep Cycle technology.
-  Perfect to use as accumulator in photovoltaic installations.

### DIMENSIONS



Tensite  
info@tensitebatteries.com  
www.tensitebatteries.com

# AGM DEEP CYCLE BATTERY 12V 300 AH

## DEEP CYCLE SERIES BATTERY

DC series VRLA batteries are superior Deep Cycle design with thick plates, high-density active materials and slightly stronger electrolyte, which can withstand repeated deep cyclic applications.

Deep Cycle series batteries are the special design batteries with 10 years floating design life at 25°C. Meet with IEC, BS,IS and Eurobat standard, UL(MHS2092), CE approved.



## APPLICATION

- Emergency Power System
- Communication equipment
- Telecommunication systems
- Uninterruptible power supplies
- Power tools
- Marine equipment
- Medical equipment
- Solar and wind power system

## GENERAL FEATURES

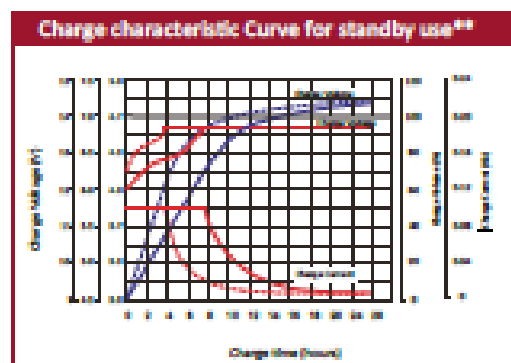
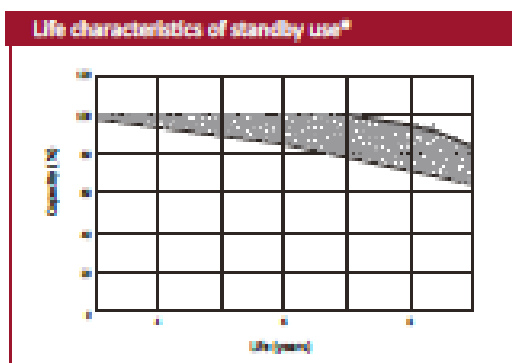
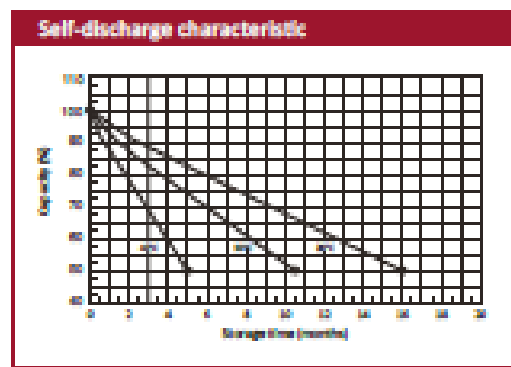
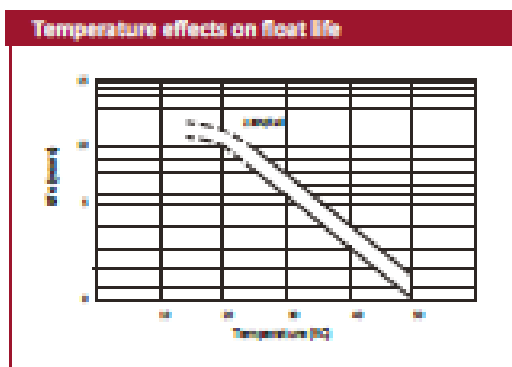
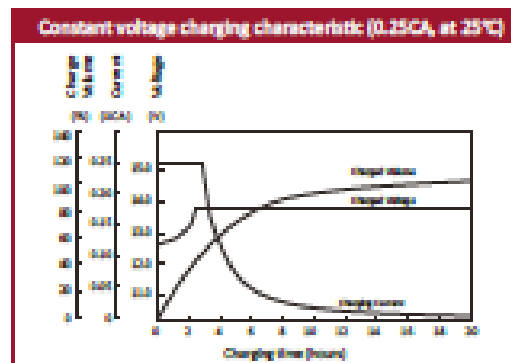
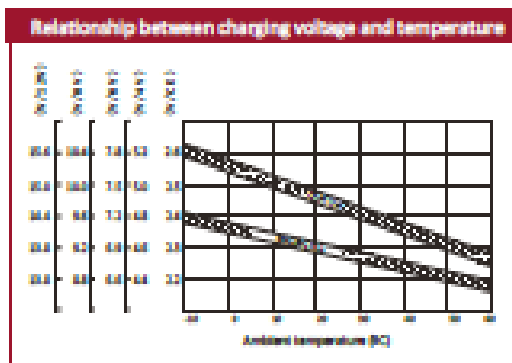
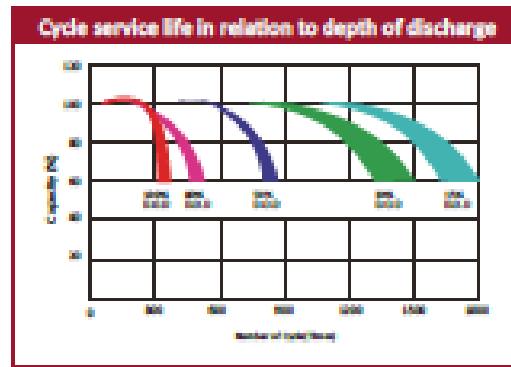
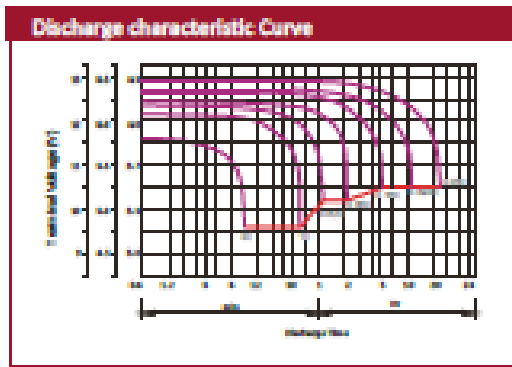
- Safety Sealing
- Non-spillable construction
- High power density
- Excellent recovery from Deep discharge
- Thick plates and high active materials
- Longer life and low self-discharge design

## TECHNICAL SPECIFICATIONS

BATTERY MODEL	Nominal voltage		12V				
	Rated capacity (100 hour rate)		300Ah				
DIMENSION	Cells Per battery		Height	Total Height			
	Length	Width			220 mm	225 mm	
APPROX. WEIGHT	66.0 kg ± 3%						
CAPACITY @ 25°C	10 hour rate (25A, 10.0V)	5 hour rate (40A, 10.5V)	3 hour rate (62.5A, 10.2V)	1 hour rate (150A, 9.6V)			
	250 Ah	320 Ah	196.2 Ah	150 Ah			
MAX. DISCHARGE CURRENT	2500 A (5 sec.)						
INTERNAL RESISTANCE	Full charged Vat 25°C: Approx. 2.0mΩ						
CAPACITY AFFECTED BY TEMP. (10 HR)	40°C	25°C	0°C	-15°C			
	102%	100%	85%	85%			
SELF DISCHARGE @25°C	After 3 months storage		After 6 months storage	After 12 months storage			
	91%		82%	84%			
CHARGE METHOD @25°C	Cycle Use 14.1-14.4V (Initial charging current less than 75A)		Float Use 13.50-13.80V				
	Container	Electrolyte	Separator	Positive	Negative	Safety valve	Terminal
CONSTRUCTION	BS (UL94-HB) / Flame retardant ABS (UL94-V0)	Sulfuric acid	Fiber glass	Lead dioxide	Lead	EPDM	Copper

## BATTERY DISCHARGE TABLE

CONSTANT CURRENT (AMP) AND CONSTANT POWER (WATT) DISCHARGE TABLE AT 25 °C													
F.V / TIME	5 min	10 min	15 min	30 min	1 hr	2 hr	3 hr	4 hr	5 hr	8 hr	10 hr	20 hr	
9.60	A	801.0	528.0	435.0	315.0	150.0	92.5	65.9	55.0	44.98	31.85	25.94	13.97
	W	8264.0	5634.0	5037.3	3665.0	1795.0	1111.0	791.4	623.0	540.00	382.41	311.42	167.67
10.20	A	776.0	476.0	402.2	348.8	147.8	91.8	65.4	50.8	44.72	31.20	25.22	12.92
	W	8282.0	5315.0	4605.1	3975.6	1771.7	1104.0	786.8	637.0	538.10	376.36	303.49	155.44
10.50	A	750.0	426.0	385.2	315.0	145.5	91.2	65.0	48.0	44.49	31.18	25.25	12.75
	W	8193.0	4843.0	4473.2	3925.2	1750.0	1096.9	782.3	562.0	515.50	375.00	301.10	162.50
10.80	A	723.0	401.0	369.4	315.0	144.6	90.7	65.6	47.3	44.36	30.91	25.00	12.50
	W	8112.0	4627.0	3750.0	3723.0	1536.0	931.0	702.0	558.0	461.00	326.00	297.00	160.80
11.10	A	699.0	376.0	301.0	310.0	127.5	77.5	57.5	46.0	38.00	26.75	21.75	12.75
	W	7924.0	4354.0	3498.0	2457.0	1499.0	916.0	683.0	548.0	453.00	320.00	286.70	154.50



\*Testing conditions:  
 Standby voltage: 13.8V and nominal  
 Ambient temperature: 25°C

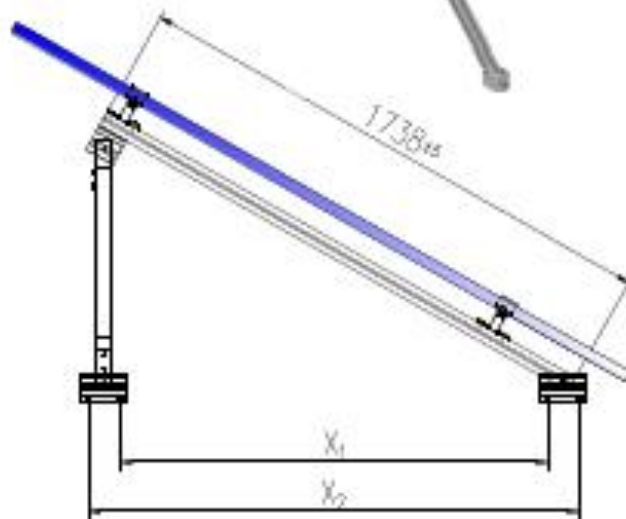
\*\*Testing conditions:  
 Standby voltage: 13.8V and nominal  
 Ambient temperature: 25°C  
 Charge voltage: 14.4V  
 Charge current: 0.25CA



- Soporte inclinado regulable para cubierta de hormigón o subestructura.
- Anclaje a hormigón.
- Soporte premontado, más robusto, lo que permite ir a luces entre pórtilos más largas.
- Disposición de los módulos: Vertical.
- Válido para espesores de módulos de 30 hasta 45 mm.
- Tornillería de anclaje no incluida.
- Kits disponibles de 1 hasta 3 módulos.
- Inclinación regulable de 30° a 50°

Viento: Hasta 150 Km/h (ver documento de velocidades del viento)  
 Materiales: Perfilado de aluminio EN AW 6005A T6  
 Tornillería de acero inoxidable A3-70  
 Comprobar el buen estado y la capacidad portante de la cubierta antes de cualquier instalación.  
 Comprobar la impermeabilidad de la fijación una vez colocada.

Para módulos de hasta 2279x1150 - Sistema KIT  
 2279x1150 (ver página 2)



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

Carga de nieve  
 2,0 kN/m²

Fácil montaje de la inclinación deseada, desde 30° a 50°.



**Dimensiones:**  
 Tornillo: Pneu 7 mm  
 Tornillo M8 Hexagonal 20 mm  
 Tornillo M8 Hexagonal 40 mm  
 Tornillo M6,3 Hexagonal 10 mm

30°	X <sub>1</sub>	1366
	X <sub>2</sub>	1573
35°	X <sub>1</sub>	1310
	X <sub>2</sub>	1517
40°	X <sub>1</sub>	1228
	X <sub>2</sub>	1435
45°	X <sub>1</sub>	1137
	X <sub>2</sub>	1343
50°	X <sub>1</sub>	1035
	X <sub>2</sub>	1242

Herramientas necesarias:



Seguridad:




Marcado CE  
 ES19/86524



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

Tamaño del módulo 	1	2	3	nº de módulos
2000x1000	150	150	150	Velocidad de viento km/h
2279x1150	150	150	150	


Título 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.



Pago viento - En estructuras aisladas.

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 E519/86524 

**HIMOINSA**  
A YANMAR COMPANY

**HSY-40 T6**  
HS | GAMA ESTACIONARIA  
Powered by YANMAR



SERVICIO		PREP	ESP
POTENCIA	kVA	40	40
POTENCIA	kW	32	40
RÉGIMEN DE FUNCIONAMIENTO	r.p.m.	1.800	
TENSIÓN ESTÁNDAR	V	400/277	
TENSIONES DISPONIBLES	V	208/120 - 220/127 - 390/220 - 416/240	
FACTOR DE POTENCIA	Coef Phi	0,8	



## HS | GAMA ESTACIONARIA

HIMOINSA empresa con certificación de calidad ISO 9001

Los grupos electrógenos HIMOINSA cumplen el estándar CE que incluye las siguientes características:

- 2000H/C6 Seguridad de Máquina
- 2014D/C6 de Longevidad Mecanomegrobásica
- 2014D/C6 material eléctrico diseñado a ultrasones con determinados límites de tensión
- 2007H/C6 Sistema Sistema de Máquina de uso al aire libre (protección por 2005M/C6)
- 50/1200, 50/1200T, 50/1800

Condiciones ambientales de referencia según la norma ISO 8529-1:2016: 1200 °K, 20% humedad relativa.

Power Power (PP)

Según la norma ISO 8529-1:2016, es la potencia máxima disponible para cualquier carga variable por un número limitado de horas por año entre los intervalos de funcionamiento previstos por el fabricante y en las condiciones ambientales referidas por el mismo. La potencia puede suministrarse durante un período de 24 horas no debe superar el 70% de la PP.

Emergency Standby Power (ESP)

Según la norma ISO 8529-1:2016, es la potencia máxima disponible para cualquier carga variable en caso de un corte de energía de la red o en condiciones de reserva por un número limitado de horas por año de 200h, entre los intervalos de funcionamiento previstos por el fabricante y en las condiciones ambientales referidas por el mismo. La potencia puede suministrarse durante un período de 24 horas no debe superar el 70% de la ESP.

Continuous Power (CP) Según la norma ISO 8529-1:2016, es la potencia máxima disponible para cualquier carga variable durante por un número limitado de horas al año entre los intervalos de funcionamiento previstos por el fabricante y en las condiciones ambientales referidas por el mismo.

Cumple con un requisito de carga tipo IC según la norma ISO 8529-1:2016

HIMOINSA HIMOINSA (P) (P)

Híndes, C/O. Madrid - San Javier, S/N, 33100 SAN JAVIER (Murcia Spain)  
Tel: +34 968 18 11 26 Fax: +34 968 18 12 17 Fax: +34 968 18 04 33 |  
info@himoinsa.com | www.himoinsa.com

Carolina Productive  
ESPAÑA + FRANCIA + SUECIA + CHINA + USA + INDIA + ARGENTINA

Híndes  
POLONIA | POLONIA | ALEMANIA | UR | SINGAPUR | BANGLADESH | ARABIA SAUDITA  
(KUWAIT) | REPUBLICA DOMINICANA | ARGENTINA | ANGOLA | SUDÁFRICA



## INSONORIZADO ESTÁNDAR

- HS30
- REFRIGERADOS POR AGUA
- TRIFÁSICOS
- 60 Hz
- NO CUMPLE EPA
- DIÉSEL

Himoinsa se reserva el derecho de modificar cualquier característica sin previo aviso.

Pesos y medidas basadas en los productos estándar. Las ilustraciones pueden incluir accesorios opcionales.

Las características técnicas descritas en este catálogo se corresponden con la información disponible en el momento de la impresión.

Las ilustraciones e imágenes son orientativas y podrían no coincidir en su totalidad con el producto.

Diseño industrial bajo patente.



C/O. Madrid - San Javier, S/N, 33100 San Javier (Murcia Spain) | Tel: +34 968 18 11 26 | Fax: +34 968 18 12 17 | Email: info@himoinsa.com | www.himoinsa.com







### Especificaciones de Motor | 1.800 r.p.m.

Potencia Nominal (PRP)	kW	36,4	Consumo combustible (ESP)	l/h	11,43
Potencia Nominal (ESP)	kW	44,2	Consumo combustible 100 % PRP	l/h	9,23
Fabricante		YANMAR	Consumo combustible 75 % PRP	l/h	6,82
Modelo		4TNV96HSPU	Consumo combustible 50 % PRP	l/h	4,89
Tipo de Motor		Diesel 4 tiempos	Consumo máximo de aceite a plena carga	g/kWh	0,27
Tipo de Inyección		Directa	Cantidad de aceite máxima	L	10,5
Tipo aspiración		Natural	Cantidad total de líquido refrigerante	L	9
Cilindros, número y disposición		4-L	Regulador	Tipo	Mecánico
Díámetro x Carrera	mm	98 x 110	Filtro de Aire	Tipo	Seco
Cilindrada total	L	3,319	Díámetro interior de salida de escape	mm	48
Sistema de refrigeración		Líquido refrigerante			
Especificaciones del aceite motor		SAE 3 clase 10W30 / API grado CD, CF			
Relación de compresión		18,5			



- Motor diesel
- 4 tiempos
- Refrigerado por agua
- Arranque eléctrico 12V
- Filtro de aire en seco
- Radiador con ventilador soplante
- Regulación mecánica
- Protecciones de partes calientes
- Protecciones de partes móviles



### Especificaciones Alternador | MECC ALTE

Fabricante		MECC ALTE	Grado de protección mecánica (según IEC-34-8)	IP23
Modelo		BCP32.154C	Sistema de excitación	Autoexcitado, sin escobillas
Polos	Nº	4	Regulador de tensión	A.V.R. (Electrónico)
Tipo de conexión (estándar)		Estrella - Sero	Tipo de soporte	Monopalaer
Tipo de acoplamiento		S-3 11*1,2	Sistema de acoplamiento	Disco Flexible
Grado de protección aislamiento	Clase	Clase H	Tipo de recubrimiento	Estándar (Impregnación en vacío)



- Autoexcitado y automegulado
- Protección IP23
- Aislamiento clase H

# ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

## Must Solar Baja Frecuencia 12V / 24V

## Inversor Solar de Baja Frecuencia



### PV3000 MPK Series Inversor solar de Baja Frecuencia

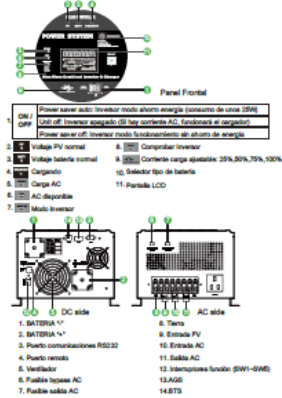
#### Características:

- Potencia de salida entre 1KW y 8KW
- Onda senoidal pura
- Cargador AC de alta potencia
- Regulador MPPT integrado de 80A según versiones
- Eficiencia máxima del MPPT de 99%
- Transformador interno de bobinado en cobre
- Panelita de monitorización y configuración de ajustes
- Diseño de gran eficiencia con modo de ahorro de energía
- Comunicaciones mediante puerto RS232
- Compatibilidad con generador y arranque automático AOS
- Cargador integrado de entre 36 hasta 75A según versiones
- Aislamiento galvanizado

#### Introducción:

Este es un inversor multifunción que combina las tareas de un inversor de baterías junto con un regulador de carga solar de tipo MPPT maximizador y un cargador de baterías integrado para ofrecer un producto todo en uno. Este modelo con bobinado de baja frecuencia crea una senoidal pura a partir de un transformador de cobre, que le da una gran fiabilidad y durabilidad. Podemos visualizar el funcionamiento del inversor a través de la pantalla LCD de su parte frontal.

#### Información pantalla display:



#### Conexión del sistema solar:



#### Especificaciones

MODELO	PV3000 MPK	PV3600 MPK	PV4200 MPK	PV4800 MPK	PV5400 MPK	PV6000 MPK
Voltaje nominal banco de baterías	12VDC	12VDC	12VDC	12VDC	24VDC	24VDC/48VDC
Potencia nominal	300W	4200W	200W	200W	360W	60W
Potencia máxima (Carga)	300W	4200W	200W	200W	360W	60W
Potencia máxima (Inversor)	300W	4200W	200W	200W	360W	60W
Onza senoidal	Onda senoidal pura / Igual a la entrada (modo bypass)			Onda senoidal pura / Igual a la entrada (modo bypass)		
BANDA INVERSOR	220V/230V/240V/250V/260V/270V/280V/290V/300V/310V/320V/330V/340V/350V/360V/370V/380V/390V/400V/410V/420V/430V/440V/450V/460V/470V/480V/490V/500V			220V/230V/240V/250V/260V/270V/280V/290V/300V/310V/320V/330V/340V/350V/360V/370V/380V/390V/400V/410V/420V/430V/440V/450V/460V/470V/480V/490V/500V		
Potencia salida	800W/900W/1000W/1100W/1200W			800W/900W/1000W/1100W/1200W		
Distorsión armónica (THD)	THD<3% @ 100% carga			THD<3% @ 100% carga		
Distorsión armónica (THD)	THD<3% @ 100% carga			THD<3% @ 100% carga		
Distorsión armónica AC	THD<3% @ 100% carga			THD<3% @ 100% carga		
Factor de potencia	0.95			0.95		
Tiempo de respuesta	10ms			10ms		
AC BATERÍA	100-240VAC			100-240VAC		
Regulación de frecuencia	50/60Hz (Auto 40-60Hz)			50/60Hz (Auto 40-60Hz)		
Regulación de potencia	100VDC-160VDC			100VDC-160VDC		
Alarma batería baja	10.5VDC-11.2V			21.0VDC-22.8V / 42.0VDC-45.6V		
Corte bajo voltaje	10.5VDC-11.2V			21.0VDC-22.8V / 42.0VDC-45.6V		
Reconexión alta voltaje	16.0VDC-16.8V			32.0VDC-33.6V / 64.0VDC-67.2V		
Consumo en reposo	40W con modo ahorro			40W con modo ahorro		
AC CARGADOR	Depende tipo batería			Depende tipo batería		
Salida máxima AC	15A	30A	30A	30A	45A	45A
Protección sobrecarga	10.7VDC			21.4VDC/42.8VDC		
Máxima corriente carga	30A	45A	30A	30A	45A	30A
BYPASS & PROTECCIÓN	Onda senoidal pura			Onda senoidal pura		
Potencia nominal salida	800W/900W			800W/900W		
Corte de entrada	Onda senoidal pura			Onda senoidal pura		
Protección sobrecarga	Onda senoidal pura			Onda senoidal pura		
Protección sobrecarga salida	Onda senoidal pura			Onda senoidal pura		
Salida máxima bypass	15A	15A	30A	30A	45A	45A
Control máxima bypass	200VDC			200VDC		
Control PV máxima	120VDC			120VDC / 180VDC / 200VDC		
Control PV mínima	60A			60A		
REGULADOR CARGA	Depende tipo batería			Depende tipo batería		
Regulación voltaje DC	12V			24V/48V auto		
Alarma MPPT	10-100VDC			20-140VDC @ 30V / 40-140VDC @ 40V		
Alarma sobrecarga MPPT	100VDC			100VDC		
Distorsión armónica	THD<3%			THD<3%		
Distorsión armónica regulador	THD<3%			THD<3%		
Distorsión	En panel			En panel		
Dimensiones (MPPT)	82*147*107mm			82*147*107mm		
CANALIZACIONES	10.5			10.5		
Temperatura ambiente (MPPT)	-20°C-50°C			-20°C-50°C		
Temperatura ambiente (Inversor)	-20°C-50°C			-20°C-50°C		
Modo ahorro	80W MAX			80W MAX		
Material	LED+LCD			LED+LCD		
Otros	400Vdc / 600Vdc / 1000Vdc			330Vdc / 480Vdc / 750Vdc		

#### Pantallas conexión





## Controladores de carga BlueSolar MPPT 100/30 & 100/50

www.victtronenergy.com



Controlador de carga solar MPPT 100/50

### Seguimiento ultrarrápido del punto de máxima potencia (MPPT, por sus siglas en inglés)

Especiallymente con diodos rubios, cuando la intensidad de la luz cambia continuamente, un controlador MPPT ultrarrápido mejorará la recogida de energía hasta en un 30% en comparación con los controladores de carga PWM, y hasta en un 10% en comparación con controladores MPPT más lentos.

### Detección Avanzada del Punto de Máxima Potencia en caso de nubosidad parcial

En casos de nubosidad parcial, pueden darse dos o más puntos de máxima potencia (MP) en la curva de tensión de carga.

Los MPPT convencionales tienden a seleccionar un MP local, que pudiera no ser el MP óptimo.

El innovador algoritmo de BlueSolar sustituirá siempre la recogida de energía seleccionando el MP óptimo.

### Excepcional eficiencia de conversión

Sin ventilador. La eficiencia máxima excede el 95%. Corriente de salida completa hasta los 40°C (104°F).

### Algoritmo de carga flexible

Algoritmo de carga totalmente programable (consulte la sección Asistencia y Descarga de Software en nuestra página web), y ocho algoritmos preprogramados, seleccionables mediante interruptor giratorio (ver manual para más información).

### Amplia protección electrónica

Protección de sobretemperatura y reducción de potencia en caso de alta temperatura.

Protección de cortocircuito y polaridad inversa en los paneles PV.

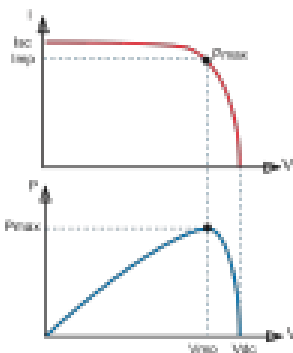
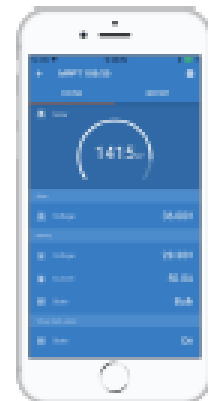
Protección de corriente inversa PV.

### Sensor de temperatura interna

Compensa la tensión de carga de absorción y flotación en función de la temperatura.

### Opciones de datos en pantalla en tiempo real

- ColorControl, GL o otros dispositivos GL consulte los documentos
- Véase en nuestro sitio web.
- Un smartphone u otro dispositivo con Bluetooth se necesita la módulo VLDirect Bluetooth Smart.



### Seguimiento del punto de potencia máxima

#### Curva superior:

Corriente de salida (I) de un panel solar como función de tensión de salida (V). El punto de máxima potencia (MP) es el punto Pmax de la curva en el que el producto de I x V alcanza su pico.

#### Curva inferior:

Potencia de salida P = I x V como función de tensión de salida. Si se utilizan un controlador PWM (no MPPT), la tensión de salida del panel solar será casi igual a la tensión de la batería, e inferior a Vmp.

Controlador de carga BlueSolar	MPPT 100/30	MPPT 100/50
Tensión de la batería	Selección automática: 12/24V	
Corriente de carga nominal	30A	50A
Potencia PV nominal, 12V 1s(b)	440W	700W
Potencia PV nominal, 24V 1s(b)	880W	1400W
Tensión máxima del circuito abierto PV	100V	100V
Max. corriente de cortocircuito PV 2)	31A	50A
Eficiencia máxima	95%	95%
Autoconsumo	12V: 30 mA	24V: 20 mA
Tensión de carga de "absorción"	Valores predeterminados: 14,4V / 26,8 V (ajustable)	
Tensión de carga de "flotación"	Valores predeterminados: 13,8V / 27,6 V (ajustable)	
Algoritmo de carga	variable múltiple	
Compensación de temperatura	-16 mV / °C, -32 mV / °C temp.	
Temperatura de trabajo	-30 a +60°C (potencia nominal completa hasta los 40°C)	
Humedad	95 % sin condensación	
Puerto de comunicación de datos	VLDirect Consulte el libro blanco sobre comunicación de datos en nuestro sitio web	
<b>CARROSA</b>		
Color	Azul (RAL 5012)	
Terminales de conexión	13mm <sup>2</sup> / AWG4	
Tipo de protección	IP40 (componentes electrónicos), IP22 (puerto de conexión)	
Peso	1,3kg	1,3kg
Dimensiones (al x an x g)	130 x 156 x 70mm	130 x 156 x 70mm
<b>ESTÁNDARES</b>		
Seguridad	EN/IEC 62109-1, UL 1741, CSA C22.2	
1a) Si hubiese más potencia PV conectada, el controlador limitará la potencia de entrada. 2a) La tensión PV debe exceder en 0V la Max. tensión de la batería para que arranque el controlador. Una vez arrancado, la tensión PV mínima será de Vbat + 1V. 2b) Un generador fotovoltaico con una corriente de cortocircuito más alta puede dañar el controlador.		



### Fusible NH-1 de 250A

N.º de producto: 381159

★★★★★ (1)

📦 En stock, envío 24/48 horas

PVP. 32,50 €

**6,50 €**

Se ahorra 26,00 €

El precio incluye el IVA

📉 Reducciones de precio

**Añadir al carrito**

📌 Poner en la lista de la compra

📄 Recomendar

🗨️ Hacer una pregunta



### Fusible NH-2 de 400A

N.º de producto: 381170

★ Sea el primero en evaluar este producto

📦 En stock, envío 24/48 horas

PVP. 44,50 €

**8,90 €**

Se ahorra 35,60 €

El precio incluye el IVA

📉 Reducciones de precio

**Añadir al carrito**

📌 Poner en la lista de la compra

📄 Recomendar

🗨️ Hacer una pregunta

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR  
EN FORTUNA.

Fabricante	Siemens
Nº fabricante	5SV4612-0
Serie	5SV
Tipo	Interruptores diferenciales
Conexión	2p
Corriente de salida	25 A
Función	AC- Instantáneo
Diferencial	300 mA
Longitud (mm)	0
Ancho (mm)	0
Altura (mm)	0
Peso (Kg)	0
Plazo de entrega estimado del fabricante (días laborables)	10

ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.



**MAGNETOTERMICO  
C60N-ICPM 2P 30A ref.  
11938**

Más en ICP-M (ICP)

11938 | 2P | 30 A | 6000 A | ICP | Multi 9 | 4 | Interruptor automático en miniatura | Schneider Electric MAGNETOTERMICO C60N-ICPM 2P 30A ref. 11938 Precio : 9,72€  
Ver más

~~78,64€~~ **27,06€** IVA incluido

-66% Ahorra 51,58€

ICP-M

Curva de disparo

- **Aplicación del dispositivo**
  - Conexión de servicio
- **Gama**
  - Multi 9
- **Nombre del producto**
  - ICP
- **Tipo de producto o componente**
  - Interruptor automático en miniatura
- **Número de polos**
  - 2P
- **número de polos protegidos**
  - 2
- **[In] Corriente nominal**
  - 30 A en 20 °C
- **Tipo de red**
  - CA
- **tecnología de unidad de disparo**
  - Térmico-magnético
- **capacidad de corte**
  - 6000 A en 400 V CA 50/60 Hz acorde a UNE 20317
- **Frecuencia de red**
  - 50/60 Hz
- **clase de limitación**
  - 3
- **[UI] Tensión nominal de aislamiento**
  - 500 V
- **Indicador de posición del contacto**
  - Sí
- **Tipo de control**
  - Maneta
- **Señalizaciones en local**
  - Indicación de encendido/apagado
- **Tipo de montaje**
  - Ajustable en clip

A9F79363

Ancho por polo	18 mm.
Curva de disparo	Curva C
Intensidad	63 A
Poder de corte	6 KA
Polos	2P
Cumple Normativa Marcado	Sí

# ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

## PICA TOMA DE TIERRA 2 MTS

Pica para Tomas de Tierra de 2 metros recubierta de cobre.

Dimensiones: 2000 x 14 mm  
Diámetro real: 14,2mm

Estas picas, por su gran calidad, proporcionan al profesional la mejor solución en instalaciones de puesta a tierra, tanto en duración como económicamente.

Fabricados con calibrados cilindricos de aceros con bajo contenido en carbono y elevada resistencia mecánica, pueden ser introducidas aún en los terrenos más duros.

Cabe destacar que el espesor del recubrimiento es de máxima importancia para garantizar una correcta puesta a tierra, ya que en un espesor inferior a 50 micras no protege dicho elemento contra corrosión, haciéndola inservible en poco tiempo.

La gruesa capa de cobre de nuestras picas de tierra tipo EN (100 micras) con un 99.9% de pureza, unidas molecularmente gracias al proceso electrolítico, proporcionan a la pica un gran efectividad durante muchos años.

Referencia del fabricante: EC-1514 SERIE 100

## Cable Manguera flexible RZ1-K 1kv 5x2,5 mm2 EXZHELLENT GENERAL CABLE

Marca: GENERAL CABLE  
Referencia: 1548507VDP



Precio con Iva  
**2,25 €**  
1,86 € s/iva

Envío en 24-48 horas

1

Añadir al Carrito

### Información del Producto

Precio por metro lineal al corte, cantidad mínima 1 metro.

Cable flexible L.H. de 5x2,5 mm2 de General Cable (o similar de primeras marcas).

### Descripción del Producto

Cable flexible de General Cable RZ1-K 0,6/1Kv con cubierta exterior de Polietileno reticulado (XLPE) termoplástica libre de halógenos y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)

Normativa

- UNE 21123-4
- IEC 60502-1
- UNE-EN 60332-1-2
- UNE-EN 50267
- UNE 61034

No se admiten devoluciones en este artículo por ser metreado.

### Características

Referencia:	1548507VDP
Aislamiento	0,6/1Kv
Material	Cobre
Sección	2,5 mm2
Tipo de cable	CPR Libre Halogenos
Cumple Normativa Marcado CE :	Sí

# ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

## Cable flexible 1x120 mm<sup>2</sup> RZ1-K 0,6/1 KV EXZHELLENT GENERAL CABLE

Marca: GENERAL CABLE  
Referencia: RZ1-K 1X120 mm<sup>2</sup>

Precio con IVA  
**17,06 €**  
14.10 € s/IVA

Envío en 24-48 horas

1

Añadir al Carrito



### Información del Producto

Precio por metro lineal al corte, cantidad mínima 1 metro.

Cable flexible L.H. de 120 mm<sup>2</sup> RZ1-K de General Cable (o similar en primeras marcas).

### Descripción del Producto

Cable flexible de General Cable RZ1-K 0,6/1Kv con cubierta exterior de Poliolefina termoplástica libre de halógenos y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)

Normativa

- UNE 21123-4
- IEC 60502-1
- UNE-EN 60332-1-2
- UNE-EN 50267
- UNE 61034

No se admiten devoluciones en este artículo por ser metreado.

### Características

Referencia:	RZ1-K 1X120 mm <sup>2</sup>
Aislamiento	0,6/1Kv
Material	Cobre
Sección	120 mm <sup>2</sup>
Tipo de cable	CPR Libre Halogenos
Cumple Normativa Marcado CE :	Si

## Cable flexible 1x50 mm<sup>2</sup> RZ1-K 0,6/1 KV EXZHELLENT GENERAL CABLE

Marca: GENERAL CABLE  
Referencia: RZ1-K 1X50 mm<sup>2</sup>

Precio con IVA  
**7,36 €**  
6.09 € s/IVA

Envío en 24-48 horas

1

Añadir al Carrito



### Información del Producto

Precio por metro lineal al corte, cantidad mínima 1 metro.

Cable flexible L.H. de 50 mm<sup>2</sup> RZ1-K de General Cable (o similar en primeras marcas).

### Descripción del Producto

Cable flexible de General Cable RZ1-K 0,6/1Kv con cubierta exterior de Poliolefina termoplástica libre de halógenos y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)

Normativa

- UNE 21123-4
- IEC 60502-1
- UNE-EN 60332-1-2
- UNE-EN 50267
- UNE 61034

No se admiten devoluciones en este artículo por ser metreado.

### Características

Referencia:	RZ1-K 1X50 mm <sup>2</sup>
Aislamiento	0,6/1Kv
Material	Cobre
Sección	50 mm <sup>2</sup>
Tipo de cable	CPR Libre Halogenos
Cumple Normativa Marcado CE :	Si

# ESTUDIO DE UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA AISLADA PARA UNA VIVIENDA UNIFAMILIAR EN FORTUNA.

## Cable flexible 1x6 mm<sup>2</sup> RZ1-K 0,6/1 KV EXZHELLENT GENERAL CABLE

Marca: GENERAL CABLE  
Referencia: RZ1-K 1X6 mm<sup>2</sup>

Precio con iva  
**1,10 €**  
0,91 € s/iva

Envío en 24-48 horas

1

Añadir al Carrito



### Información del Producto

Precio por metro lineal al corte, cantidad mínima 1 metro.

Cable flexible L.H. de 6 mm<sup>2</sup> RZ1-K de General Cable (o similar en primeras marcas).

### Descripción del Producto

Cable flexible de General Cable RZ1-K 0,6/1Kv con cubierta exterior de Polie fina termoplástica libre de halógenos y aislamiento de polietileno reticulado (XLPE)

Normativa

- UNE 21123-4
- IEC 60502-1
- UNE-EN 60332-1-2
- UNE-EN 50267
- UNE 61034

No se admiten devoluciones en este artículo por ser medrado.

### Características

Referencia:	RZ1-K 1X6 mm <sup>2</sup>
Aislamiento	0,6/1Kv
Material	Cobre
Sección	6 mm <sup>2</sup>
Tipo de cable	CPR Libre Halogenos
Cumple Normativa Marcado (€):	Si



UNIVERSITAT  
POLITÈCNICA  
DE VALÈNCIA

# 6. BIBLIOGRAFÍA



ESCOLA TÈCNICA  
SUPERIOR ENGINYERIA  
INDUSTRIAL VALÈNCIA



**BIBLIOGRAFÍA**

<http://www.aemet.es>

<https://es.weatherspark.com>

<https://re.jrc.ec.europa.eu>

<http://www.adrase.com/>

<https://ec.europa.eu/jrc/en/pvgis>

<https://www.idae.es>

<https://www1.sedecatastro.gob.es>