



**Universidad de Valladolid**

**Escuela de Ingeniería de la Industria Forestal,  
Agronómica y de la Bioenergía**

**Campus de Soria**

**MÁSTER EN INGENIERÍA DE LA BIOENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA**

## **TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA  
AUTOCONSUMO EN UN EDIFICIO EN LA PROVINCIA DE SORIA  
CON ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA OPTIMIZACIÓN DE  
RESULTADOS.**

~~~~~

**AUTOR: ALONSO SANZ TEJEDOR**

**DEPARTAMENTO: INGENIERÍA AGRÍCOLA Y FORESTAL**

**TUTOR: MIGUEL VICTORIAN BROTO CARTAGENA**

**SORIA, JUNIO DE 2024**



# **AUTORIZACIÓN DEL TUTOR DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER**

D. Miguel Victorian Broto Cartagena, profesor del departamento de Ingeniería Agrícola y Forestal, como Tutor del TFM titulado "Proyecto de instalación fotovoltaica para autoconsumo en un edificio en la provincia de Soria con análisis de alternativas para optimización de resultados" presentado por el alumno D. Alonso Sanz Tejedor, da el Vº. Bº. y autoriza la presentación del mismo, considerando que el TFM presentado cumple con las condiciones suficientes para poder ser presentado y proceder a su defensa.

Soria, junio de 2024

El Tutor del TFM,

Fdo.: Miguel Broto Cartagena



# RESUMEN DEL TRABAJO

TÍTULO: Proyecto de instalación fotovoltaica para autoconsumo en un edificio en la provincia de Soria con análisis de alternativas para optimización de resultados.

DEPARTAMENTO: Ingeniería Agrícola y Forestal.

TUTOR: Miguel Broto Cartagena.

El presente trabajo fin de máster aborda el proyecto de una instalación fotovoltaica para autoconsumo en un edificio residencial con una potencia de 27,6 KWp (30 KWn).

Con este TFM se aborda la necesidad de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero junto al interés de una reducción de la incertidumbre en el coste de la energía, dos temas de primera magnitud en el contexto actual.

Al tratarse de un autoconsumo colectivo, cada vecino adquiere un porcentaje de la generación del sistema, en función de su consumo, y que corresponde a su porcentaje de participación en la inversión generador fotovoltaico. Para establecer los balances de generación y consumo más ajustados a las necesidades, y así hacer una distribución correcta de consumos y balance entre los vecinos y total, y una estimación mucho más real de los resultados, no se ha utilizado el valor mensual, sino que se ha elaborado un patrón de consumo horario que se une a la generación horaria estimada.

Para la evaluación económica se plantea un escenario conservador desde un punto de vista económico: la compensación se realiza hora a hora, y los excedentes se venderán en su totalidad a la red eléctrica al precio fijo establecido. El resultado económico puede mejorarse en una negociación con la comercializadora, con mejores precios para los excedentes de energía.

La instalación se realiza en la cubierta sur del edificio y las placas fotovoltaicas se distribuyen por toda ella, aprovechando todo el espacio. Aparte de los paneles fotovoltaicos, también hace falta un inversor, para transformar la corriente continua (CC) producida por los paneles en corriente alterna (CA), que es como se consume por los vecinos y se transporta la energía, y así se venderá a la red eléctrica.

Se han tenido en cuenta diferentes alternativas como la orientación, la potencia o el fabricante de los paneles, así como el tipo de inversor, su fabricante o las unidades, para optimizar así los resultados.

El trabajo alcanza sus objetivos con un VAN de 4.423,15 € y una TIR de 7,58 %, para una inversión de 28.182,11€, que se recupera en 5 años y 3 meses, y con elevada tasa de independencia. Desde un punto de vista ambiental, se consigue una reducción de 11.119,69 kg de CO<sub>2</sub>e anuales.



# **DOCUMENTOS DEL PROYECTO**

## **DOCUMENTO N° 1: MEMORIA**

- ANEJO N° 1: PATRONES MENSUALES DE GENERACIÓN Y CONSUMO
- ANEJO N° 2: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE GENERACIÓN Y CONSUMO
- ANEJO N° 3: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA
- ANEJO N° 4: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y CERTIFICADOS DE LOS EQUIPOS

## **DOCUMENTO N° 2: PLANOS**

- PLANO N° 1: SITUACIÓN
- PLANO N° 2: SIMULACIÓN DE LOS PANELES
- PLANO N° 3: UBICACIÓN DE LOS PANELES

## **DOCUMENTO N° 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

## **DOCUMENTO N° 4: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

## **DOCUMENTO N° 5: PRESUPUESTO**



# **DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA**

**ÍNDICE DE CONTENIDOS:**

|                                                                         |           |
|-------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. OBJETO DEL PROYECTO .....</b>                                     | <b>3</b>  |
| <b>2. AGENTES .....</b>                                                 | <b>3</b>  |
| <b>3. ANTECEDENTES.....</b>                                             | <b>3</b>  |
| <b>4. EMPLAZAMIENTO.....</b>                                            | <b>4</b>  |
| <b>5. BASES DEL PROYECTO .....</b>                                      | <b>5</b>  |
| <b>5.1. DIRECTRICES .....</b>                                           | <b>5</b>  |
| <b>5.2. CONDICIONANTES.....</b>                                         | <b>6</b>  |
| <b>5.2.1. CONDICIONANTES LEGALES.....</b>                               | <b>6</b>  |
| <b>5.2.2. CONDICIONANTES DEL MEDIO .....</b>                            | <b>7</b>  |
| <b>5.3. SITUACIÓN ACTUAL .....</b>                                      | <b>8</b>  |
| <b>6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS.....</b>                                  | <b>8</b>  |
| <b>6.1. PANELES FOTOVOLTAICOS.....</b>                                  | <b>9</b>  |
| <b>6.1.1. TIPO DE PANELES FOTOVOLTAICOS .....</b>                       | <b>9</b>  |
| <b>6.1.2. FABRICANTE DE PANELES FOTOVOLTAICOS.....</b>                  | <b>10</b> |
| <b>6.1.3. MODELO DE PANELES FOTOVOLTAICOS .....</b>                     | <b>11</b> |
| <b>6.1.4. UBICACIÓN E INCLINACIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS ....</b> | <b>12</b> |
| <b>6.2. INVERSOR .....</b>                                              | <b>12</b> |
| <b>6.2.1. TIPO DE INVERSOR SEGÚN SU TECNOLOGÍA .....</b>                | <b>13</b> |
| <b>6.2.2. TIPO DE INVERSOR SEGÚN SU CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA .....</b>   | <b>14</b> |
| <b>6.2.3. FABRICANTE DEL INVERSOR .....</b>                             | <b>14</b> |
| <b>6.2.4. MODELO Y UNIDADES DEL INVERSOR.....</b>                       | <b>15</b> |
| <b>7. INGENIERÍA DEL PROYECTO .....</b>                                 | <b>17</b> |
| <b>7.1. DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOCONSUMO.....</b>               | <b>17</b> |
| <b>7.2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN.....</b>                          | <b>18</b> |
| <b>7.2.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....</b>                               | <b>19</b> |
| <b>7.2.2. INVERSOR.....</b>                                             | <b>20</b> |
| <b>7.2.3. SISTEMA DE FIJACIÓN .....</b>                                 | <b>21</b> |
| <b>7.2.4. CONTADORES, PROTECCIONES Y CABLEADO.....</b>                  | <b>22</b> |
| <b>8. ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO.....</b>                           | <b>22</b> |
| <b>9. ESTUDIO AMBIENTAL DEL PROYECTO .....</b>                          | <b>23</b> |
| <b>9.1. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES .....</b>                             | <b>23</b> |
| <b>9.2. EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EVITADAS.....</b> | <b>24</b> |
| <b>9.3. BALANCE MEDIOAMBIENTAL DE LA INSTALACIÓN.....</b>               | <b>24</b> |
| <b>10. RESUMEN DEL PRESUPUESTO .....</b>                                | <b>25</b> |
| <b>11. CONCLUSIONES .....</b>                                           | <b>26</b> |

## 1. OBJETO DEL PROYECTO

El objeto de este proyecto es definir la instalación de un sistema solar fotovoltaico, destinado al autoconsumo con excedentes, con una potencia pico de 27,6 KWp, de acuerdo con la normativa vigente.

Con el desarrollo de este proyecto se pretende:

- Reducir costes de energía: A largo plazo, la instalación de paneles fotovoltaicos es muy rentable, ya que, aunque se requiere una inversión inicial, se disminuye la dependencia de la red eléctrica convencional y, en consecuencia, se reducen los costes de electricidad a lo largo del tiempo.
- Independencia energética: Con este proyecto también se pretende desligarse de las compañías eléctricas, ya que los propietarios generan su propia electricidad.
- Sostenibilidad: Los proyectos de energía solar ayudan a disminuir la huella de carbono y promover prácticas más sostenibles. La energía solar, como fuente renovable y limpia, no emite gases de efecto invernadero ni contamina el medio ambiente durante su generación.

## 2. AGENTES

El promotor del proyecto es la Comunidad de Vecinos de la Calle Santo Ángel de la Guarda Nº 9, en Soria, y el proyectista es el Ingeniero Agrario y Energético, y alumno del Máster en Ingeniería de la Bioenergía y Sostenibilidad Energética, D. Alonso Sanz Tejedor.

## 3. ANTECEDENTES

La Comunidad de Vecinos de la Calle Santo Ángel de la Guarda Nº 9 de Soria ha solicitado al ingeniero suscribiente que realice un proyecto para intentar reducir los costes de la energía, a poder ser teniendo independencia energética y que sea sostenible.

Lo que se pretende es realizar una instalación fotovoltaica de Autoconsumo Eléctrico para aprovechar la energía del sol y transformarla en energía eléctrica para vender a la Red Eléctrica, para así ahorrar costes en la factura de la electricidad, es decir, se hace un balance de lo consumido y lo vendido. Los paneles fotovoltaicos se colocarán sobre la cubierta, propiedad de los clientes, de manera que se aprovechará su extensión para colocar los paneles de tal forma que no perjudiquen las sombras producidas por otros edificios ni posibles objetos que intercepten los rayos del sol.

Los Reales Decretos 1699/2011, 900/2015 y 15/2018, permiten en España que cualquier interesado pueda convertirse en auto productor de electricidad a partir de la energía del sol. Ahora, cualquier persona puede disponer de una instalación solar de

autoconsumo, o incluso una empresa, mejorando así su imagen corporativa, teniendo en cuenta de que la sociedad cada vez está más sensibilizada con el medio ambiente.

Durante los últimos años en el campo de la actividad fotovoltaica, los sistemas de Autoconsumo constituyen la aplicación que mayor expansión ha experimentado. La extensión a gran escala de este tipo de aplicaciones ha requerido el desarrollo de una ingeniería específica que permite, por un lado, optimizar su diseño y funcionamiento y, por otro, evaluar su impacto en el conjunto del sistema eléctrico, siempre cuidando la integración de los sistemas y respetando el entorno arquitectónico y ambiental.

Cabe destacar que estos sistemas fotovoltaicos poseen una gran fiabilidad y una larga duración, además de no requerir apenas mantenimiento y presentar una gran simplicidad y facilidad de instalación, son muy modulares y permiten adaptarse a las necesidades del usuario. Este tipo de instalaciones requieren una inversión inicial, pero ésta se recupera a lo largo del tiempo, por lo que, al fin y al cabo, es rentable.

## 4. EMPLAZAMIENTO

El lugar donde se desarrollará el proyecto es el edificio de la Calle Santo Ángel de la Guarda Nº 9, en Soria, con Referencia Catastral Nº 3841022WM4234S000.

La parcela en la que se sitúa dicho edificio se encuentra en la ciudad de Soria, provincia de Soria y tiene unos 300 metros cuadrados de superficie.



Figura 1: Situación nacional. Provincia de Soria.

Fuente: Wikipedia



Figura 2: Situación provincial. Ciudad de Soria.

Fuente: Wikipedia



Figura 3: Localización del edificio.

Fuente: Sede Electrónica del Catastro

## 5. BASES DEL PROYECTO

### 5.1. DIRECTRICES

La finalidad perseguida por el promotor es reducir costes de energía, poder tener independencia energética y que el proyecto sea rentable a lo largo de los años, por lo que no se contempla otra opción que no sea la de un sistema fotovoltaico de autoconsumo, ya que se adecúa a todas las directrices impuestas por el promotor.

## 5.2. CONDICIONANTES

El presente proyecto debe cumplir todos los requisitos, tanto legales como ambientales, definidos por la normativa oportuna. Por este motivo, se ha llevado a cabo un estudio, respecto del cumplimiento de las normas vigentes y para conocer cuáles son los condicionantes que impone el medio.

### 5.2.1. CONDICIONANTES LEGALES

En el proyecto presentado, tanto el diseño como los componentes utilizados cumplen las recomendaciones establecidas en la Normativa siguiente:

- Ley 49/1960, de 21 de julio, sobre propiedad horizontal.
- LEY 54/1997, de 27 de noviembre del Sector Eléctrico.
- RD 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energías renovables, residuos y cogeneración.
- RD 1663/2000, de 29 de septiembre sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.
- RD 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.
- RD 842/2002, de 2 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Electrotécnico para baja tensión e instrucciones técnicas complementarias ITC.
- RD 661/2007, de 25 de mayo por el que se regula la actividad de producción de energía eléctrica en régimen especial.
- RD 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico.
- RD 1699/2011, de 18 de noviembre, por el que se regula la conexión a red de instalaciones de producción de energía eléctrica de pequeña potencia.
- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico.
- RD 1048/2013, de 27 de diciembre, por el que se establece la metodología para el cálculo de la retribución de la actividad de distribución de energía eléctrica.
- RD 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Instalaciones Eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- RD 900/2015, de 9 de octubre, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas de las modalidades de suministro de energía eléctrica con autoconsumo y de producción con autoconsumo.
- RDL 15/2018, de 5 de octubre, de medidas urgentes para la transición energética y la protección de los consumidores.
- RD 244/2019, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.
- RD 647/2020, de 7 de julio, por el que se Regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.

También hay una serie de normas que son de carácter voluntario, pero mediante su referencia en disposiciones legislativas, las Autoridades Reglamentarias pueden decidir que su contenido, total o en parte, se convierta en de obligado cumplimiento, y son las siguientes:

- UNE 20.439: Control de aceptación de los contadores de corriente alterna.
- UNE 21.310: Contadores de energía eléctrica de corriente alterna.
- UNE 21.311: Indicadores de máxima clase 1 para contadores de energía eléctrica.
- UNE 21.806: Perturbaciones producidas en las redes de alimentación por los aparatos electrodomésticos y los equipos análogos.
- CEI 1.000: Compatibilidad electromagnética.
- CTE: Código Técnico de la Edificación.

### 5.2.2. CONDICIONANTES DEL MEDIO

En este proyecto, el único condicionante que nos podría poner el medio es la luz solar, ya que, si no hubiera, las placas fotovoltaicas no podrían funcionar, pero afortunadamente, la provincia de Soria tiene una gran cantidad de días soleados al año y en la cubierta del edificio donde se va a desarrollar el proyecto no se proyectan sombras de edificios cercanos.

En Soria capital, las horas de sol de media al mes son las siguientes:

Tabla 1: Horas de sol por meses en Soria

| MESES      | HORAS DE SOL EN SORIA |
|------------|-----------------------|
| Enero      | 148                   |
| Febrero    | 163                   |
| Marzo      | 191                   |
| Abril      | 215                   |
| Mayo       | 247                   |
| Junio      | 275                   |
| Julio      | 314                   |
| Agosto     | 328                   |
| Septiembre | 233                   |
| Octubre    | 174                   |
| Noviembre  | 133                   |
| Diciembre  | 119                   |

Fuente: Elaboración propia

En total, en Soria capital de media al año hay 2.540 horas de sol. Esto quiere decir que, al haber 8.760 horas en un año, en Soria, aproximadamente hay sol el 30% del año, por lo que se deduce que los paneles fotovoltaicos funcionarán durante ese tiempo, que es el suficiente para que funcionen anualmente de forma eficiente.

### 5.3. SITUACIÓN ACTUAL

El edificio objeto de este proyecto es un edificio de viviendas de tres plantas situado en la calle Santo Ángel de la Guarda Nº 9, de Soria. Se trata de una comunidad de vecinos con dos pisos por planta, por lo que solamente hay 6 pisos en toda la Comunidad. En la planta baja también hay un local comercial.

La energía que tiene contratada cada piso es de 4 KWh aproximadamente, el local comercial tiene contratados 2 KWh y la comunidad para la iluminación de zonas comunes tiene sólo 1 KWh contratado, por lo que el total contratado en la comunidad son 27 KWh. El consumo total de energía de la comunidad está reflejado en el Anejo número 1 del proyecto, *Patrones mensuales de generación y consumo*.

En la siguiente tabla se detalla la factura eléctrica de la comunidad por meses:

Tabla 2: Factura de la luz por meses

| MESES      | FACTURA DE LA COMUNIDAD |
|------------|-------------------------|
| Enero      | 454,62 €                |
| Febrero    | 356,60 €                |
| Marzo      | 344,61 €                |
| Abril      | 297,92 €                |
| Mayo       | 220,30 €                |
| Junio      | 166,22 €                |
| Julio      | 155,64 €                |
| Agosto     | 163,46 €                |
| Septiembre | 224,55 €                |
| Octubre    | 300,94 €                |
| Noviembre  | 340,50 €                |
| Diciembre  | 423,96 €                |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver, en los meses de invierno, la factura y el consumo de electricidad son mucho más elevados debido a las pocas horas de luz y al frío, pero con la instalación de placas solares se reducirá considerablemente, incluso la compañía devolverá dinero a la comunidad en los meses más favorables debido a la venta de energía eléctrica.

## 6. ESTUDIO DE ALTERNATIVAS

En este apartado se describen las alternativas que se han contemplado en el proyecto para optimizar los resultados, es decir, cuáles son las mejores opciones para que el proyecto sea más eficaz y eficiente.

Las alternativas planteadas en el presente proyecto son las siguientes.

## **6.1. PANELES FOTOVOLTAICOS**

En este apartado se van a estudiar las alternativas en cuanto al tipo, el fabricante y el modelo de los paneles fotovoltaicos que se utilizarán, su ubicación o su inclinación. Es muy importante elegir correctamente todas estas alternativas para obtener el mejor rendimiento posible de los paneles fotovoltaicos.

### **6.1.1. TIPO DE PANELES FOTOVOLTAICOS**

En el mercado existen varios tipos de paneles fotovoltaicos, pero los que más se comercializan son los monocristalinos, policristalinos y amorfos. En los siguientes apartados se describe cada tipo de panel fotovoltaico con sus ventajas y desventajas, para comprobar cuál es el que más se ajusta al proyecto que se está realizando, cuál tiene mejor rendimiento o cuál tiene menor coste.

#### **6.1.1.1. PANELES FOTOVOLTAICOS MONOCRISTALINOS**

Un panel fotovoltaico monocristalino está formado por células monocristalinas, como su propio nombre indica. Estas células se distinguen fácilmente por su color negro y por tener las esquinas recortadas con un chaflán, resultado del proceso de corte de la célula.

La principal ventaja de los paneles fotovoltaicos monocristalinos es que son los más eficientes disponibles en el mercado. Superan consistentemente en eficiencia y rendimiento a los paneles policristalinos y son los más utilizados para sistemas de autoconsumo fotovoltaico. Además, ofrecen un rendimiento superior en comparación con otros tipos de paneles solares.

La única desventaja que tienen los paneles fotovoltaicos monocristalinos es que a corto plazo son algo más caros que los policristalinos porque el coste de fabricación es un poco más elevado, pero, a medio o largo plazo son más rentables por tener mayor rendimiento.

#### **6.1.1.2. PANELES FOTOVOLTAICOS POLICRISTALINOS**

Al igual que los paneles fotovoltaicos monocristalinos, los policristalinos están compuestos por células policristalinas, y se pueden diferenciar por su color azulado, además, no tienen chaflán en las esquinas como los monocristalinos, son cuadrados o rectángulos enteros. Las células de silicio policristalino se fabrican utilizando obleas de silicio como sustrato, las cuales se obtienen cortando un bloque de silicio que ha solidificado lentamente en un crisol, y que está compuesto por varios pequeños cristales de silicio. Este proceso de fabricación es menos costoso que el anterior, pero resulta en una reducción significativa de la eficiencia y el rendimiento de las células. Aunque pueden ser atractivas cuando el costo es un factor determinante para el proyecto, a largo plazo los paneles monocristalinos son más rentables.

En la actualidad, sobre todo desde el año 2020, los paneles policristalinos están dejando de comercializarse por su peor rendimiento frente a las tecnologías monocristalinas.

### **6.1.1.3. PANELES FOTOVOLTAICOS AMORFOS**

Aunque los paneles más habituales son los monocristalinos y los policristalinos, también existen paneles solares de silicio amorfo. La tecnología del silicio amorfo presenta una eficiencia notablemente inferior a las que están basadas en silicio cristalino, principalmente debido a la baja calidad del silicio empleado. Sin embargo, estas células son particularmente adecuadas para uso en interiores o en atmósferas con mucho polvo, entre otros. Actualmente, la implantación de paneles fotovoltaicos amorfos es muy reducida debido a su coste, a que su rendimiento es algo más bajo y a que necesitan un espacio mayor para su implantación.

**El tipo de paneles fotovoltaicos que se van a utilizar en este proyecto serán paneles fotovoltaicos monocristalinos, ya que la única desventaja que tienen es que son algo más caros que el resto, pero son los más eficientes y los que presentan un mayor rendimiento, además de ser los más utilizados para sistemas de autoconsumo fotovoltaico.**

### **6.1.2. FABRICANTE DE PANELES FOTOVOLTAICOS**

Actualmente existen gran cantidad de fabricantes que comercializan paneles fotovoltaicos, pero sobre todo hay cuatro fabricantes que son los más popularizados y que venden mayores cantidades, por lo que se estudiarán estos cuatro fabricantes.

#### **6.1.2.1. JA SOLAR**

JA Solar es una empresa de origen chino fundada en 2005, la cual cuenta con 11 centros de producción y 27 filiales en todo el mundo, llegando a ofrecer sus productos a 33.000 clientes a nivel global. Muchos consumidores trabajan con los módulos de este fabricante por la tecnología superior PERC, que sirve para mejorar la eficiencia de las células solares y siendo JA Solar la marca que ha patentado esta tecnología. Además, ofrecen una garantía de 12 años sobre el producto. Los módulos más utilizados son los monocristalinos de 60 células fotovoltaicas, los indicados para usos residenciales.

#### **6.1.2.2. SUNPOWER**

SunPower es una empresa estadounidense que fue fundada en el año 1985 y desde entonces su crecimiento ha sido continuo, además de estar en constante innovación. Está considerada como una línea de altísima gama dentro de la industria fotovoltaica y tiene la meta de ser líder no sólo en tierra, sino también en mar y aire, mandando su tecnología a la estratosfera. Todo esto y sus paneles solares de primera calidad, con garantías de hasta 25 años en producto, ayudan a que una gran cantidad de compradores apuesten por este fabricante de módulos fotovoltaicos. Además, el compromiso sólido que tienen con el medioambiente les convierte en los líderes de gestión medioambiental del sector.

#### **6.1.2.3. LONGI SOLAR**

LONGi Solar es uno de los mayores fabricantes al nivel mundial. La empresa de origen chino ofrece módulos de alta calidad, haciendo uso de tecnología puntera, apostando por placas monocristalinas y tecnología PERC. Las garantías que ofrece este fabricante de placas solares son de 25 años en producción y 10 años en producto.

#### 6.1.2.4. TRINA SOLAR

Trina Solar es también una empresa de origen chino y es uno de los mayores fabricantes de palcas solares del mundo, juzgando por el número de módulos vendidos. Sus módulos tienen una gran calidad y una alta potencia. La garantía que ofrece Trina para sus módulos es de 25 años en producción y 10 años en producto.

**El fabricante de los paneles fotovoltaicos que se van a utilizar va a ser JA Solar, ya que, aparte de ser los que más se utilizan en usos residenciales, ofrece la tecnología PERC patentada por este fabricante, lo que hace que las células solares sean más eficientes.**

#### 6.1.3. MODELO DE PANELES FOTOVOLTAICOS

Teniendo ya definido el tipo de panel fotovoltaico (monocristalino) y el fabricante de los paneles solares (JA Solar), ahora es momento de definir qué modelo de panel fotovoltaico se ajusta mejor a las necesidades del edificio y haciendo una comparativa entre la potencia, el precio o el tamaño, entre otras variables.

El fabricante JA Solar cuenta con una gran cantidad de modelos de paneles, pero los más comunes y que más se comercializan son los siguientes:

Tabla 3: Comparativa entre los modelos de paneles de JA Solar

| Modelo                | Nº de celdas | Tamaño de celda (mm) | Potencia nominal (W) | Tamaño de panel (mm) | Precio por panel aprox. (€) | Tipo de vivienda |
|-----------------------|--------------|----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------------|------------------|
| JA Solar 60S20-380/MR | 60           | 20                   | 380                  | 1769x1052            | 134,00                      | Pequeña          |
| JA Solar 60S20-385/MR | 60           | 20                   | 385                  | 1769x1052            | 152,50                      | Pequeña/mediana  |
| JA Solar 72S20-450/MR | 72           | 20                   | 450                  | 2112x1052            | 177,85                      | Mediana          |
| JA Solar 72S20-460/MR | 72           | 20                   | 460                  | 2112x1052            | 189,90                      | Mediana          |
| JA Solar 66S30-480/MR | 66           | 30                   | 480                  | 2093x1134            | 194,60                      | Mediana/grande   |
| JA Solar 66S30-490/MR | 66           | 30                   | 490                  | 2093x1134            | 205,30                      | Grande           |

Fuente: Elaboración propia

En la tabla anterior se ha realizado una comparativa entre diferentes modelos de paneles solares del fabricante JA Solar para elegir el que mejor se adapte a las necesidades del edificio del presente proyecto. Cada modelo tiene unas características diferentes, por lo que se ha estudiado el número de celdas en cada panel y su tamaño, y como se puede ver, va del más pequeño al más grande, al igual que la potencia nominal del panel, que va siendo mayor. Algo muy importante a tener en cuenta es el precio de cada panel, que también se ha estudiado del más barato al más caro, ya que

van siendo más grandes y de mayor potencia. El precio de los paneles es algo aproximado y orientativo, ya que depende de dónde se compren varía el precio, además, al comprar una gran cantidad de los mismos, suelen hacer ofertas por comprar al por mayor.

En este caso, lo ideal sería escoger un modelo de panel fotovoltaico intermedio, ya que sería el que mejor se adapta a las necesidades del edificio en el que se van a instalar, al ser un edificio mediano, ya que, así, las características del panel serían de un precio intermedio, unas medidas que se adapten al edificio y una potencia adecuada.

**El modelo de paneles fotovoltaicos que se van a utilizar va a ser JA SOLAR JAM72S20-460/MR, debido a que todas sus características son intermedias y se adaptan bien al presente proyecto.**

#### **6.1.4. UBICACIÓN E INCLINACIÓN DE LOS PANELES FOTOVOLTAICOS**

Dos variantes que van a ser muy importantes en proyecto van a ser la ubicación y la inclinación de los paneles fotovoltaicos, ya que van a definir gran parte de su rendimiento.

La ubicación de los paneles fotovoltaicos no hay duda de que será la cubierta del edificio. No sería lógico pensar que cualquier otra parte del edificio podría tener unas características similares a la cubierta, ya que es donde más sol llega, pero, la cubierta del edificio tiene mucho espacio, además, no toda está orientada al sur.

La cubierta entera del edificio tiene unos 312 metros cuadrados de superficie, pero la mitad de la cubierta está orientada al norte y la otra mitad al sur, por lo que sólo se utilizará la mitad de la cubierta, la orientada al sur, así que el espacio aprovechable son 156 metros cuadrados. La inclinación de la cubierta es del 26% aproximadamente, que es la misma inclinación que deben tener los paneles solares para sacar su máximo rendimiento, por lo que los paneles solares irán anclados a la cubierta del edificio, ya que se considera que así serán muy eficientes.

**Los paneles solares se ubicarán en la parte sur de la cubierta del edificio e irán anclados a la cubierta del edificio con una inclinación del 26% para poder sacar su máximo rendimiento.**

## **6.2. INVERSOR**

En el presente proyecto de instalación de placas fotovoltaicas para autoconsumo, va a ser necesario instalar uno o varios inversores de corriente continua a corriente alterna, ya que el generador fotovoltaico produce energía en corriente continua, y la que se consume en las viviendas y la que se vierte a la red eléctrica es corriente alterna, por lo que es imprescindible instalar al menos un inversor. En este apartado se van a estudiar las alternativas que puede tener el inversor a instalar, como el tipo, la cantidad o el modelo.

## **6.2.1. TIPO DE INVERSOR SEGÚN SU TECNOLOGÍA**

Según su tecnología, hay tres tipos de inversores, que pueden los siguientes:

### **6.2.1.1. INVERSOR STRING, EN CADENA O CENTRALIZADO**

Las instalaciones de paneles solares que incorporan inversores string, también conocidos como inversores en cadena o centralizados, suelen ser la mejor opción para sistemas fotovoltaicos instalados en techos que no están afectados por sombras. En la actualidad, son los más utilizados y económicos disponibles en el mercado, además de requerir un mantenimiento sencillo gracias a su fácil accesibilidad y no implicar costes adicionales.

Un inconveniente que tiene es que el inversor string sólo produce tanta electricidad útil como el panel solar que menos produzca. La generación de electricidad en una instalación con un inversor string puede sufrir el efecto "cuello de botella", o verse reducida drásticamente, si sólo uno o dos de los paneles están con sombra o no están funcionando correctamente.

### **6.2.1.2. MICROINVERSORES**

Los microinversores se instalan en cada placa solar de manera individual. Cada uno de ellos es un convertidor independiente que transforma la corriente continua en corriente alterna in situ, sin necesidad de que la corriente continua viaje hasta el centro de inversión como ocurre con los inversores string. Los microinversores pueden venir integrados directamente en el panel solar o situarse próximo a éste, en la estructura metálica.

Tienen como ventaja que son más eficientes que los inversores string, sin embargo, son más caros y difíciles de mantener o reparar en caso de que ocurra algún problema.

### **6.2.1.3. OPTIMIZADORES DE POTENCIA**

Las instalaciones con optimizadores de potencia contienen los mejores atributos de los inversores string y los microinversores. Los optimizadores de potencia no convierten la electricidad de corriente continua en corriente alterna en el sitio del panel solar, sino que condicionan la electricidad en corriente continua fijando el voltaje de la electricidad, en el momento que es enviada al inversor fotovoltaico.

Ofrecen mejores eficiencias al reducir el efecto de las sombras, pero, al igual que los microinversores, son más caros y difíciles de mantener que los inversores string.

**El inversor que se va a utilizar según su tecnología va a ser un inversor string, ya que el único inconveniente que tiene es que el rendimiento se puede ver afectado por las sombras, que en este caso no existen, además, son los más económicos y utilizados en el mercado.**

## **6.2.2. TIPO DE INVERSOR SEGÚN SU CONFIGURACIÓN ELÉCTRICA**

Una vez decidido que el inversor va a ser string, ahora hay que decidir el tipo de inversor según la configuración eléctrica, los cuales pueden ser monofásicos o trifásicos, en este apartado se va a estudiar cuál es la mejor opción.

### **6.2.2.1. INVERSORES MONOFÁSICOS**

Los inversores monofásicos sirven para instalaciones de pequeña potencia, menos de 15 KW, y sólo tienen una rama de módulos en serie por inversor. Solo emplean una fase y una única corriente alterna. Al tener sólo una rama, habría que instalar más de un inversor monofásico, por lo que incrementaría el coste.

### **6.2.2.2. INVERSORES TRIFÁSICOS**

Los inversores trifásicos sirven para instalaciones de mediana y gran potencia, más de 15 KW y emplean varias ramas conectadas en paralelo de módulos en serie por inversor. Están formados por tres fases y tres diferentes corrientes alternas. Al vender la electricidad a la Red Eléctrica, es más favorable que la conexión sea trifásica.

**El inversor que se va a utilizar según su configuración eléctrica es un inversor trifásico multi-rama, ya que va a ser una instalación de más de 15 KW y como la electricidad se va a vender a la Red Eléctrica, es más favorable que la conexión sea trifásica.**

## **6.2.3. FABRICANTE DEL INVERSOR**

Actualmente existen gran cantidad de fabricantes que comercializan inversores para paneles fotovoltaicos, pero sobre todo hay cuatro fabricantes que son los más popularizados y que venden mayores cantidades, por lo que se estudiarán estos cuatro fabricantes.

### **6.2.3.1. FRONIUS**

Fronius es un fabricante austriaco de inversores solares con más de 75 años de experiencia, actualmente domina el mercado debido a la calidad, el rendimiento y la confiabilidad de sus productos. Además, destaca por sus precios competitivos, amplias garantías y excelente servicio técnico. Las diferentes características y potencias de los inversores Fronius hacen que los aparatos se adapten a cualquier tipo de instalación, bien residencial o industrial. Sus productos suelen tener una garantía de 7 años.

### **6.2.3.2. SOLAR EDGE**

SolarEdge es una de las empresas fabricantes de materiales fotovoltaicos líderes en el sector del autoconsumo, teniendo presencia en varios países del mundo y ofreciendo desde placas solares hasta accesorios para sistemas fotovoltaicos. Dos ventajas son que la puesta en marcha se realiza a través de una aplicación de móvil llamada SolarEdge SetApp y que las garantías de sus productos oscilan entre los 12 y los 25 años.

### **6.2.3.3. SMA**

SMA es uno de los líderes en el sector de los inversores fotovoltaicos. El fabricante alemán se diferencia por la alta calidad de sus productos, su innovación, la alta calidad de su servicio técnico y por sus garantías. Estos inversores se caracterizan por ser modelos compactos, tener un gran rendimiento y la facilidad de la puesta en marcha. La garantía que SMA ofrece en España es de 10 años.

### **6.2.3.4. HUAWEI**

La conocida empresa tecnológica Huawei apuesta también por la energía solar, siendo uno de los mayores fabricantes de inversores solares a nivel global. Esta marca cuenta con una aplicación llamada FusionSolar disponible tanto en Google Play como en App Store en la que se puede ver la generación de energía de las placas solares, la electricidad que se está utilizando en la vivienda, la energía que se está consumiendo de la red eléctrica e incluso los ingresos diarios por verter energía a la red eléctrica.

**Al tener todos los fabricantes de inversores características muy parecidas, la marca de inversor que se va a utilizar va a ser Huawei, ya que aparte de ser la más utilizada, cuenta con la aplicación FusionSolar y es más interactivo y entretenido para las personas que viven en el edificio.**

## **6.2.4. MODELO Y UNIDADES DEL INVERSOR**

Una vez decidido que el inversor va a ser trifásico, string y de la marca Huawei, ahora hay que decidir las unidades del inversor, lo que conlleva decidir ya el modelo, ya que el inversor es el que limita la generación fotovoltaica, y su potencia en KWn debe ser superior a la potencia pico de la instalación fotovoltaica. Se debe estudiar si es más favorable instalar uno o dos inversores

La elección de un inversor solar viene dada básicamente por la potencia instalada, ya que el inversor tiene que contar con la resistencia suficiente para recibir la energía producida por las placas fotovoltaicas. La potencia pico de este proyecto son 27,6 KWp, por lo que, la potencia del inversor, o la suma de la potencia de los dos inversores, debe ser como mínimo de 27,6 KWn.

### **6.2.4.1. UN INVERSOR**

Si se decide poner solamente un inversor, éste debe ser potente, ya que al ser la potencia pico de la instalación 27,6 KWp, debe tener esa potencia nominal como mínimo. Huawei comercializa inversores de una potencia nominal definida, por lo que habrá que elegir un inversor superior a 27,6 KW. Los inversores que tiene Huawei son de potencias 12, 15, 17, 20, 25, 30, 36 o 40 KWn, por lo que el que más se ajusta es el de 30 kilovatios nominales de potencia. Éste tiene 8 entradas y 4 MPPTs, una tensión máxima de entrada de 1.100 voltios y una intensidad máxima de entrada por MPPT de 26 amperios. Su precio ronda los 2.800 euros.

### **6.2.4.2. DOS INVERSORES**

Si se decide poner dos inversores, la suma de ambas potencias nominales debe ser mayor de la potencia pico de la instalación, que es 27,6 KWp. Los inversores que

comercializa Huawei son de potencias 12, 15, 17, 20, 25, 30, 36 o 40 KWn, por lo que debería ser un inversor de 12 KWn y otro de 17 KWn, sumando así una potencia nominal de la instalación de 29 kilovatios nominales. Ambos inversores tienen 4 entradas y 2 MPPTs, una tensión máxima de entrada de 1.100 voltios y una intensidad máxima de entrada por MPPT de 20 amperios. El precio de ambos ronda los 2.000 euros, por lo que los dos sumarían un precio total de 4.000 euros.

Se ha realizado una tabla comparativa para ver la diferencia entre instalar un inversor o dos:

Tabla 4: Comparativa entre inversores a instalar

| <b>Especificaciones técnicas</b>      | <b>Un inversor Huawei SUN2000-30KTL-M3</b> | <b>Suma de un inversor Huawei SUN2000-12KTL-M5 y otro Huawei SUN2000-17KTL-M5</b> |
|---------------------------------------|--------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Máxima eficiencia                     | 98,7 %                                     | 98,4 %                                                                            |
| Tensión máxima de entrada             | 1,100 V                                    | 1,100 V                                                                           |
| Cantidad de entradas                  | 8                                          | 4+4=8                                                                             |
| Cantidad de MPPTs                     | 4                                          | 2+2=4                                                                             |
| Intensidad máxima de entrada por MPPT | 26                                         | 20                                                                                |
| Potencia nominal activa CA            | 30 KW                                      | 12+17=29 KW                                                                       |
| Peso                                  | 43 Kg                                      | 21+21=42 Kg                                                                       |
| Precio                                | 2.800 €                                    | 2.000+2.000 = 4.000 €                                                             |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede comprobar en la tabla comparativa, las especificaciones técnicas del inversor Huawei de 30 KWn y las especificaciones técnicas de la suma de los inversores Huawei de 12 y 17 KWn son bastante parecidas. La eficiencia es bastante similar, sólo se diferencia en un 0,3% y la tensión máxima de entrada es la misma. En cuanto al número de entradas, el de 30 KWn tiene 8 entradas, es decir, dos entradas por cada MPPT. Sumando las características de los inversores de 12 y 17 KWn, cuentan con las mismas entradas y MPPTs que el inversor de 30 KWn. La potencia nominal activa de corriente alterna y el peso son también bastante parecidas, algo más en ambos casos el inversor de 30 KWn, pero son diferencias casi inapreciables. En el caso del precio sí que hay bastante diferencia, ya que el inversor de 30 KWn cuesta 2.800 euros y cada inversor de 12 y 17 KWn cuesta 2.000 euros, por lo que suman 4.000 euros y es una inversión bastante más elevada.

**En el presente proyecto se va a instalar UN inversor Huawei SUN2000-30KTL-M3, ya que se ha comprobado y demostrado que es mejor en relación calidad-precio y tiene mejores características que utilizar dos inversores de menor potencia.**

## 7. INGENIERÍA DEL PROYECTO

En este apartado de ingeniería del proyecto se describe brevemente el funcionamiento de un sistema fotovoltaico de autoconsumo, así como la instalación que se realizará y la descripción de los equipos.

### 7.1. DESCRIPCIÓN DE UN SISTEMA DE AUTOCONSUMO

Un sistema fotovoltaico de autoconsumo se describe perfecta y sencillamente en la Figura 1. El generador fotovoltaico formado por una serie de módulos conectados entre sí transforma la energía del sol en energía eléctrica. No obstante, los módulos fotovoltaicos producen corriente continua y la que se consume en las viviendas es corriente alterna, por lo que se necesita un inversor, que la transforma en corriente alterna a la misma frecuencia que la red eléctrica para poder ser utilizada. Los módulos fotovoltaicos producen una corriente continua proporcional a la irradiación solar que incide sobre ellos.

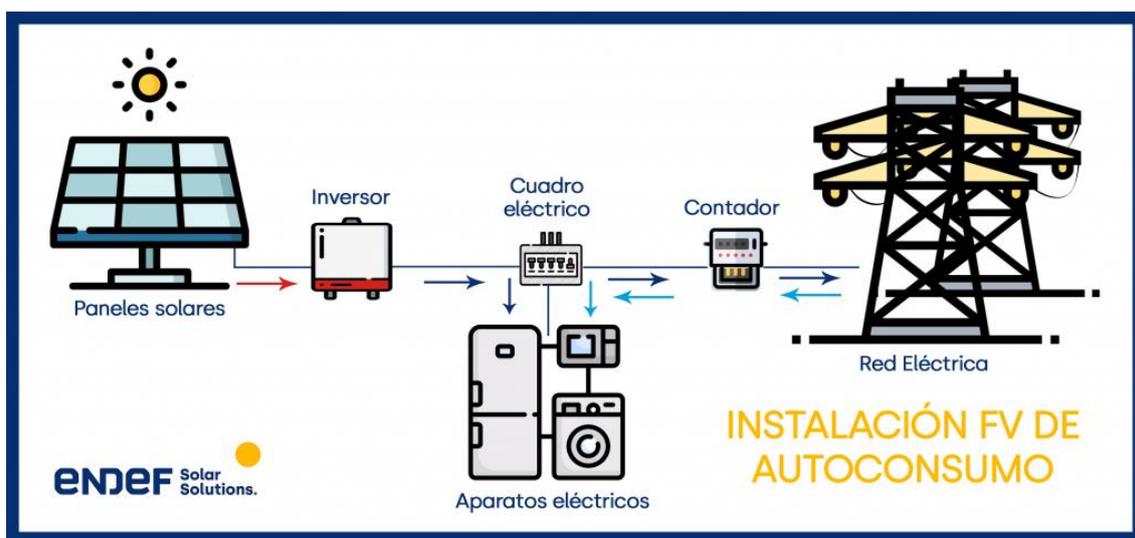


Figura 4: Esquema de un sistema fotovoltaico de autoconsumo con excedentes.

Fuente: endef.com

Como se observa en la Figura 1, la generación procede de los módulos fotovoltaicos, que transforman la energía solar en energía eléctrica y corriente continua, representada en la Figura con una flecha roja. Esa corriente sólo lleva una dirección, que seguidamente llega al inversor, el cual transforma la corriente continua en corriente alterna, representada con una flecha azul oscura. Al llegar al cuadro eléctrico, la corriente puede tomar dos direcciones, si los aparatos eléctricos demandan corriente, ésta irá a ellos, pero si sobra electricidad, ésta se inyectará en la Red Eléctrica, pasando primero por un contador bidireccional, para saber cuánta energía eléctrica se cede. Al ser el contador bidireccional, también cuenta cuánta energía eléctrica se consume de la Red Eléctrica en caso de que la demanda supere a la producción de los paneles solares.

La instalación de Autoconsumo se plantea como una forma de ahorrar en la factura eléctrica, ya que toda la energía que proviene de la instalación no es facturada, sólo la que se toma de la Red Eléctrica, en caso de que sea necesario, será facturada. También se recibirá una compensación por la energía sobrante que se inyecta en la Red Eléctrica.

El periodo de amortización de la instalación depende de los siguientes factores:

- Potencial solar de la instalación: latitud, inclinación y orientación del generador, existencia o no de sombras.
- Porcentaje de Energía Producida o Consumida.
- Potencia nominal de la instalación: Con respecto a este punto, es importante destacar que la potencia nominal debe de estar lo más ajustada posible a la curva de consumos del cliente.

En una misma instalación se pueden emplear inversores de diversas potencias, cada uno con su generador fotovoltaico de forma independiente, lo que permite realizar operaciones de mantenimiento en una parte de la instalación sin interferir en el resto y concede una gran adaptabilidad al sistema en lo que respecta a:

- Potencia nominal.
- Posibilidad de ampliación.
- Adaptación a las particularidades del emplazamiento: minimización de sombras, utilización de diversos campos con orientaciones e inclinaciones diversas.

## 7.2. DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

La instalación se ubicará en la Comunidad de Propietarios de la calle Santo Ángel de la Guarda, Nº 9, en Soria, a petición de sus vecinos.

La potencia nominal de la instalación propuesta en corriente continua es de 30 kWn, para lo cual se empleará sólo un inversor HUAWEI SUN2000-30KTL-M3 (30 kWn) de la firma comercial HUAWEI.

El generador fotovoltaico se situará sobre la cubierta, propiedad de los clientes, sin existir ninguna sombra sobre el campo generador, y los módulos irán distribuidos en 5 ramas de un número de módulos conectados en serie para el inversor.

Consiguientemente el generador fotovoltaico de la instalación estará formado por 60 módulos JA SOLAR JAM72S20-460/MR, de 460 Wp, siendo por tanto la potencia del campo de paneles total de 27.600 Wp. El área necesaria para ubicar este campo de módulos será de 135 m<sup>2</sup> aproximadamente (dependiendo de la distribución que se escoja y el emplazamiento disponible).

El inversor tiene un rango de tensión de entrada (DC) bastante amplio, sin embargo, para alcanzar el punto óptimo de funcionamiento de estos se empleará en el caso del inversor HUAWEI SUN2000-30KTL-M3 (30 kWn) 6 ramas en paralelo de un número de módulos fotovoltaicos en serie de 460 Wp.

Al tratarse de una instalación sobre cubierta, y estar limitados en cuanto a superficie se refiere, colocaremos los paneles superpuestos a cubierta con una inclinación del

26% y la orientación SUR asumiendo las mínimas pérdidas de causadas por la orientación e inclinación. Los componentes básicos de la instalación serán:

Tabla 5: Componentes de la instalación

| Ítem | Descripción                                             | Cantidad |
|------|---------------------------------------------------------|----------|
| 1    | Módulo Fotovoltaico JA SOLAR JAM72S20-460/MR, de 460 Wp | 60       |
| 2    | Inversor HUAWEI SUN2000-30KTL-M3 (30 kWn)               | 1        |
| 3    | Sistema de fijación para 60 módulos                     | 1        |
| 4    | Kit de instalación: cableado, caja de conexiones, etc.  | 1        |

Fuente: Elaboración propia

### 7.2.1. MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

Para la realización de este proyecto se propone la utilización de módulos fabricados con células de silicio mono-cristalino de elevado rendimiento. Estos módulos los fabrica JA SOLAR en su factoría. Interesa insistir en que la tecnología de fabricación de estos módulos ha superado unas pruebas de homologación muy estrictas que permiten garantizar, por un lado, una gran resistencia a la intemperie y, por otro, un elevado aislamiento entre sus partes eléctricamente activas y accesibles externamente. En los anexos de este proyecto se recogen la ficha técnica y los certificados de conformidad de este modelo de placas fotovoltaicas.

Características físicas y eléctricas del módulo JAM72S20-460/MR:

Tabla 6: Características físicas y eléctricas de los módulos

| <b>Características físicas del módulo JAM72S20-460/MR</b>    |            |      |
|--------------------------------------------------------------|------------|------|
| Anchura                                                      | 1052       | mm   |
| Altura                                                       | 2112       | mm   |
| Peso                                                         | 24,7       | Kg   |
| Nº de células                                                | 144 (24x6) | Uds. |
| <b>Características eléctricas del módulo JAM72S20-460/MR</b> |            |      |
| Potencia                                                     | 460        | Wp   |
| Corriente de Cortocircuito                                   | 11,45      | A    |
| Corriente de Máxima Potencia                                 | 10,92      | A    |
| Tensión de Circuito Abierto                                  | 50,01      | V    |
| Tensión de Máxima Potencia                                   | 42,13      | V    |

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la solución propuesta, el generador solar a instalar sería de 27,6 kWp. Para conseguir esta potencia se utilizará un sistema constituido por 60 módulos JA SOLAR JAM72S20-460/MR (460Wp), que irán conectados en serie/paralelo a un inversor solar fotovoltaico HUAWEI SUN2000-30KTL-M3.

Los módulos fotovoltaicos estarán dispuestos en posición horizontal, formando 5 filas de 12 módulos fotovoltaicos por fila, dispuestas por toda la cubierta del edificio, habiendo 6 ramas generadoras, de 10 paneles cada una. Como el inversor tiene 8 entradas, no hay ningún problema, ya que al sólo tener 4 MPPTs, al primero y al segundo entrarán dos ramas generadoras a cada uno, lo que suman una intensidad de entrada de 21,84 amperios al primer y segundo MPPT, pero tampoco hay problema porque la intensidad de entrada máxima por MPPT del inversor que se va a utilizar es de 26 amperios. Las características eléctricas de cada rama generadora se detallan en la siguiente tabla.

Tabla 7: Características eléctricas de cada rama generadora

| INVERSOR HUAWEI SUN2000-30KTL-M3 |             |            |              |              |                     |
|----------------------------------|-------------|------------|--------------|--------------|---------------------|
| Entrada inversor                 | Nº de ramas | Nº paneles | I de entrada | V de entrada | Potencia de entrada |
| MPPT A                           | 2           | 20         | 21,84 A      | 421,30 Vdc   | 9,20 KW             |
| MPPT B                           | 2           | 20         | 21,84 A      | 421,30 Vdc   | 9,20 KW             |
| MPPT C                           | 1           | 10         | 10,92 A      | 421,30 Vdc   | 4,60 KW             |
| MPPT D                           | 1           | 10         | 10,92 A      | 421,30 Vdc   | 4,60 KW             |

Fuente: Elaboración propia

### 7.2.2. INVERSOR

Como ya se ha visto en el estudio de alternativas, el inversor que se instalará en el presente proyecto será el inversor HUAWEI SUN2000-30KTL-M3 (30 kWn), el cual se detalla posteriormente. Los inversores de corriente trifásica sin transformador de la marca comercial Huawei son aptos especialmente para la construcción descentralizada de instalaciones fotovoltaicas en el ámbito comercial e industrial. En combinación con colectores de ramales, los aparatos permiten una construcción sencilla y flexible de la instalación fotovoltaica.

El rango de tensión de entrada para el inversor HUAWEI SUN2000-30KTL-M3 (30 kWn) se ha dimensionado holgadamente ya que el rango de tensiones para su funcionamiento en MPPT está comprendido entre 200V y 1000V. El grado de rendimiento máximo es aproximadamente del 98,7%. En el área de descarga de la página web de Huawei, se puede descargar gratuitamente el software actual. También lleva un aparato llamado Smart Logger 3000A, que es un registrador de datos para los inversores Huawei de elevada potencia de la familia KTL, ya que esta gama de inversores a partir de los modelos de 30kW no llevan webserver interno, por lo que es necesario este complemento para poder comunicar con el portal del fabricante los datos que registra el inversor, así como para realizar varias configuraciones. El cometido de este Huawei SmartLogger 3000A es enviar al portal del fabricante la información registrada por el inversor para poder monitorizar la planta solar y también incorpora Puerto Ethernet, Conectividad Wifi y Conectividad 2G/3G/4G.

Características del inversor HUAWEI SUN2000-30KTL-M3:

Tabla 8: Características del inversor

| Características                       | Inversor Huawei SUN2000-30KTL-M3 |
|---------------------------------------|----------------------------------|
| Máxima eficiencia                     | 98,7 %                           |
| Tensión máxima de entrada             | 1,100 V                          |
| Cantidad de entradas                  | 8                                |
| Cantidad de MPPTs                     | 4                                |
| Intensidad máxima de entrada por MPPT | 26                               |
| Potencia nominal activa CA            | 30 KW                            |
| Peso                                  | 43 Kg                            |
| Precio                                | 2.800 €                          |

Fuente: Elaboración propia

### 7.2.3. SISTEMA DE FIJACIÓN

Un aspecto importante a tener en cuenta a la hora de realizar el montaje de la instalación fotovoltaica es la estructura y el sistema de fijación. Se entiende como una óptima estructura aquella que es económica, pero también sencilla y rápida de montar. La estructura está dimensionada con perfiles de aluminio como los de la siguiente imagen:

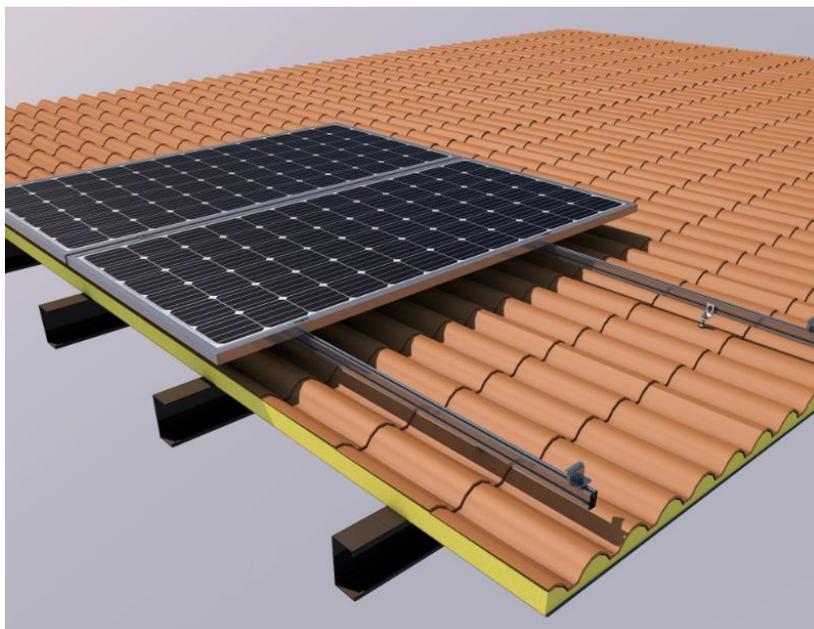


Figura 5: Sistema de fijación de los paneles fotovoltaicos.

Fuente: leroymerlin.es

Como se puede observar en la anterior figura, el sistema de fijación de los paneles fotovoltaicos serán raíles de aluminio dispuestos a lo largo de la cubierta, en la misma dirección de la teja, por lo que los paneles estarán dispuestos en posición horizontal.

Estos perfiles de aluminio tienen un coste de 130 euros cada par, y habrá 12 filas de estos perfiles dispuestas por toda la cubierta. Esto se debe tener en cuenta para más tarde para realizar el presupuesto.

#### **7.2.4. CONTADORES, PROTECCIONES Y CABLEADO**

El cable que se utilizará será cable de cobre flexible con aislamiento XLPE de distintos tamaños de sección para la parte de CC y CA.

La instalación, en cualquiera de las propuestas, cumple con todas las consideraciones técnicas expuestas en el Real Decreto en vigor, así como con la propuesta de seguridad del pliego técnico que nos ocupa y contará con los siguientes elementos:

1. Contador de entrada-salida. Este contador es una exigencia del Real Decreto y su objetivo es contabilizar tanto la cantidad de energía que el cliente consume como la cantidad de energía que el cliente inyecta a la red eléctrica (en caso de que existiera).
2. Interruptores automáticos en corriente continua, que será un interruptor magnetotérmico especial de corriente continua con el fin de proteger las ramas de corriente continua que unen los módulos fotovoltaicos con los inversores.
3. Interruptor automático de interconexión controlado por software, controlador permanente de aislamiento, aislamiento galvánico y protección frente a funcionamiento en isla, incluidas en el inversor. Los umbrales permitidos son en frecuencia entre 48 y 51 Hz y en tensión entre 0,85 y 1,1 Um. También el inversor contiene un interruptor del lado de continua.
4. Aislamiento clase II en todos los componentes: módulos, cableado, cajas de conexión, etc.

## **8. ESTUDIO ECONÓMICO DEL PROYECTO**

Un punto que es importante conocer es la rentabilidad del proyecto, cuánto dinero generará y en cuántos años se recuperará la inversión, por lo que hay que calcular

En este proyecto, la inversión la hacen los propietarios de los pisos y hay que calcular si es rentable o no y en cuántos años se recuperará la inversión.

El VAN es de 4.423,15 € y la TIR de 7,58 %.

La inversión se recuperará en 5 años y 3 meses.

Todos estos cálculos están reflejados en el Anejo número 3, estudio de viabilidad económica.

## 9. ESTUDIO AMBIENTAL DEL PROYECTO

Los módulos fotovoltaicos son un instrumento de producción de energía, ya que producen mucha más energía de la que consumen y la obtienen de una fuente inagotable y no contaminante como el sol. Los principales consumos energéticos se producen en la fabricación del módulo y de la estructura de montaje, siendo favorable su balance energético con un período de recuperación energético o pay-back energético que actualmente es de 2-3 años, y que disminuirá sensiblemente, al mejorar la tecnología.

### 9.1. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES

La energía solar fotovoltaica, como fuente renovable, representa una fórmula energética radicalmente más respetuosa con el medio ambiente que las energías convencionales debido a que se dispone de recursos inagotables para cubrir las necesidades energéticas. Un elemento específico favorable a la energía solar fotovoltaica es que su aplicación suele tener lugar en el ámbito local, lo que hace innecesaria la creación de infraestructuras de transporte energético desde los puntos de producción a los de consumo.

Las principales cargas ambientales se producen en las operaciones extractivas de las materias primas, aunque la mayor parte de las células fotovoltaicas que se fabrican en la actualidad son de silicio, que es un material obtenido a partir de la arena y por tanto muy abundante, y del que no se requieren cantidades significativas, así como en el proceso industrial de fabricación de las células y módulos fotovoltaicos y de la estructura de montaje. En la fase de uso, las cargas ambientales son prácticamente despreciables y no implican emisiones de productos tóxicos, ya que sólo suponen ligeras tareas manuales de limpieza y supervisión.

Es la fase de eliminación de los módulos la menos estudiada, ya que se trata de sistemas relativamente recientes y para los que no se han establecido vías claras de retirada. Por lo general, cuando un módulo se daña, vuelve al productor para su reparación, reutilización o desechado. El vidrio y el aluminio podrían reutilizarse, o al menos incorporarse a los cauces de reciclado, al igual que el cadmio, aunque en este caso no existen procesos sistematizados.

En el medio físico no existen afecciones ni sobre la calidad del aire ni sobre los suelos, no provocándose ruidos ni afectándose tampoco a la hidrología existente, aunque hay que tener especial cuidado con los impactos que se puedan derivar de una mala gestión de los módulos fotovoltaicos una vez agotada su vida útil, implementando estrategias de reciclado y reutilización de los materiales que constituyen el módulo fotovoltaico.

El principal impacto sobre el medio físico es el del efecto visual sobre el paisaje, susceptible de ser enmascarado o reducido en la mayoría de las instalaciones, para lo cual debe buscarse una integración respetuosa con el medio ambiente y los edificios. Respecto al medio biótico, no existen efectos significativos sobre flora y fauna.

## 9.2. EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DE CO<sub>2</sub> EVITADAS

La creciente preocupación por las consecuencias ambientales, sociales y económicas del cambio climático, y su reflejo en los compromisos derivados de los acuerdos alcanzados en Kioto, junto al hecho de que la producción y el consumo de energía son los principales responsables de las emisiones de gases de efecto invernadero, sitúan al sector energético como clave para alcanzar los objetivos y a la eficiencia energética y el desarrollo de las energías renovables como los principales instrumentos para conseguirlos.

De los seis gases o grupos de gases de efecto invernadero contemplados en el Protocolo de Kioto, el CO<sub>2</sub> representa por sí solo las tres cuartas partes del total, y más del 90% de aquél es de origen energético. De ahí la gran importancia de las políticas capaces de limitar las emisiones de CO<sub>2</sub> para cualquier estrategia de limitación de gases de efecto invernadero y el destacado papel que juega en ella el desarrollo de las energías renovables, como sucede igualmente en otros importantes objetivos de protección medioambiental.

En el caso del CO<sub>2</sub>, la actuación rápida cobra mayor importancia por el largo plazo que transcurre entre la adopción de medidas y su incidencia efectiva sobre las emisiones.

Para muchos problemas medioambientales hay tratamientos de final de proceso relativamente rápidos o se pueden combatir con modificaciones de la tecnología actual, como ocurre con la disminución de emisiones de SO<sub>2</sub> o la eliminación del plomo en las gasolinas, pero no ocurre lo mismo con el CO<sub>2</sub>, para cuyas emisiones, inherentes a la utilización de combustibles fósiles, no existe actualmente ninguna tecnología viable capaz de absorberlas.

Por tanto, la única forma actual de limitar las emisiones de CO<sub>2</sub> es a través de la modificación de estructuras, procesos, equipos y comportamientos relacionados con la utilización de la energía. La larga vida útil de las inversiones en el sector energético hace que las estrategias relativas al CO<sub>2</sub> tengan unos plazos de aplicación mucho más largos que las aplicadas a otros problemas medioambientales. Y es aquí donde la planificación del desarrollo a largo plazo de las energías renovables y, en consecuencia, de las instalaciones fotovoltaicas, juegan un papel decisivo.

## 9.3. BALANCE MEDIOAMBIENTAL DE LA INSTALACIÓN

La energía solar fotovoltaica ayuda a disminuir problemas medioambientales como:

- El Efecto Invernadero (Provocado por las emisiones de CO<sub>2</sub>)
- La Lluvia Ácida (Provocada por las emisiones de CO<sub>x</sub>)

Según un informe de la Agencia Europea del Medio Ambiente, el factor de emisión de CO<sub>2</sub> en España en 2019 fue de 0,246 kg CO<sub>2</sub>/kWh. Esto significa que, en promedio, se emiten 0,246 kg de CO<sub>2</sub> por cada kWh de energía producida a partir de combustibles fósiles.

La siguiente tabla recoge el resumen de la aportación del sistema a la conservación de medioambiente:

Tabla 9: Cantidad de CO<sub>2</sub> que deja de emitirse

| Mes            | Energía Total Generada (KWh) | Cantidades de CO <sub>2</sub> que dejan de emitirse a la atmósfera (Kg) |
|----------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|
| Enero          | 2.605                        | 640,83                                                                  |
| Febrero        | 2.896                        | 712,42                                                                  |
| Marzo          | 3.782                        | 930,37                                                                  |
| Abril          | 4.010                        | 986,46                                                                  |
| Mayo           | 4.544                        | 1.117,82                                                                |
| Junio          | 4.653                        | 1.144,64                                                                |
| Julio          | 5.158                        | 1.268,87                                                                |
| Agosto         | 4.884                        | 1.201,46                                                                |
| Septiembre     | 4.162                        | 1.023,85                                                                |
| Octubre        | 3.514                        | 864,44                                                                  |
| Noviembre      | 2.488                        | 612,05                                                                  |
| Diciembre      | 2.506                        | 616,47                                                                  |
| <b>AL AÑO:</b> | <b>45.202</b>                | <b>11.119,69</b>                                                        |

Fuente: Elaboración propia

## 10. RESUMEN DEL PRESUPUESTO

A continuación, se muestra el presupuesto por capítulos y resumen del mismo:

|                                         |          |
|-----------------------------------------|----------|
| - Paneles fotovoltaicos (189,90 € x 60) | 11.394 € |
| - Inversor                              | 2.800 €  |
| - Smart Logger 3000 A                   | 750 €    |
| - Cableado, cajas y protecciones        | 3.287 €  |
| - Sistema de fijación (130 € x 12)      | 1.560 €  |
| - Mano de obra                          | 3.500 €  |

**Presupuesto de ejecución material 23.291 €**

IVA (21%) 4.891,11 €

**Presupuesto de ejecución por contrata con IVA 28.182,11€**

El presupuesto de ejecución por contrata con IVA asciende a la cantidad de **VEINTIOCHO MIL CIENTO OCHENTA Y DOS EUROS Y ONCE CÉNTIMOS.**

Soria, junio de 2024

Fdo:

Alumno: Alonso Sanz Tejedor

## 11. CONCLUSIONES

En definitiva, creo que sí que es beneficioso instalar paneles fotovoltaicos para autoconsumo en los hogares, ya que, como he demostrado, sí que es rentable y se puede vender la energía a la Red Eléctrica, recuperando así la inversión realizada. Además, es sostenible y es una energía renovable que no contamina, dejando de emitir numerosos kilogramos de dióxido de carbono a la atmósfera para no beneficiar así al efecto invernadero. Además, la instalación de placas fotovoltaicas proporciona una mayor independencia energética y puede aumentar el valor de la propiedad, ya que los compradores potenciales pueden estar dispuestos a pagar más por una propiedad que tenga un sistema de energía renovable instalado y que ofrezca menores costes operativos.

En conclusión, la instalación de placas solares no solo es una decisión ecológicamente responsable, sino también una inversión económica inteligente que ofrece numerosos beneficios a corto, medio y largo plazo.

### BIBLIOGRAFÍA:

ENDEF: Tipos de instalaciones solares fotovoltaicas

<https://endef.com/tipos-instalaciones-solares-fotovoltaicas/>

SOTYSOLAR: Instalación fotovoltaica de autoconsumo

<https://sotysolar.es/autoconsumo/instalacion>

SELECTRA: Normativa para la instalación de placas solares

<https://selectra.es/autoconsumo/info/normativa>

IDAE: Normativa de autoconsumo

<https://www.idae.es/tecnologias/energias-renovables/oficina-de-autoconsumo/normativa-de-autoconsumo>

PLENA ENERGÍA: Inversor monofásico y trifásico

<https://www.plena-energia.com/post/inversor-monofasico-trifasico>

WEATHER ONLINE: Horas de sol en Soria

[https://www.woespana.es/weather/maps/city?FMM=1&FYY=2023&LYY=2023&WMO=08148&CONT=eses&REGION=0005&LAND=SP&ART=SOS&R=0&NOREGION=0&LEVEL=162&LANG=es&MOD=MOA#google\\_vignette](https://www.woespana.es/weather/maps/city?FMM=1&FYY=2023&LYY=2023&WMO=08148&CONT=eses&REGION=0005&LAND=SP&ART=SOS&R=0&NOREGION=0&LEVEL=162&LANG=es&MOD=MOA#google_vignette)

LUMISOLAR: Inversor Huawei

<https://lumisolar.es/huawei-inversor-trifasico-sun-2000-40kti-m3>

SUNDEPOT: Certificado inversor

[https://www.sundepot.es/wp-content/uploads/2024/01/Huawei\\_Certificate\\_UNE-217001\\_2-50KTL-M3\\_ES.pdf](https://www.sundepot.es/wp-content/uploads/2024/01/Huawei_Certificate_UNE-217001_2-50KTL-M3_ES.pdf)

TUENERGIA: Diferencia entre potencia pico y nominal

<https://www.tuenergia.es/post/diferencias-potencia-pico-nominal>

SUNFIELDS: Tipos de paneles solares

<https://www.sfe-solar.com/noticias/articulos/tipos-de-placas-solares/>

OTOVO: Fabricantes de placas solares

<https://www.otovo.es/blog/placas-solares/fabricantes-de-placas-solares/>

EFFECTOSOLAR: Tienda de paneles e inversores

<https://efectosolar.es/tienda/>

ENDESA: Calcular consumo eléctrico de una casa

<https://www.endesa.com/es/blog/blog-de-endesa/luz/calcular-consumo-electrico-casa>

OTOVO: Cómo elegir el mejor inversor solar

<https://www.otovo.es/blog/placas-solares/inversores-solares/>

LUMISOLAR: Cómo funciona la aplicación Fusion Solar de Huawei

<https://lumisolar.es/blog/como-funciona-la-aplicacion-fusionsolar>

LEROY MERLIN: Soporte para paneles solares

<https://www.leroymerlin.es/productos/energias-renovables/energia-solar/soportes-cables-y-protecciones/soportes-y-estructuras-para-tejados-inclinados/>

BOE: Reales Decretos

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2019-5089>

AUTOSOLAR: Venta y certificado paneles

<https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-ja-solar-460w-24v-monocristalino-perc>

FACTORENERGIA: Placas solares y medio ambiente

<https://www.factorenergia.com/es/blog/autoconsumo-electrico/cuida-el-medio-ambiente-con-paneles-solares/#:~:text=La%20energ%C3%ADa%20producida%20por%20los,se%20libera%20al%20medio%20ambiente.>

NOVALUZ: Impacto medioambiental de los paneles fotovoltaicos

<https://novaluz.es/energia-limpia-para-empresas/impacto-ambiental-de-los-paneles-fotovoltaicos/>



# ANEJO Nº 1: PATRONES MENSUALES DE GENERACIÓN Y CONSUMO

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                         |    |
|-----------------------------------------|----|
| <b>1. GENERACIÓN DE ENERGÍA</b> .....   | 2  |
| <b>1.1. GENERACIÓN ENERO</b> .....      | 3  |
| <b>1.2. GENERACIÓN FEBRERO</b> .....    | 3  |
| <b>1.3. GENERACIÓN MARZO</b> .....      | 4  |
| <b>1.4. GENERACIÓN ABRIL</b> .....      | 4  |
| <b>1.5. GENERACIÓN MAYO</b> .....       | 5  |
| <b>1.6. GENERACIÓN JUNIO</b> .....      | 5  |
| <b>1.7. GENERACIÓN JULIO</b> .....      | 6  |
| <b>1.8. GENERACIÓN AGOSTO</b> .....     | 6  |
| <b>1.9. GENERACIÓN SEPTIEMBRE</b> ..... | 7  |
| <b>1.10. GENERACIÓN OCTUBRE</b> .....   | 7  |
| <b>1.11. GENERACIÓN NOVIEMBRE</b> ..... | 8  |
| <b>1.12. GENERACIÓN DICIEMBRE</b> ..... | 8  |
| <b>2. CONSUMO DE ENERGÍA</b> .....      | 9  |
| <b>1.1. CONSUMO ENERO</b> .....         | 10 |
| <b>1.2. CONSUMO FEBRERO</b> .....       | 10 |
| <b>1.3. CONSUMO MARZO</b> .....         | 11 |
| <b>1.4. CONSUMO ABRIL</b> .....         | 11 |
| <b>1.5. CONSUMO MAYO</b> .....          | 12 |
| <b>1.6. CONSUMO JUNIO</b> .....         | 12 |
| <b>1.7. CONSUMO JULIO</b> .....         | 13 |
| <b>1.8. CONSUMO AGOSTO</b> .....        | 13 |
| <b>1.9. CONSUMO SEPTIEMBRE</b> .....    | 14 |
| <b>1.10. CONSUMO OCTUBRE</b> .....      | 14 |
| <b>1.11. CONSUMO NOVIEMBRE</b> .....    | 15 |
| <b>1.12. CONSUMO DICIEMBRE</b> .....    | 15 |
| <b>3. BALANCE DE ENERGÍA</b> .....      | 16 |

# 1. GENERACIÓN DE ENERGÍA

El generador fotovoltaico que se instalará en la cubierta del edificio tendrá una potencia de 27,6 KWp y generará energía eléctrica siempre que haya sol. Sabiendo todos los datos la ubicación, la potencia o inclinación de la instalación, metiéndolos en un programa llamado PVGIS, éste calcula la producción mensual de las placas fotovoltaicas, tal y como se representa en la siguiente tabla, generada por la propia aplicación.

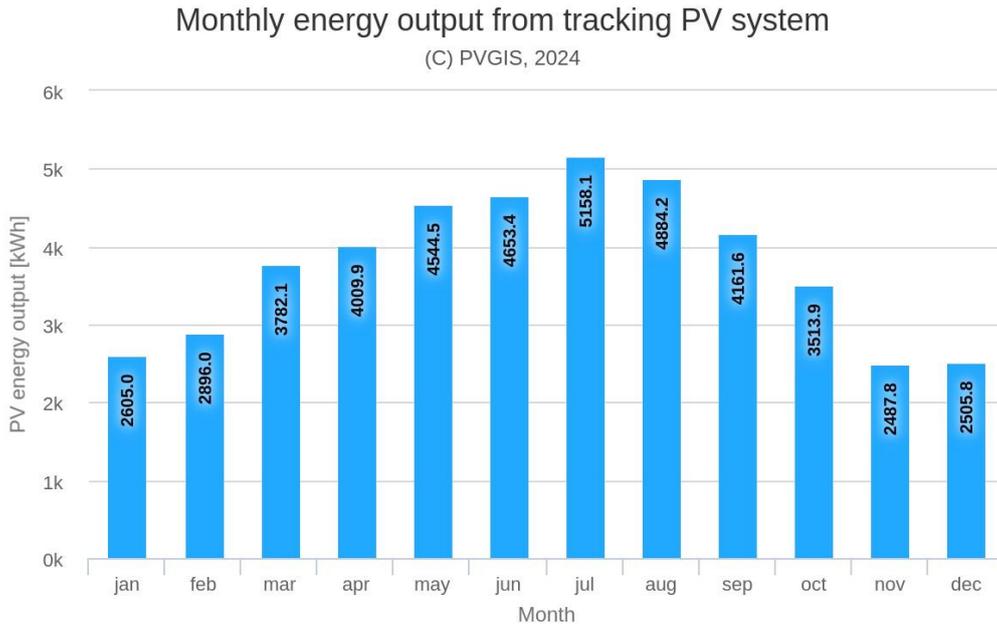


Figura 1: Producción de las placas fotovoltaicas por meses.

Fuente: pvgis.com

Como se puede observar, los meses que más energía se genera es en los meses de verano, ya que hay más horas de sol. Los meses que menos energía se produce son noviembre, diciembre y enero, ya que hay pocas horas de luz al día.

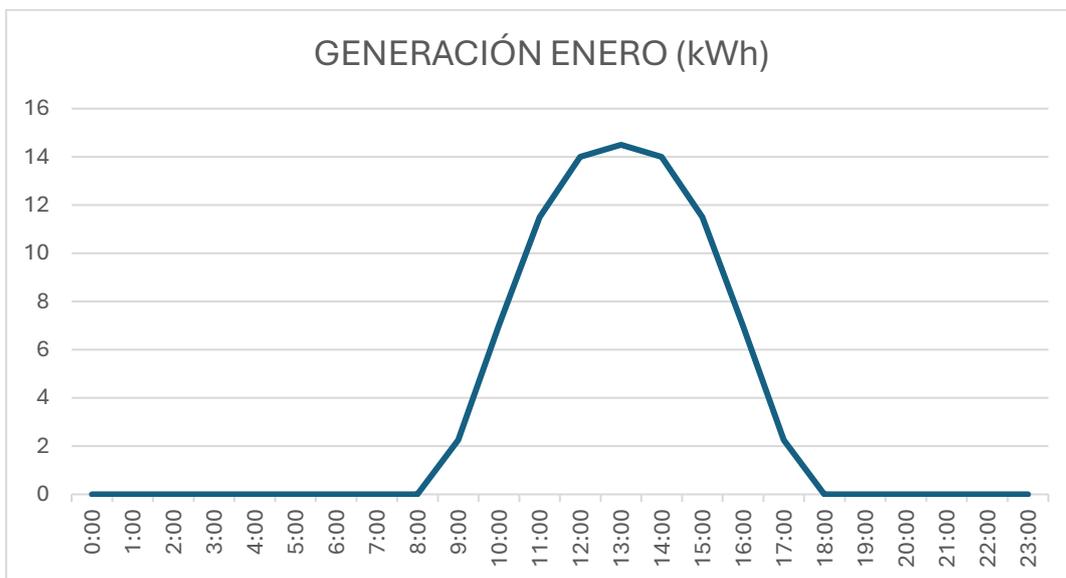
En la siguiente tabla se ha calculado la producción diaria media para cada mes y posteriormente se ha realizado un patrón de generación media diaria para cada mes del año, representado en una gráfica con todas las horas del día.

Tabla Nº 1: Producción media diaria por meses

| Meses                         | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Producción diaria media (KWh) | 84  | 103 | 122 | 134 | 146 | 155 | 166 | 157 | 139 | 113 | 83  | 81  |

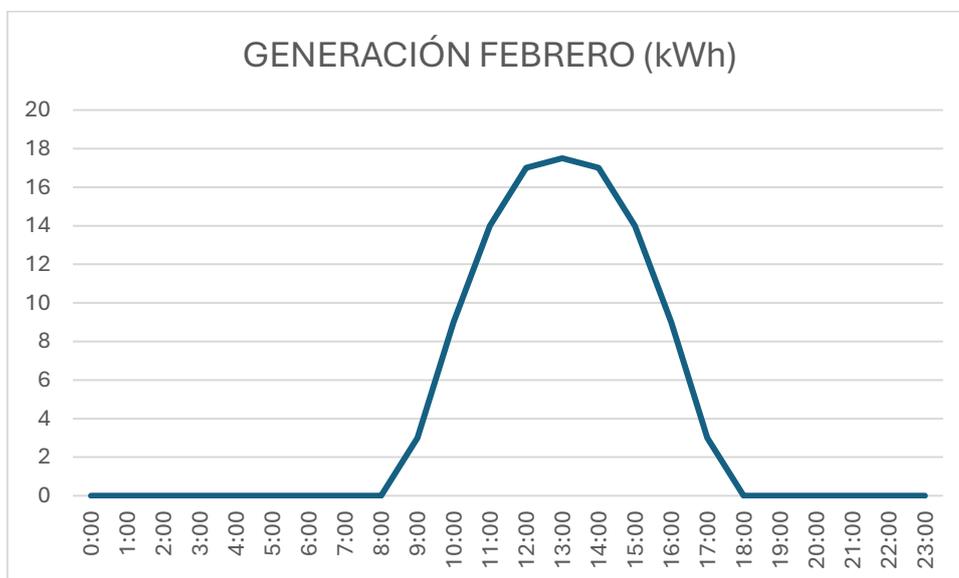
Fuente: Elaboración propia

## 1.1. GENERACIÓN ENERO



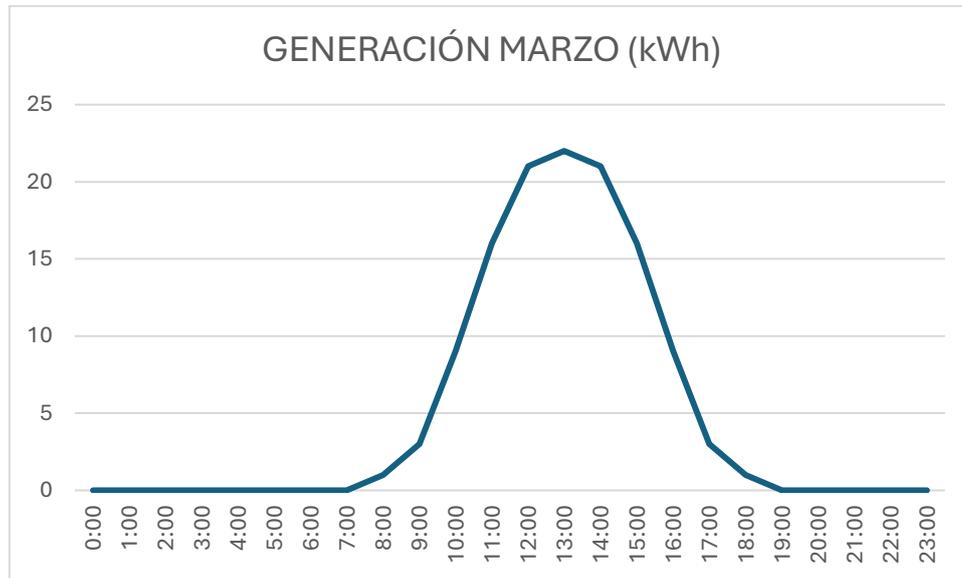
**Enero** tiene sólo 9 horas de sol y la media diaria de generación de las placas fotovoltaicas es de **84 kWh**.

## 1.2. GENERACIÓN FEBRERO



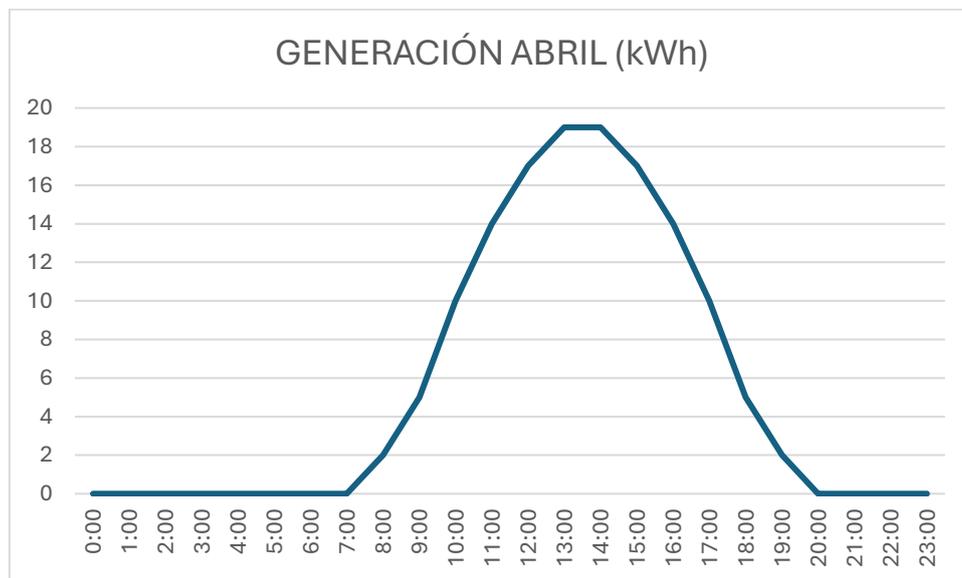
**Febrero** tiene alguna hora más de sol que enero, casi 10, y la media diaria de generación de las placas fotovoltaicas es de **103 kWh**.

### 1.3. GENERACIÓN MARZO



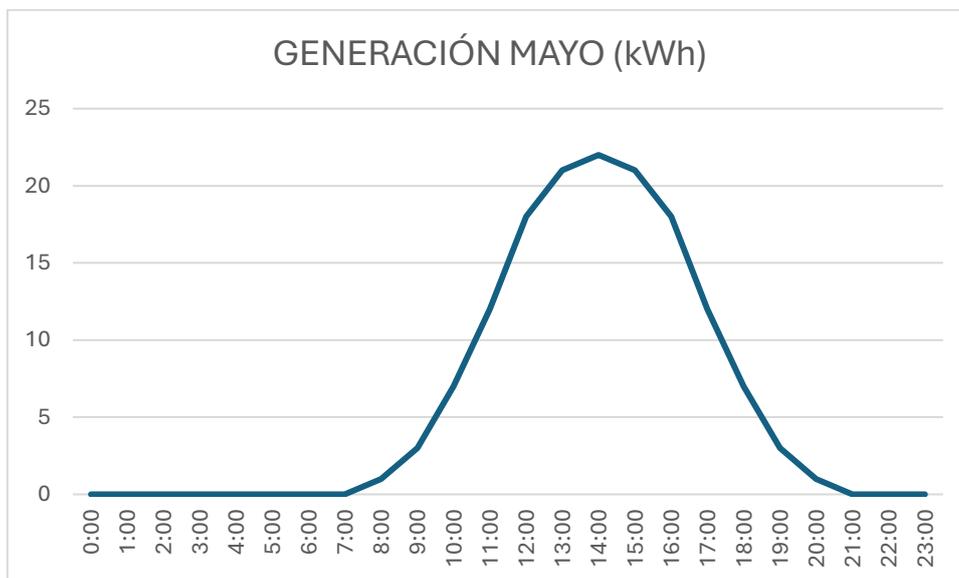
**Marzo** tiene 11 horas de sol y la media diaria de generación de las placas fotovoltaicas es de **122 kWh**.

### 1.4. GENERACIÓN ABRIL



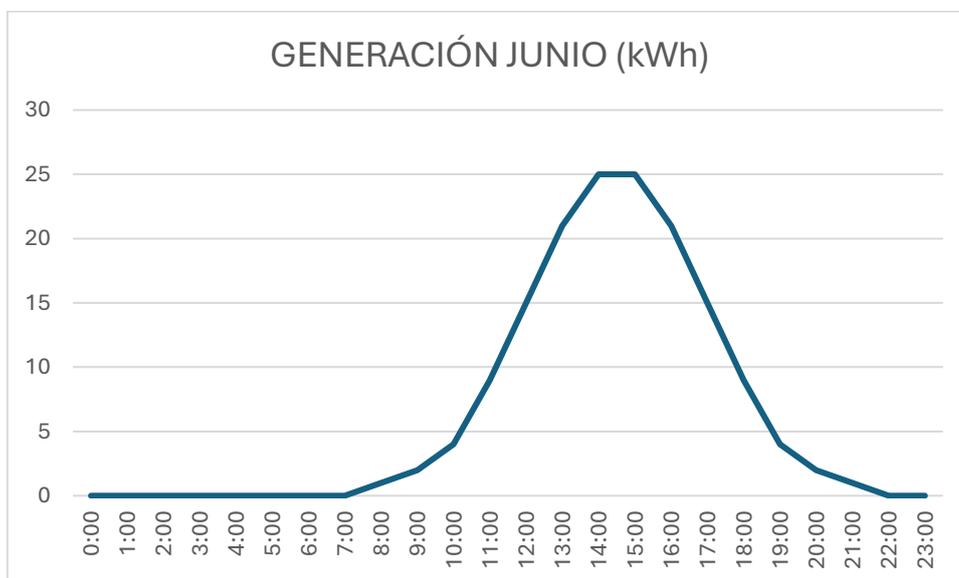
**Abril** tiene 12 horas de sol y la media diaria de generación de las placas fotovoltaicas es de **134 kWh**.

## 1.5. GENERACIÓN MAYO



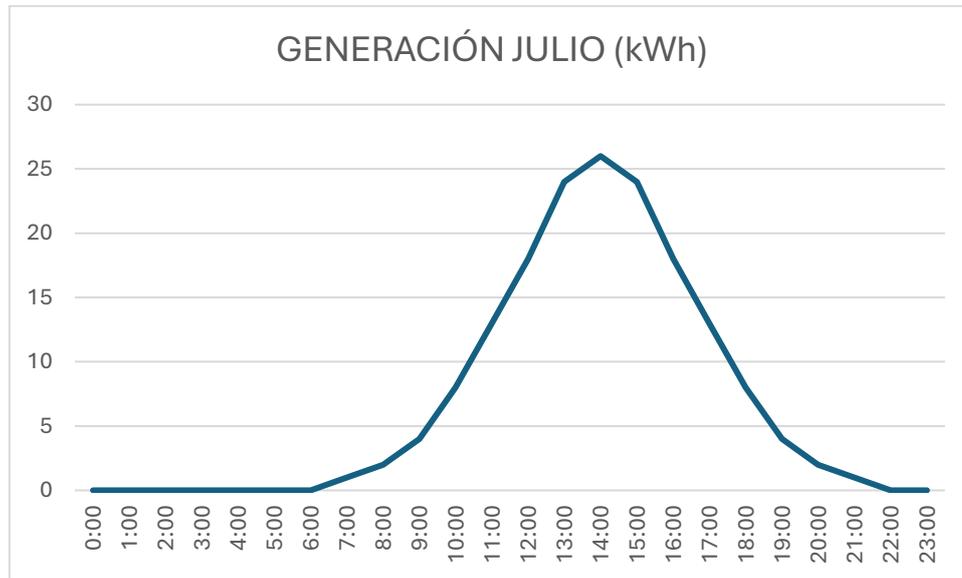
**Mayo** tiene 13 horas de sol y la media diaria de generación de las placas fotovoltaicas es de **146 kWh**.

## 1.6. GENERACIÓN JUNIO



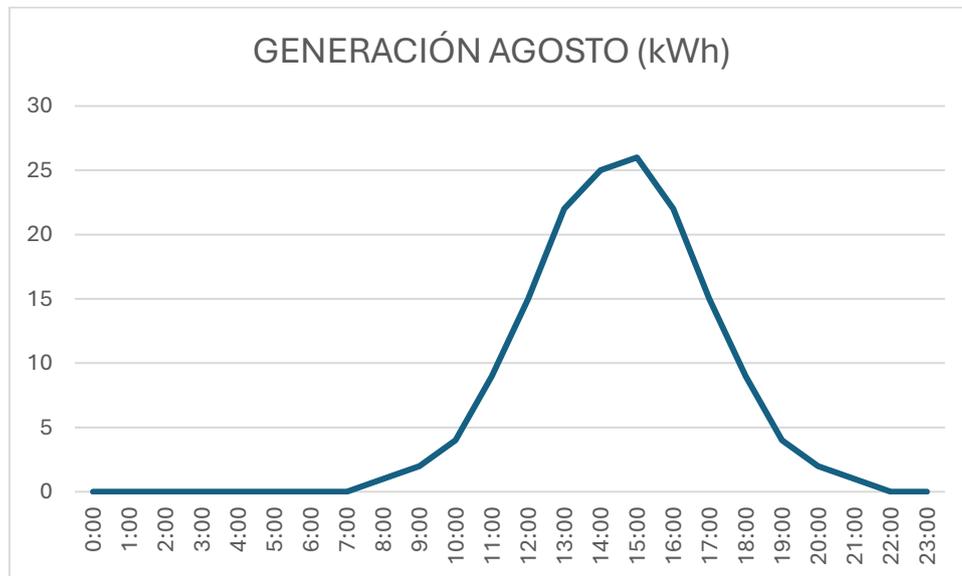
**Junio** tiene 14 horas de sol y la media diaria de generación de las placas fotovoltaicas es de **155 kWh**.

## 1.7. GENERACIÓN JULIO



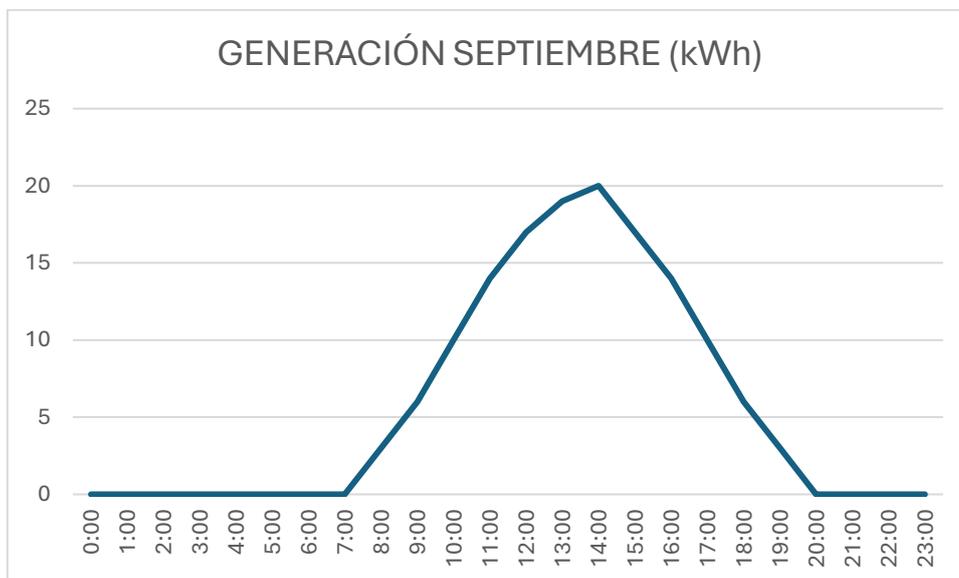
**Julio** tiene 15 horas de sol y la media diaria de generación de las placas fotovoltaicas es de **166 kWh**.

## 1.8. GENERACIÓN AGOSTO



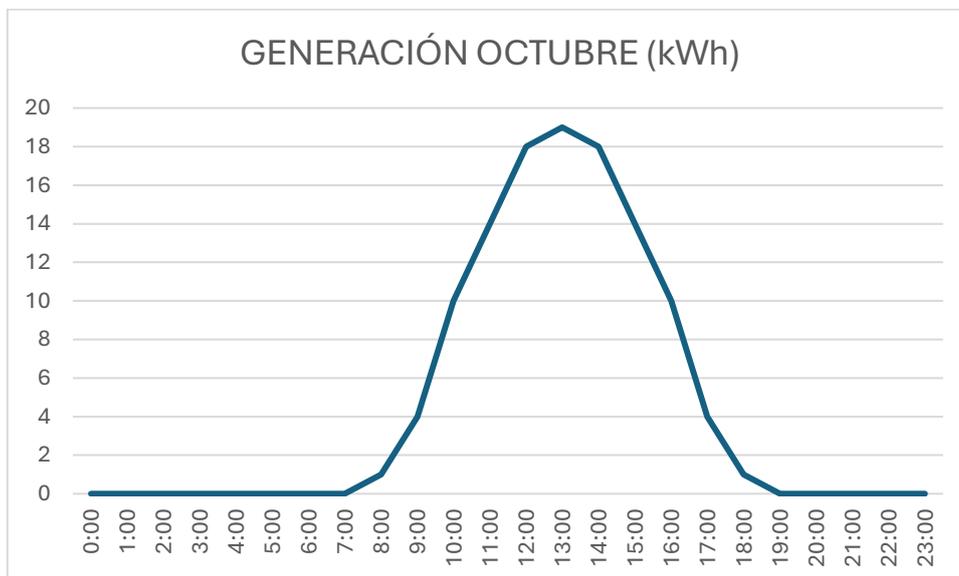
**Agosto** tiene 14 horas de sol y la media diaria de generación de las placas fotovoltaicas es de **157 kWh**.

## 1.9. GENERACIÓN SEPTIEMBRE



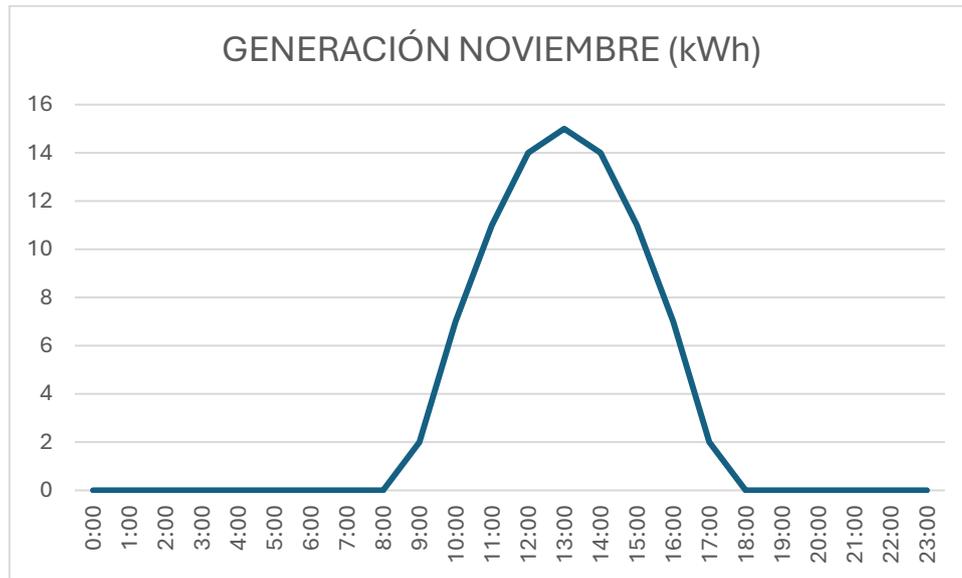
**Septiembre** tiene 13 horas de sol y la media diaria de generación de las placas fotovoltaicas es de **139 kWh**.

## 1.10. GENERACIÓN OCTUBRE



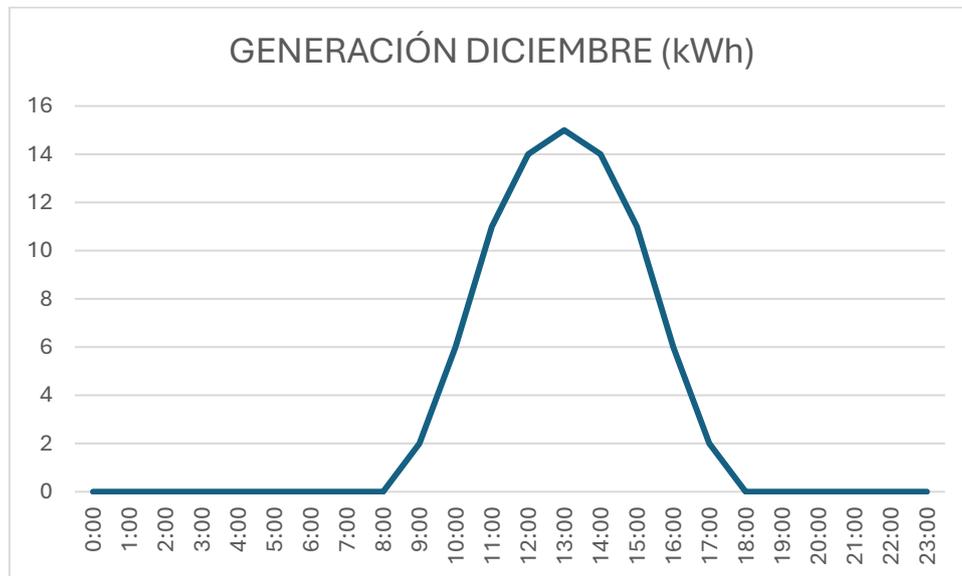
**Octubre** tiene 11 horas de sol y la media diaria de generación de las placas fotovoltaicas es de **113 kWh**.

### 1.11. GENERACIÓN NOVIEMBRE



**Noviembre** tiene 10 horas de sol y la media diaria de generación de las placas fotovoltaicas es de **83 kWh**.

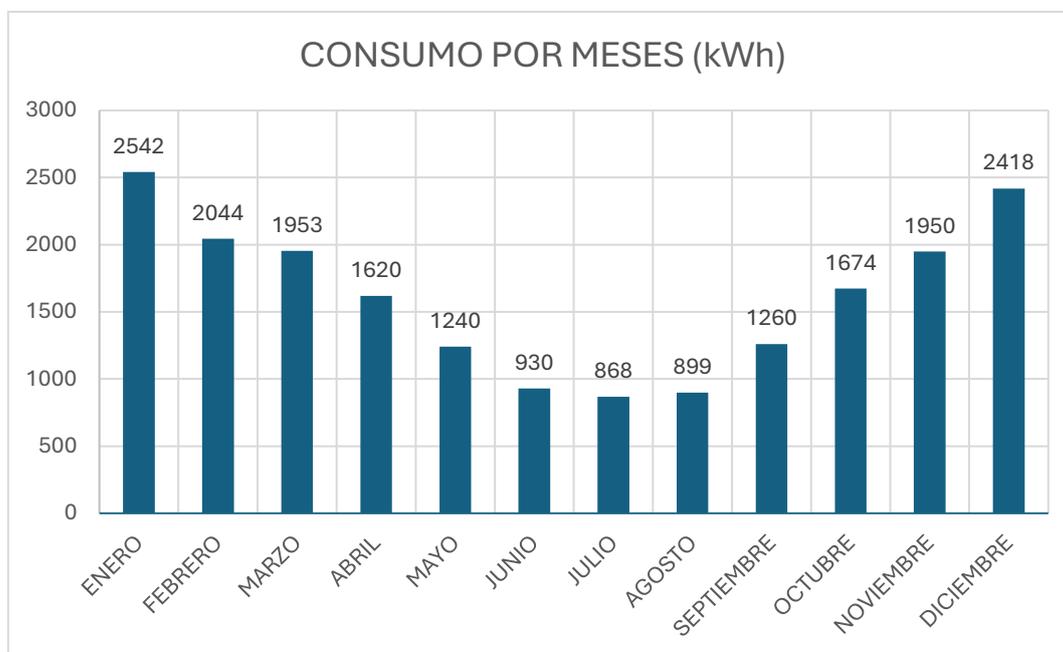
### 1.12. GENERACIÓN DICIEMBRE



**Diciembre** tiene sólo 9 horas de sol y la media diaria de generación de las placas fotovoltaicas es de **81 kWh**, el mes más desfavorable.

## 2. CONSUMO DE ENERGÍA

El consumo de energía de toda la comunidad se ha calculado y se ha realizado un patrón de media diaria para cada mes, con el consumo de energía por horas en kWh. En la siguiente gráfica se recogen todas las medias de los consumos mensuales en un año.



Como se puede observar, los meses de más consumo, obviamente, son los de invierno, ya que se gasta mucho en calefactores, cocina o iluminación, por el frío y las escasas horas de luz. Los meses de verano el consumo es mínimo, ya que en Soria casi no se usan aires acondicionados, lo único que se gasta es en los electrodomésticos.

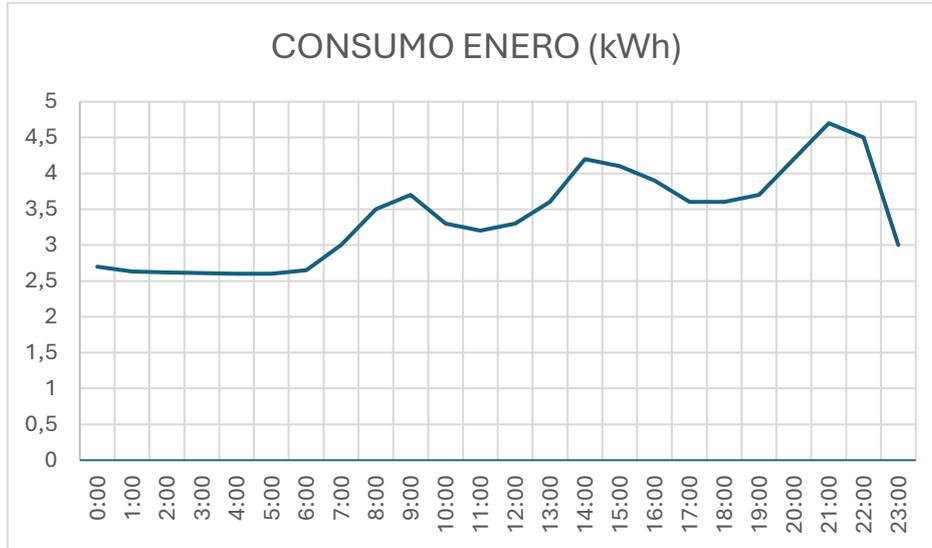
En la siguiente tabla se ha calculado la producción diaria media para cada mes y posteriormente se ha realizado un patrón de consumo medio diario para cada mes del año, representado en una gráfica con todas las horas del día.

Tabla Nº 2: Consumo medio diario por meses

| Meses                      | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Consumo diario medio (KWh) | 82  | 73  | 63  | 54  | 40  | 31  | 28  | 29  | 42  | 54  | 65  | 78  |

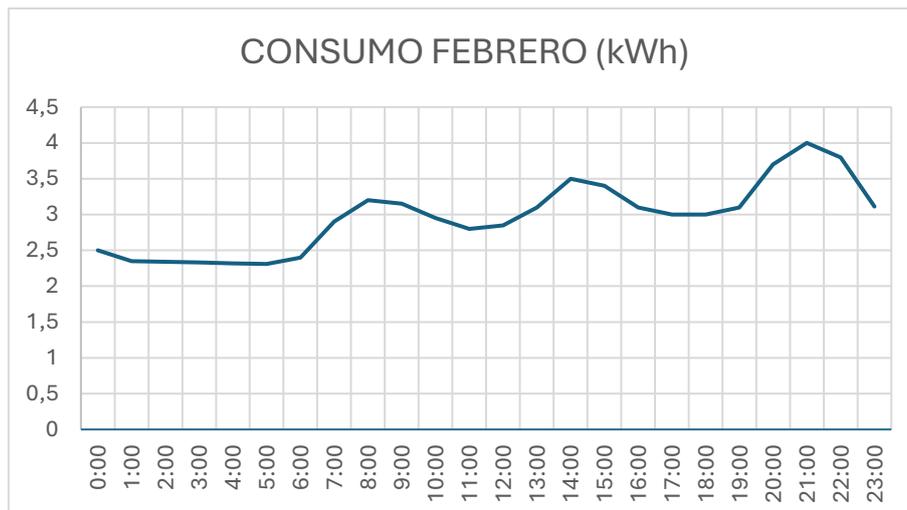
Fuente: Elaboración propia

## 1.1. CONSUMO ENERO



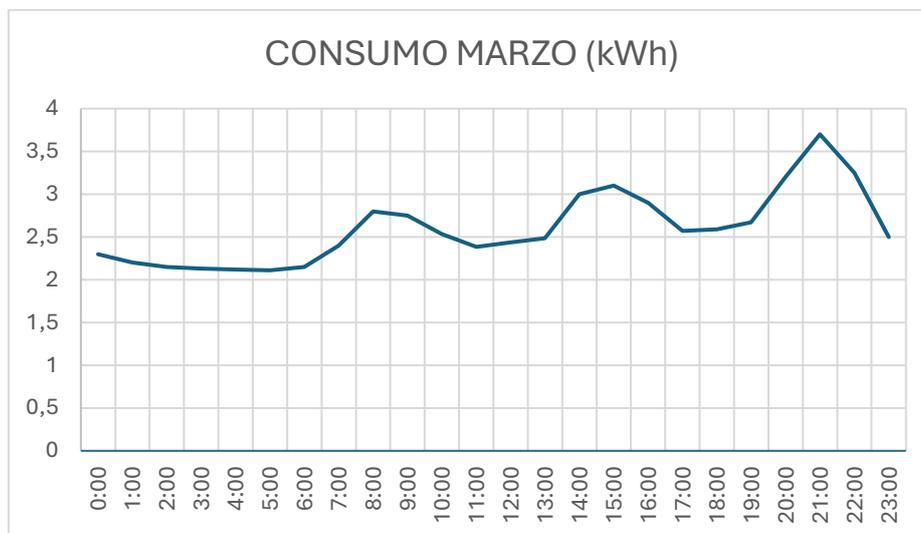
**Enero** es el mes que más consumo de energía hay debido al frío y las escasas horas de luz, con un gasto de 82 kWh de media al día, y enero, al tener 31 días, tiene un consumo de **2.542 kWh** aproximadamente. Como se puede ver en la gráfica, en las horas de la noche no hay mucho consumo, algo más de 2,5 kWh entre toda la comunidad y se puede ver los tres picos que hay, que coinciden con las horas del desayuno, comida y cena. El pico más alto se encuentra al final de la tarde, cuando ya todos los vecinos vuelven a casa y utilizan luces, calefactores y la cocina.

## 1.2. CONSUMO FEBRERO



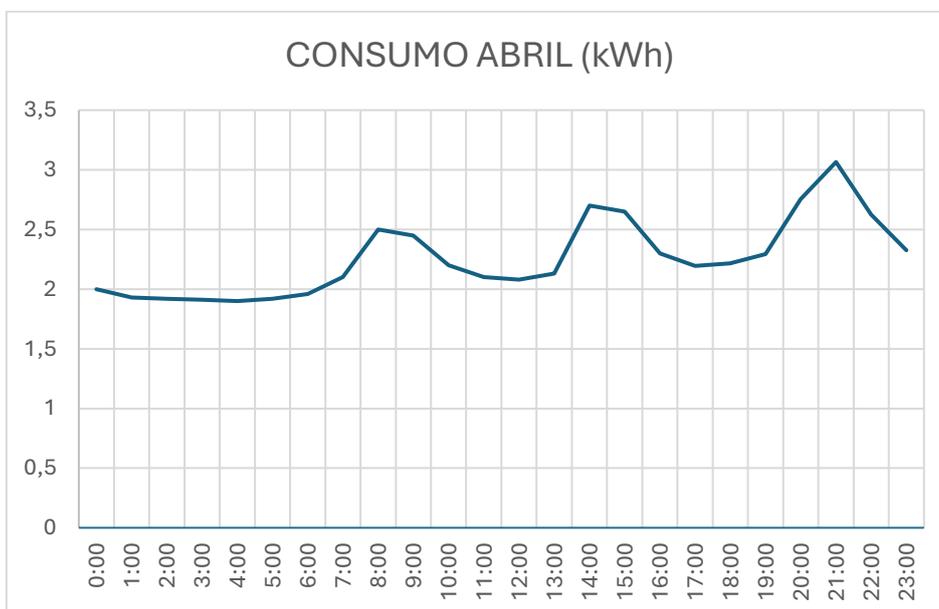
En **febrero** el consumo diario de media es de 73 kWh, ya que al haber pocas horas de sol se usan más las luces de casa y al hacer frío se usan más calefactores. Es bastante parecido a enero, con algo menos de consumo. Al tener febrero normalmente 28 días, el consumo mensual es de **2.044 kWh**, y como se puede ver sigue habiendo tres picos, el más alto al final de la tarde.

### 1.3. CONSUMO MARZO



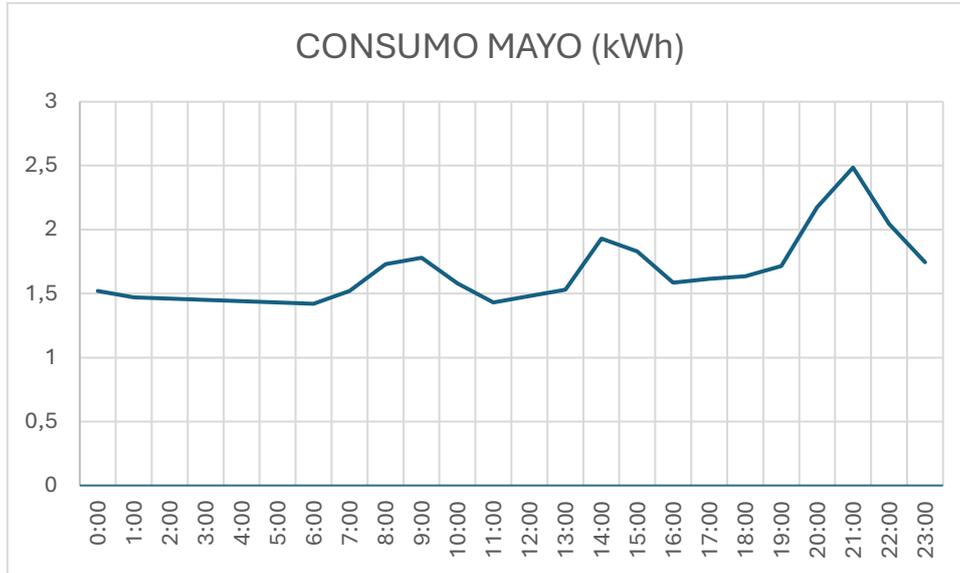
En **marzo** la comunidad gasta 63 kWh al día de media, lo que se traduce en un gasto mensual para dicho mes de **1.953 kWh**, ya que marzo tiene 31 días. Ya va habiendo menos gasto porque en marzo hace menos frío, llega la primavera y los días alargan. El pico más alto sigue estando a la hora de la cena.

### 1.4. CONSUMO ABRIL



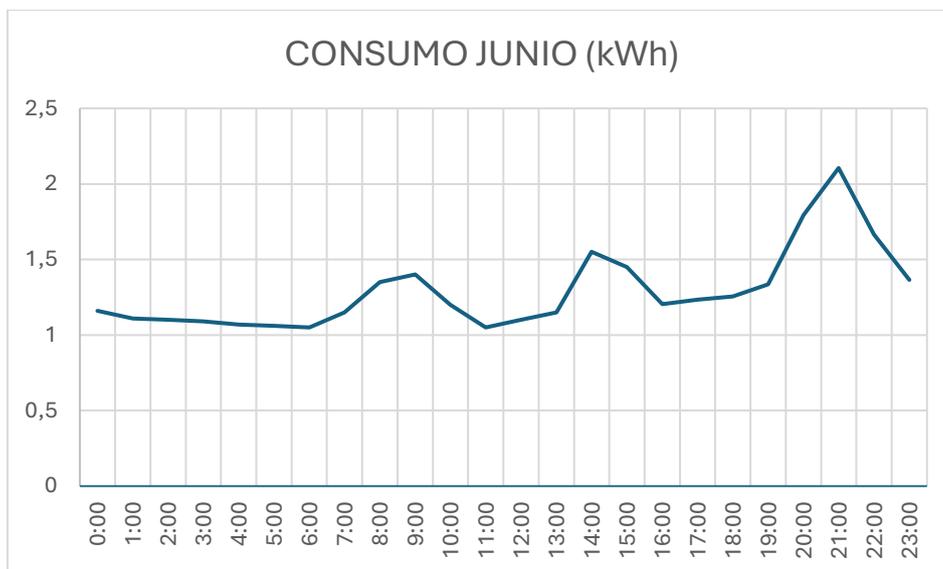
**Abril** es un mes en el que va desapareciendo el frío, por lo que va habiendo menos consumo de iluminación y calefactores, siguiendo el mismo patrón que los demás meses, pero con menos consumo, ya que la comunidad gasta de media al día 54 kWh, es decir, que al tener abril 30 días, habrá un gasto dicho mes de **1.620 kWh**.

## 1.5. CONSUMO MAYO



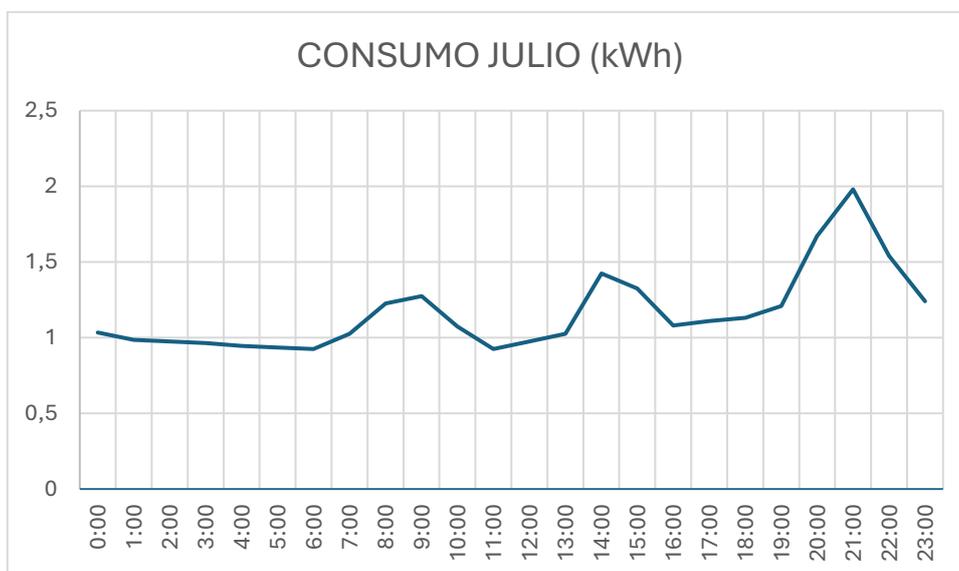
En **mayo** ya va llegando poco a poco el calor y los días son muy largos, lo que se traduce en menos iluminación, por lo que se consume menos energía. En este mes la comunidad gasta de media 40 kWh al día, y como tiene 31 días, **1.240 kWh**. La gráfica sigue siendo bastante parecida, con el pico más destacado al final del día, pero con menos consumo que las anteriores.

## 1.6. CONSUMO JUNIO



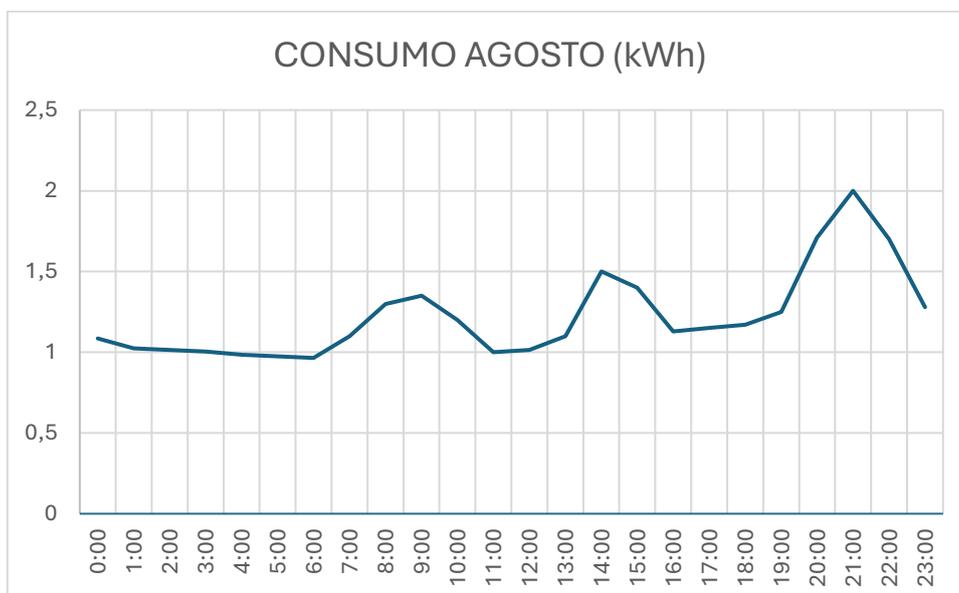
En **junio** ya llega definitivamente el verano y el calor, y con ellos las bajadas del consumo, ya que la comunidad en este mes tiene un gasto diario de media de sólo 31 kWh, y como junio tiene 30 días, la comunidad gasta en todo el mes **930 kWh**. Siguen estando los tres picos del desayuno, comida y cena porque es cuando se usan los electrodomésticos.

## 1.7. CONSUMO JULIO



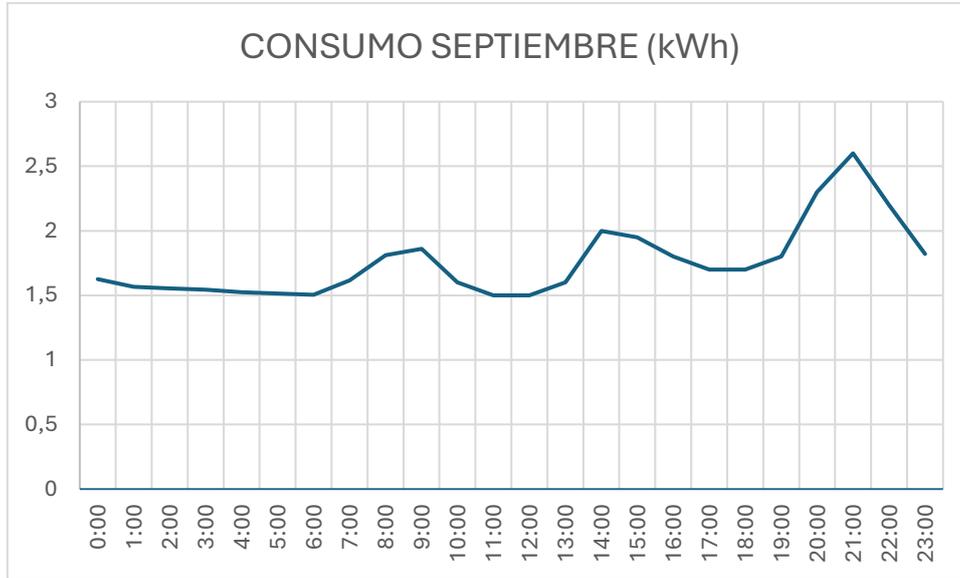
En **julio** el consumo comunitario de media al día es de 28 kWh, el mes del año que menos consumo hay, debido a que no se usa casi iluminación ni calentadores, además en Soria, uso del aire acondicionado es casi nulo. Como julio tiene 31 días, el gasto de la comunidad en este mes es de **868 kWh**.

## 1.8. CONSUMO AGOSTO



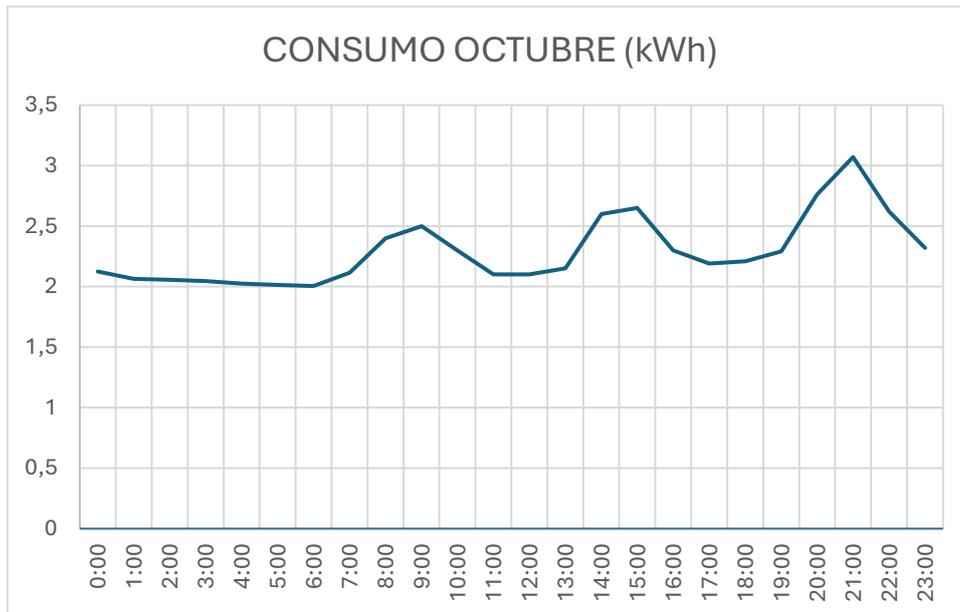
**Agosto** es un mes muy parecido a julio, con muy poco consumo y una gráfica muy parecida, ya que es un mes en el que la gente se va de vacaciones, pero aun así hay electrodomésticos como el frigorífico que siempre están consumiendo algo de energía. El gasto medio diario comunitario para el mes de agosto es de 29 kWh, y al tener 31 días, se gasta en dicho mes **899 kWh**.

## 1.9. CONSUMO SEPTIEMBRE



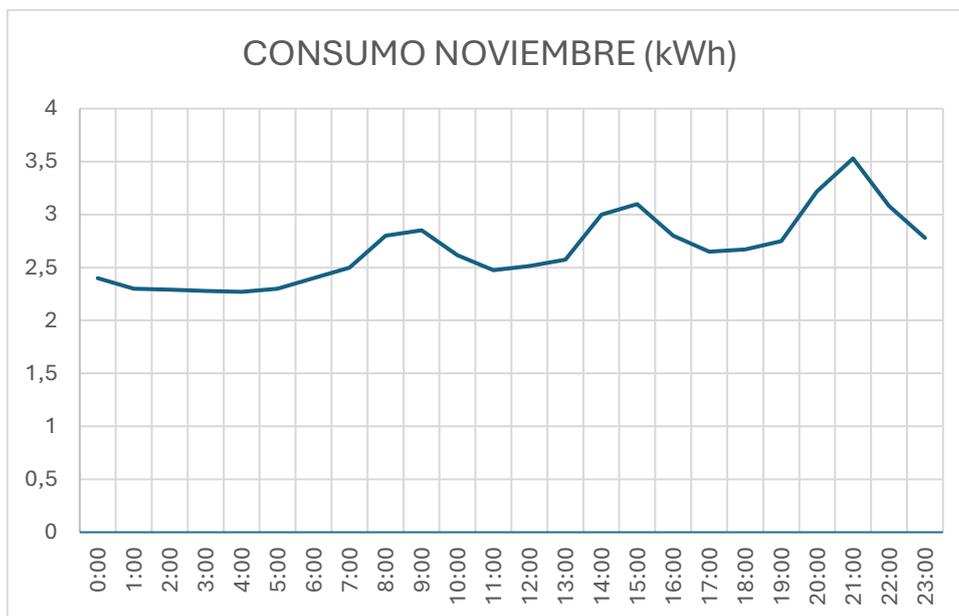
En **septiembre** el consumo ya va subiendo poco a poco, ya no hace tanto calor como en verano y el día va acortando, por lo que se necesita más iluminación. El consumo medio de la comunidad en un día para el mes de septiembre es de 42 kWh, y al tener 30 días, el consumo de dicho mes es de **1.260 kWh**.

## 1.10. CONSUMO OCTUBRE



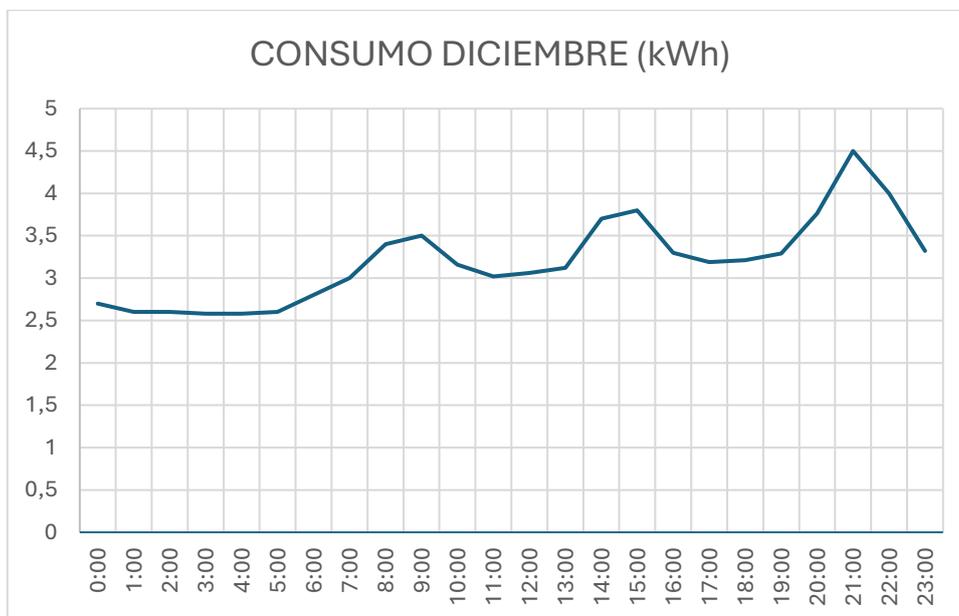
**Octubre** es un mes muy otoñal en el que llega el frío y la lluvia, hay más días nublados y hay más iluminación, se empiezan a usar más los calentadores. El consumo medio diario en el mes de octubre para la comunidad es de 54 kWh, y como tiene 30 días, el consumo de la comunidad en el mes de octubre es de **1.674 kWh**.

## 1.11. CONSUMO NOVIEMBRE



En **noviembre** el consumo medio diario de la comunidad es de 65 kWh, con una gráfica muy parecida al resto de meses, con los picos en desayuno, comida y cena. Como noviembre tiene 30 días, el consumo de la comunidad en dicho mes es de **1.950 kWh**.

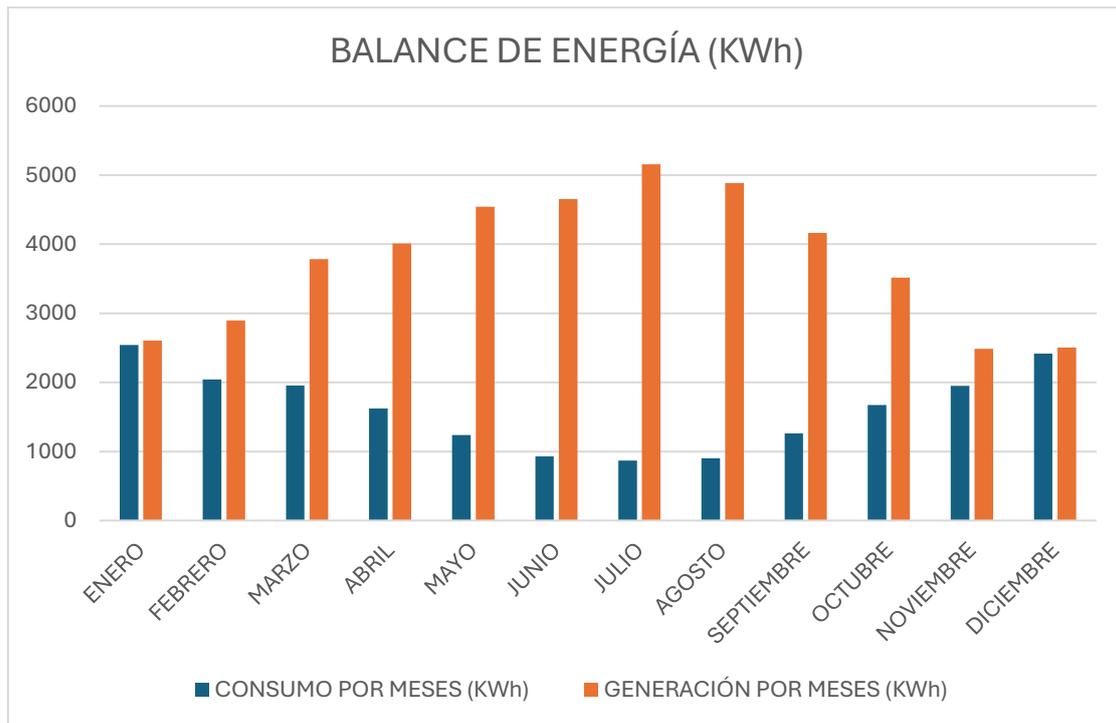
## 1.12. CONSUMO DICIEMBRE



Ya cerrando el año, **diciembre** es un mes muy parecido a enero, ya que son los dos peores meses del año en cuanto a consumo, mucho frío y poca luz. El consumo medio diario de la comunidad en diciembre es de 78 kWh, y como tiene 31 días, el consumo mensual de la comunidad para el mes de diciembre es de **2.418 kWh**.

### 3. BALANCE DE ENERGÍA

Comparando las tablas de los dos apartados anteriores, ahora se puede realizar el balance de energía, que simplemente es restar la energía generada menos la energía consumida. En este caso, el balance de energía es positivo en todos los meses, ya que el generador fotovoltaico produce más mensualmente que lo que se consume en la comunidad, incluso en los meses más desfavorables.



Balace de energía = Energía generada – Energía consumida

Tabla Nº 3: Balance de energía

| MESES      | ENERGÍA GENERADA (kWh) | ENERGÍA CONSUMIDA (kWh) | DIFERENCIA (kWh) | BALANCE  |
|------------|------------------------|-------------------------|------------------|----------|
| ENERO      | 2.605                  | 2.542                   | 63               | POSITIVO |
| FEBRERO    | 2.896                  | 2.044                   | 852              | POSITIVO |
| MARZO      | 3.782                  | 1.953                   | 1.829            | POSITIVO |
| ABRIL      | 4.010                  | 1.620                   | 2.390            | POSITIVO |
| MAYO       | 4.544                  | 1.240                   | 3.304            | POSITIVO |
| JUNIO      | 4.653                  | 930                     | 3.723            | POSITIVO |
| JULIO      | 5.158                  | 868                     | 4.290            | POSITIVO |
| AGOSTO     | 4.884                  | 899                     | 3.985            | POSITIVO |
| SEPTIEMBRE | 4.161                  | 1.260                   | 2.541            | POSITIVO |
| OCTUBRE    | 3.514                  | 1.674                   | 1.840            | POSITIVO |
| NOVIEMBRE  | 2.488                  | 1.950                   | 538              | POSITIVO |
| DICIEMBRE  | 2.506                  | 2.418                   | 88               | POSITIVO |

Fuente: Elaboración propia



## **ANEJO Nº 2: EVALUACIÓN ECONÓMICA DE GENERACIÓN Y CONSUMO**

### **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

|                                                |           |
|------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. PERIODOS DE CONSUMO .....</b>            | <b>2</b>  |
| <b>2. EVALUACIÓN ECONÓMICA POR MESES .....</b> | <b>2</b>  |
| <b>2.1. ENERO .....</b>                        | <b>3</b>  |
| <b>2.2. FEBRERO.....</b>                       | <b>4</b>  |
| <b>2.3. MARZO.....</b>                         | <b>5</b>  |
| <b>2.4. ABRIL.....</b>                         | <b>6</b>  |
| <b>2.5. MAYO.....</b>                          | <b>7</b>  |
| <b>2.6. JUNIO.....</b>                         | <b>8</b>  |
| <b>2.7. JULIO .....</b>                        | <b>9</b>  |
| <b>2.8. AGOSTO .....</b>                       | <b>10</b> |
| <b>2.9. SEPTIEMBRE .....</b>                   | <b>11</b> |
| <b>2.10. OCTUBRE.....</b>                      | <b>12</b> |
| <b>2.11. NOVIEMBRE .....</b>                   | <b>13</b> |
| <b>2.12. DICIEMBRE .....</b>                   | <b>14</b> |
| <b>3. EVALUACIÓN ECONÓMICA TOTAL.....</b>      | <b>15</b> |

## 1. PERIODOS DE CONSUMO

Una vez realizadas las gráficas de consumo y generación de la comunidad y demostrando que el balance de energía es positivo durante todos los meses del año, es decir, que la generación de las placas fotovoltaicas supera al consumo de energía de la comunidad, se ha procedido a realizar el balance del precio, ya que la energía eléctrica no tiene siempre el mismo precio, varía dependiendo de la hora, ya que hay unos determinados periodos de consumo, y son los siguientes:

- Periodo 1: Comprende entre las horas de 10:00 a 14:00 y de 18:00 a 22:00, y el precio que tiene la electricidad en este periodo es de 0,24 €/kWh.
- Periodo 2: Comprende entre las horas de 8:00 a 10:00, de 14:00 a 18:00 y de 22:00 a 0:00, y el precio que tiene la electricidad en este periodo es de 0,16 €/kWh.
- Periodo 3: Comprende entre las horas de 0:00 a 8:00 y el precio de la electricidad en este periodo es de 0,12 €/kWh.

Al ser el balance de energía positivo, quiere decir que todos los meses del año están cubiertos por la generación de las placas solares, pero no es algo tan fácil como compensar con dinero lo que sobra de la generación, ya que la electricidad no siempre tiene el mismo precio. Las compañías eléctricas tienen unos periodos de consumo en los que varía el precio de la energía eléctrica, y esto se va a estudiar en el siguiente apartado.

## 2. EVALUACIÓN ECONÓMICA POR MESES

Al tratarse de un autoconsumo con excedentes sometido a compensación, se ha pactado con la compañía eléctrica que lo que se genera mientras se consume, hora a hora, la compañía lo resta directamente del consumo, es decir, que lo pagan al mismo precio que se vende a esa hora, dependiendo del periodo en el que se encuentre. Los excesos los pagará la compañía eléctrica a 0,12 €/kWh.

Para realizar la evaluación económica de la comunidad de cada mes, se ha realizado una tabla para un día promedio del mes y se han hecho de la siguiente manera. En la primera columna se han puesto las horas del día. En la segunda y la tercera, el consumo y la generación hora por hora, en kWh. En la cuarta y quinta columna, el exceso o la falta de energía, dependiendo de la hora, por ejemplo, en las horas centrales del día hay mucha generación y poco consumo (exceso de energía, se vende a la Red Eléctrica) y por las noches no hay generación y hay consumo (falta de energía, se compra a la Red Eléctrica). En las celdas vacías de la columna del exceso es porque hay falta, y a la inversa en la columna de la falta de energía. En la sexta y séptima columna están los precios del exceso de energía (0,12 €/kWh como se ha citado anteriormente) y el precio al que se compra la energía a la Red Eléctrica, dependiendo en el periodo que se encuentre. Finalmente, en la última columna está el balance del precio por horas y al final se suman todas las horas del día. Si sale un precio positivo es que el balance es positivo y la compañía eléctrica te tendrá que pagar durante ese mes porque se ha generado más de lo que se ha consumido. Sin embargo, si el precio sale negativo, eso es lo único que se tendrá que pagar a la compañía eléctrica, que será en los meses más

desfavorables, pero hay que recordar lo que se pagaría en la factura sin la instalación de las placas fotovoltaicas, por lo que después de la tabla, en cada mes, se ha puesto cuánto se pagaría sin placas, para poder comparar y para después poder hacer un estudio económico.

## 2.1. ENERO

| HORAS               | CONSUMO ENERO (kWh) | GENERACIÓN ENERO (kWh) | EXCESO DE ENERGÍA (kWh) | FALTA DE ENERGÍA (kWh) | PRECIO DEL EXCESO DE ENERGÍA (€/kWh) | PRECIO DE LA FALTA DE ENERGÍA (€/kWh) | BALANCE (€)     |
|---------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 0                   | 2,7                 | 0                      |                         | 2,7                    |                                      | 0,16                                  | -0,432          |
| 1                   | 2,63                | 0                      |                         | 2,63                   |                                      | 0,12                                  | -0,3156         |
| 2                   | 2,62                | 0                      |                         | 2,62                   |                                      | 0,12                                  | -0,3144         |
| 3                   | 2,61                | 0                      |                         | 2,61                   |                                      | 0,12                                  | -0,3132         |
| 4                   | 2,6                 | 0                      |                         | 2,6                    |                                      | 0,12                                  | -0,312          |
| 5                   | 2,6                 | 0                      |                         | 2,6                    |                                      | 0,12                                  | -0,312          |
| 6                   | 2,65                | 0                      |                         | 2,65                   |                                      | 0,12                                  | -0,318          |
| 7                   | 3                   | 0                      |                         | 3                      |                                      | 0,12                                  | -0,36           |
| 8                   | 3,5                 | 0                      |                         | 3,5                    |                                      | 0,16                                  | -0,56           |
| 9                   | 3,7                 | 2,25                   |                         | 1,45                   |                                      | 0,16                                  | -0,232          |
| 10                  | 3,3                 | 7                      | 3,7                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,444           |
| 11                  | 3,2                 | 11,5                   | 8,3                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,996           |
| 12                  | 3,3                 | 14                     | 10,7                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,284           |
| 13                  | 3,6                 | 14,5                   | 10,9                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,308           |
| 14                  | 4,2                 | 14                     | 9,8                     |                        | 0,12                                 |                                       | 1,176           |
| 15                  | 4,1                 | 11,5                   | 7,4                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,888           |
| 16                  | 3,9                 | 7                      | 3,1                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,372           |
| 17                  | 3,6                 | 2,25                   |                         | 1,35                   |                                      | 0,16                                  | -0,216          |
| 18                  | 3,6                 | 0                      |                         | 3,6                    |                                      | 0,24                                  | -0,864          |
| 19                  | 3,7                 | 0                      |                         | 3,7                    |                                      | 0,24                                  | -0,888          |
| 20                  | 4,2                 | 0                      |                         | 4,2                    |                                      | 0,24                                  | -1,008          |
| 21                  | 4,7                 | 0                      |                         | 4,7                    |                                      | 0,24                                  | -1,128          |
| 22                  | 4,5                 | 0                      |                         | 4,5                    |                                      | 0,24                                  | -1,08           |
| 23                  | 3                   | 0                      |                         | 3                      |                                      | 0,16                                  | -0,48           |
| <b>TOTAL AL DÍA</b> |                     |                        |                         |                        |                                      |                                       | <b>-2,6652</b>  |
| <b>TOTAL AL MES</b> |                     |                        |                         |                        |                                      |                                       | <b>-82,6212</b> |

Como se puede ver, enero es un mes muy desfavorable porque la comunidad tendría que pagar al mes 82,62 € a la compañía eléctrica. Sin embargo, la factura de la comunidad sin la instalación de placas fotovoltaicas en el mes de enero es de 454,62 €. A priori se podría deducir que esta inversión no tiene sentido porque no se va a recuperar la inversión, pero al haber meses muy favorables durante el año, se sumarán todos y dará positivo, por lo que se recuperará la inversión. Hay que tener en cuenta que enero es de los meses más desfavorables para hacer un balance como este.

**2.2. FEBRERO**

| HORAS               | CONSUMO FEBRERO (kWh) | GENERACIÓN FEBRERO (kWh) | EXCESO DE ENERGÍA (kWh) | FALTA DE ENERGÍA (kWh) | PRECIO DEL EXCESO DE ENERGÍA (€/kWh) | PRECIO DE LA FALTA DE ENERGÍA (€/kWh) | BALANCE (€)    |
|---------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| 0                   | 2,5                   | 0                        |                         | 2,5                    |                                      | 0,16                                  | -0,4           |
| 1                   | 2,35                  | 0                        |                         | 2,35                   |                                      | 0,12                                  | -0,282         |
| 2                   | 2,34                  | 0                        |                         | 2,34                   |                                      | 0,12                                  | -0,2808        |
| 3                   | 2,33                  | 0                        |                         | 2,33                   |                                      | 0,12                                  | -0,2796        |
| 4                   | 2,32                  | 0                        |                         | 2,32                   |                                      | 0,12                                  | -0,2784        |
| 5                   | 2,31                  | 0                        |                         | 2,31                   |                                      | 0,12                                  | -0,2772        |
| 6                   | 2,4                   | 0                        |                         | 2,4                    |                                      | 0,12                                  | -0,288         |
| 7                   | 2,9                   | 0                        |                         | 2,9                    |                                      | 0,12                                  | -0,348         |
| 8                   | 3,2                   | 0                        |                         | 3,2                    |                                      | 0,16                                  | -0,512         |
| 9                   | 3,15                  | 3                        |                         | 0,15                   |                                      | 0,16                                  | -0,024         |
| 10                  | 2,95                  | 9                        | 6,05                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,726          |
| 11                  | 2,8                   | 14                       | 11,2                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,344          |
| 12                  | 2,85                  | 17                       | 14,15                   |                        | 0,12                                 |                                       | 1,698          |
| 13                  | 3,1                   | 17,5                     | 14,4                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,728          |
| 14                  | 3,5                   | 17                       | 13,5                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,62           |
| 15                  | 3,4                   | 14                       | 10,6                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,272          |
| 16                  | 3,1                   | 9                        | 5,9                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,708          |
| 17                  | 3                     | 3                        |                         | 0                      |                                      | 0,16                                  | 0              |
| 18                  | 3                     | 0                        |                         | 3                      |                                      | 0,24                                  | -0,72          |
| 19                  | 3,1                   | 0                        |                         | 3,1                    |                                      | 0,24                                  | -0,744         |
| 20                  | 3,7                   | 0                        |                         | 3,7                    |                                      | 0,24                                  | -0,888         |
| 21                  | 4                     | 0                        |                         | 4                      |                                      | 0,24                                  | -0,96          |
| 22                  | 3,8                   | 0                        |                         | 3,8                    |                                      | 0,24                                  | -0,912         |
| 23                  | 3,11                  | 0                        |                         | 3,11                   |                                      | 0,16                                  | -0,4976        |
| <b>TOTAL AL DÍA</b> |                       |                          |                         |                        |                                      |                                       | <b>1,4044</b>  |
| <b>TOTAL AL MES</b> |                       |                          |                         |                        |                                      |                                       | <b>39,3232</b> |

El balance económico del mes de febrero ya sale positivo, es decir, en vez de pagar a la compañía eléctrica, ésta tendrá que pagar a la comunidad, ya que en dicho mes hay exceso de energía. La compañía eléctrica tendría que pagar a la comunidad 39,32 €, de media, en el mes de febrero. En caso de no haber instalado las placas fotovoltaicas, la factura de la comunidad durante todo el mes de febrero sería de 356,60 €, es decir, que sale rentable poner placas porque se va recuperando la inversión poco a poco.

## 2.3. MARZO

| HORAS               | CONSUMO MARZO (kWh) | GENERACIÓN MARZO (kWh) | EXCESO DE ENERGÍA (kWh) | FALTA DE ENERGÍA (kWh) | PRECIO DEL EXCESO DE ENERGÍA (€/kWh) | PRECIO DE LA FALTA DE ENERGÍA (€/kWh) | BALANCE (€)     |
|---------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 0                   | 2,3                 | 0                      |                         | 2,3                    |                                      | 0,16                                  | -0,368          |
| 1                   | 2,2                 | 0                      |                         | 2,2                    |                                      | 0,12                                  | -0,264          |
| 2                   | 2,15                | 0                      |                         | 2,15                   |                                      | 0,12                                  | -0,258          |
| 3                   | 2,13                | 0                      |                         | 2,13                   |                                      | 0,12                                  | -0,2556         |
| 4                   | 2,12                | 0                      |                         | 2,12                   |                                      | 0,12                                  | -0,2544         |
| 5                   | 2,11                | 0                      |                         | 2,11                   |                                      | 0,12                                  | -0,2532         |
| 6                   | 2,15                | 0                      |                         | 2,15                   |                                      | 0,12                                  | -0,258          |
| 7                   | 2,4                 | 0                      |                         | 2,4                    |                                      | 0,12                                  | -0,288          |
| 8                   | 2,8                 | 1                      |                         | 1,8                    |                                      | 0,16                                  | -0,288          |
| 9                   | 2,75                | 3                      | 0,25                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,03            |
| 10                  | 2,535               | 9                      | 6,465                   |                        | 0,12                                 |                                       | 0,7758          |
| 11                  | 2,385               | 16                     | 13,615                  |                        | 0,12                                 |                                       | 1,6338          |
| 12                  | 2,435               | 21                     | 18,565                  |                        | 0,12                                 |                                       | 2,2278          |
| 13                  | 2,485               | 22                     | 19,515                  |                        | 0,12                                 |                                       | 2,3418          |
| 14                  | 3                   | 21                     | 18                      |                        | 0,12                                 |                                       | 2,16            |
| 15                  | 3,1                 | 16                     | 12,9                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,548           |
| 16                  | 2,9                 | 9                      | 6,1                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,732           |
| 17                  | 2,57                | 3                      | 0,43                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,0516          |
| 18                  | 2,59                | 1                      |                         | 1,59                   |                                      | 0,24                                  | -0,3816         |
| 19                  | 2,67                | 0                      |                         | 2,67                   |                                      | 0,24                                  | -0,6408         |
| 20                  | 3,2                 | 0                      |                         | 3,2                    |                                      | 0,24                                  | -0,768          |
| 21                  | 3,7                 | 0                      |                         | 3,7                    |                                      | 0,24                                  | -0,888          |
| 22                  | 3,25                | 0                      |                         | 3,25                   |                                      | 0,24                                  | -0,78           |
| 23                  | 2,5                 | 0                      |                         | 2,5                    |                                      | 0,16                                  | -0,4            |
| <b>TOTAL AL DÍA</b> |                     |                        |                         |                        |                                      |                                       | <b>5,1552</b>   |
| <b>TOTAL AL MES</b> |                     |                        |                         |                        |                                      |                                       | <b>159,8112</b> |

En el mes de marzo hay un balance económico y de energía positivos, la compañía eléctrica debe pagar a la comunidad, de media, en el mes de marzo 159,81 €. Sin la instalación de placas fotovoltaicas la comunidad debería pagar a la compañía, de media, durante el mes de marzo 344,61 €.

**2.4. ABRIL**

| HORAS               | CONSUMO ABRIL (kWh) | GENERACIÓN ABRIL (kWh) | EXCESO DE ENERGÍA (kWh) | FALTA DE ENERGÍA (kWh) | PRECIO DEL EXCESO DE ENERGÍA (€/kWh) | PRECIO DE LA FALTA DE ENERGÍA (€/kWh) | BALANCE (€)    |
|---------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| 0                   | 2                   | 0                      |                         | 2                      |                                      | 0,16                                  | -0,32          |
| 1                   | 1,93                | 0                      |                         | 1,93                   |                                      | 0,12                                  | -0,2316        |
| 2                   | 1,92                | 0                      |                         | 1,92                   |                                      | 0,12                                  | -0,2304        |
| 3                   | 1,91                | 0                      |                         | 1,91                   |                                      | 0,12                                  | -0,2292        |
| 4                   | 1,9                 | 0                      |                         | 1,9                    |                                      | 0,12                                  | -0,228         |
| 5                   | 1,92                | 0                      |                         | 1,92                   |                                      | 0,12                                  | -0,2304        |
| 6                   | 1,96                | 0                      |                         | 1,96                   |                                      | 0,12                                  | -0,2352        |
| 7                   | 2,1                 | 0                      |                         | 2,1                    |                                      | 0,12                                  | -0,252         |
| 8                   | 2,5                 | 2                      |                         | 0,5                    |                                      | 0,16                                  | -0,08          |
| 9                   | 2,45                | 5                      | 2,55                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,306          |
| 10                  | 2,2                 | 10                     | 7,8                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,936          |
| 11                  | 2,1                 | 14                     | 11,9                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,428          |
| 12                  | 2,08                | 17                     | 14,92                   |                        | 0,12                                 |                                       | 1,7904         |
| 13                  | 2,13                | 19                     | 16,87                   |                        | 0,12                                 |                                       | 2,0244         |
| 14                  | 2,7                 | 19                     | 16,3                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,956          |
| 15                  | 2,65                | 17                     | 14,35                   |                        | 0,12                                 |                                       | 1,722          |
| 16                  | 2,3                 | 14                     | 11,7                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,404          |
| 17                  | 2,195               | 10                     | 7,805                   |                        | 0,12                                 |                                       | 0,9366         |
| 18                  | 2,215               | 5                      | 2,785                   |                        | 0,12                                 |                                       | 0,3342         |
| 19                  | 2,295               | 2                      |                         | 0,295                  |                                      | 0,24                                  | -0,0708        |
| 20                  | 2,755               | 0                      |                         | 2,755                  |                                      | 0,24                                  | -0,6612        |
| 21                  | 3,065               | 0                      |                         | 3,065                  |                                      | 0,24                                  | -0,7356        |
| 22                  | 2,625               | 0                      |                         | 2,625                  |                                      | 0,24                                  | -0,63          |
| 23                  | 2,325               | 0                      |                         | 2,325                  |                                      | 0,16                                  | -0,372         |
| <b>TOTAL AL DÍA</b> |                     |                        |                         |                        |                                      |                                       | <b>8,3312</b>  |
| <b>TOTAL AL MES</b> |                     |                        |                         |                        |                                      |                                       | <b>249,936</b> |

En el mes de abril hay un balance económico y de energía positivos, la compañía eléctrica debe pagar a la comunidad, de media, en el mes de abril 249,94 €. Sin la instalación de placas fotovoltaicas la comunidad debería pagar a la compañía, de media, durante el mes de abril 297,92 €.

## 2.5. MAYO

| HORAS               | CONSUMO MAYO (kWh) | GENERACIÓN MAYO (kWh) | EXCESO DE ENERGÍA (kWh) | FALTA DE ENERGÍA (kWh) | PRECIO DEL EXCESO DE ENERGÍA (€/kWh) | PRECIO DE LA FALTA DE ENERGÍA (€/kWh) | BALANCE (€)     |
|---------------------|--------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 0                   | 1,52               | 0                     |                         | 1,52                   |                                      | 0,16                                  | -0,2432         |
| 1                   | 1,47               | 0                     |                         | 1,47                   |                                      | 0,12                                  | -0,1764         |
| 2                   | 1,46               | 0                     |                         | 1,46                   |                                      | 0,12                                  | -0,1752         |
| 3                   | 1,45               | 0                     |                         | 1,45                   |                                      | 0,12                                  | -0,174          |
| 4                   | 1,44               | 0                     |                         | 1,44                   |                                      | 0,12                                  | -0,1728         |
| 5                   | 1,43               | 0                     |                         | 1,43                   |                                      | 0,12                                  | -0,1716         |
| 6                   | 1,42               | 0                     |                         | 1,42                   |                                      | 0,12                                  | -0,1704         |
| 7                   | 1,52               | 0                     |                         | 1,52                   |                                      | 0,12                                  | -0,1824         |
| 8                   | 1,73               | 1                     |                         | 0,73                   |                                      | 0,16                                  | -0,1168         |
| 9                   | 1,78               | 3                     | 1,22                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,1464          |
| 10                  | 1,58               | 7                     | 5,42                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,6504          |
| 11                  | 1,43               | 12                    | 10,57                   |                        | 0,12                                 |                                       | 1,2684          |
| 12                  | 1,48               | 18                    | 16,52                   |                        | 0,12                                 |                                       | 1,9824          |
| 13                  | 1,53               | 21                    | 19,47                   |                        | 0,12                                 |                                       | 2,3364          |
| 14                  | 1,93               | 22                    | 20,07                   |                        | 0,12                                 |                                       | 2,4084          |
| 15                  | 1,83               | 21                    | 19,17                   |                        | 0,12                                 |                                       | 2,3004          |
| 16                  | 1,585              | 18                    | 16,415                  |                        | 0,12                                 |                                       | 1,9698          |
| 17                  | 1,615              | 12                    | 10,385                  |                        | 0,12                                 |                                       | 1,2462          |
| 18                  | 1,635              | 7                     | 5,365                   |                        | 0,12                                 |                                       | 0,6438          |
| 19                  | 1,715              | 3                     | 1,285                   |                        | 0,12                                 |                                       | 0,1542          |
| 20                  | 2,175              | 1                     |                         | 1,175                  |                                      | 0,24                                  | -0,282          |
| 21                  | 2,485              | 0                     |                         | 2,485                  |                                      | 0,24                                  | -0,5964         |
| 22                  | 2,045              | 0                     |                         | 2,045                  |                                      | 0,24                                  | -0,4908         |
| 23                  | 1,745              | 0                     |                         | 1,745                  |                                      | 0,16                                  | -0,2792         |
| <b>TOTAL AL DÍA</b> |                    |                       |                         |                        |                                      |                                       | <b>11,8756</b>  |
| <b>TOTAL AL MES</b> |                    |                       |                         |                        |                                      |                                       | <b>368,1436</b> |

En el mes de mayo hay un balance económico y de energía positivos, la compañía eléctrica debe pagar a la comunidad, de media, en el mes de mayo 368,14 €. Sin la instalación de placas fotovoltaicas la comunidad debería pagar a la compañía, de media, durante el mes de mayo 220,30 €.

**2.6. JUNIO**

| HORAS               | CONSUMO JUNIO (kWh) | GENERACIÓN JUNIO (kWh) | EXCESO DE ENERGÍA (kWh) | FALTA DE ENERGÍA (kWh) | PRECIO DEL EXCESO DE ENERGÍA (€/kWh) | PRECIO DE LA FALTA DE ENERGÍA (€/kWh) | BALANCE (€)    |
|---------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| 0                   | 1,16                | 0                      |                         | 1,16                   |                                      | 0,16                                  | -0,1856        |
| 1                   | 1,11                | 0                      |                         | 1,11                   |                                      | 0,12                                  | -0,1332        |
| 2                   | 1,1                 | 0                      |                         | 1,1                    |                                      | 0,12                                  | -0,132         |
| 3                   | 1,09                | 0                      |                         | 1,09                   |                                      | 0,12                                  | -0,1308        |
| 4                   | 1,07                | 0                      |                         | 1,07                   |                                      | 0,12                                  | -0,1284        |
| 5                   | 1,06                | 0                      |                         | 1,06                   |                                      | 0,12                                  | -0,1272        |
| 6                   | 1,05                | 0                      |                         | 1,05                   |                                      | 0,12                                  | -0,126         |
| 7                   | 1,15                | 0                      |                         | 1,15                   |                                      | 0,12                                  | -0,138         |
| 8                   | 1,35                | 1                      |                         | 0,35                   |                                      | 0,16                                  | -0,056         |
| 9                   | 1,4                 | 2                      | 0,6                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,072          |
| 10                  | 1,2                 | 4                      | 2,8                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,336          |
| 11                  | 1,05                | 9                      | 7,95                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,954          |
| 12                  | 1,1                 | 15                     | 13,9                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,668          |
| 13                  | 1,15                | 21                     | 19,85                   |                        | 0,12                                 |                                       | 2,382          |
| 14                  | 1,55                | 25                     | 23,45                   |                        | 0,12                                 |                                       | 2,814          |
| 15                  | 1,45                | 25                     | 23,55                   |                        | 0,12                                 |                                       | 2,826          |
| 16                  | 1,205               | 21                     | 19,795                  |                        | 0,12                                 |                                       | 2,3754         |
| 17                  | 1,235               | 15                     | 13,765                  |                        | 0,12                                 |                                       | 1,6518         |
| 18                  | 1,255               | 9                      | 7,745                   |                        | 0,12                                 |                                       | 0,9294         |
| 19                  | 1,335               | 4                      | 2,665                   |                        | 0,12                                 |                                       | 0,3198         |
| 20                  | 1,795               | 2                      | 0,205                   |                        | 0,12                                 |                                       | 0,0246         |
| 21                  | 2,105               | 1                      |                         | 1,105                  |                                      | 0,24                                  | -0,2652        |
| 22                  | 1,665               | 0                      |                         | 1,665                  |                                      | 0,24                                  | -0,3996        |
| 23                  | 1,365               | 0                      |                         | 1,365                  |                                      | 0,16                                  | -0,2184        |
| <b>TOTAL AL DÍA</b> |                     |                        |                         |                        |                                      |                                       | <b>14,3126</b> |
| <b>TOTAL AL MES</b> |                     |                        |                         |                        |                                      |                                       | <b>429,378</b> |

En el mes de junio hay un balance económico y de energía positivos, la compañía eléctrica debe pagar a la comunidad, de media, en el mes de junio 429,38 €. Sin la instalación de placas fotovoltaicas la comunidad debería pagar a la compañía, de media, durante el mes de junio 166,22 €.

## 2.7. JULIO

| HORAS               | CONSUMO JULIO (kWh) | GENERACIÓN JULIO (kWh) | EXCESO DE ENERGÍA (kWh) | FALTA DE ENERGÍA (kWh) | PRECIO DEL EXCESO DE ENERGÍA (€/kWh) | PRECIO DE LA FALTA DE ENERGÍA (€/kWh) | BALANCE (€)     |
|---------------------|---------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 0                   | 1,035               | 0                      |                         | 1,035                  |                                      | 0,16                                  | -0,1656         |
| 1                   | 0,985               | 0                      |                         | 0,985                  |                                      | 0,12                                  | -0,1182         |
| 2                   | 0,975               | 0                      |                         | 0,975                  |                                      | 0,12                                  | -0,117          |
| 3                   | 0,965               | 0                      |                         | 0,965                  |                                      | 0,12                                  | -0,1158         |
| 4                   | 0,945               | 0                      |                         | 0,945                  |                                      | 0,12                                  | -0,1134         |
| 5                   | 0,935               | 0                      |                         | 0,935                  |                                      | 0,12                                  | -0,1122         |
| 6                   | 0,925               | 0                      |                         | 0,925                  |                                      | 0,12                                  | -0,111          |
| 7                   | 1,025               | 1                      |                         | 0,025                  |                                      | 0,12                                  | -0,003          |
| 8                   | 1,225               | 2                      |                         | -0,775                 |                                      | 0,16                                  | 0,124           |
| 9                   | 1,275               | 4                      | 2,725                   |                        | 0,12                                 |                                       | 0,327           |
| 10                  | 1,075               | 8                      | 6,925                   |                        | 0,12                                 |                                       | 0,831           |
| 11                  | 0,925               | 13                     | 12,075                  |                        | 0,12                                 |                                       | 1,449           |
| 12                  | 0,975               | 18                     | 17,025                  |                        | 0,12                                 |                                       | 2,043           |
| 13                  | 1,025               | 24                     | 22,975                  |                        | 0,12                                 |                                       | 2,757           |
| 14                  | 1,425               | 26                     | 24,575                  |                        | 0,12                                 |                                       | 2,949           |
| 15                  | 1,325               | 24                     | 22,675                  |                        | 0,12                                 |                                       | 2,721           |
| 16                  | 1,08                | 18                     | 16,92                   |                        | 0,12                                 |                                       | 2,0304          |
| 17                  | 1,11                | 13                     | 11,89                   |                        | 0,12                                 |                                       | 1,4268          |
| 18                  | 1,13                | 8                      | 6,87                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,8244          |
| 19                  | 1,21                | 4                      | 2,79                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,3348          |
| 20                  | 1,67                | 2                      | 0,33                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,0396          |
| 21                  | 1,98                | 1                      |                         | 0,98                   |                                      | 0,24                                  | -0,2352         |
| 22                  | 1,54                | 0                      |                         | 1,54                   |                                      | 0,24                                  | -0,3696         |
| 23                  | 1,24                | 0                      |                         | 1,24                   |                                      | 0,16                                  | -0,1984         |
| <b>TOTAL AL DÍA</b> |                     |                        |                         |                        |                                      |                                       | <b>16,1976</b>  |
| <b>TOTAL AL MES</b> |                     |                        |                         |                        |                                      |                                       | <b>502,1256</b> |

En el mes de julio hay un balance económico y de energía positivos, la compañía eléctrica debe pagar a la comunidad, de media, en el mes de julio 502,13 €. Sin la instalación de placas fotovoltaicas la comunidad debería pagar a la compañía, de media, durante el mes de julio 155,64 €.

**2.8. AGOSTO**

| HORAS               | CONSUMO AGOSTO (kWh) | GENERACIÓN AGOSTO (kWh) | EXCESO DE ENERGÍA (kWh) | FALTA DE ENERGÍA (kWh) | PRECIO DEL EXCESO DE ENERGÍA (€/kWh) | PRECIO DE LA FALTA DE ENERGÍA (€/kWh) | BALANCE (€)     |
|---------------------|----------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 0                   | 1,085                | 0                       |                         | 1,085                  |                                      | 0,16                                  | -0,1736         |
| 1                   | 1,025                | 0                       |                         | 1,025                  |                                      | 0,12                                  | -0,123          |
| 2                   | 1,015                | 0                       |                         | 1,015                  |                                      | 0,12                                  | -0,1218         |
| 3                   | 1,005                | 0                       |                         | 1,005                  |                                      | 0,12                                  | -0,1206         |
| 4                   | 0,985                | 0                       |                         | 0,985                  |                                      | 0,12                                  | -0,1182         |
| 5                   | 0,975                | 0                       |                         | 0,975                  |                                      | 0,12                                  | -0,117          |
| 6                   | 0,965                | 0                       |                         | 0,965                  |                                      | 0,12                                  | -0,1158         |
| 7                   | 1,1                  | 0                       |                         | 1,1                    |                                      | 0,12                                  | -0,132          |
| 8                   | 1,3                  | 1                       |                         | 0,3                    |                                      | 0,16                                  | -0,048          |
| 9                   | 1,35                 | 2                       | 0,65                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,078           |
| 10                  | 1,2                  | 4                       | 2,8                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,336           |
| 11                  | 1                    | 9                       | 8                       |                        | 0,12                                 |                                       | 0,96            |
| 12                  | 1,015                | 15                      | 13,985                  |                        | 0,12                                 |                                       | 1,6782          |
| 13                  | 1,1                  | 22                      | 20,9                    |                        | 0,12                                 |                                       | 2,508           |
| 14                  | 1,5                  | 25                      | 23,5                    |                        | 0,12                                 |                                       | 2,82            |
| 15                  | 1,4                  | 26                      | 24,6                    |                        | 0,12                                 |                                       | 2,952           |
| 16                  | 1,13                 | 22                      | 20,87                   |                        | 0,12                                 |                                       | 2,5044          |
| 17                  | 1,15                 | 15                      | 13,85                   |                        | 0,12                                 |                                       | 1,662           |
| 18                  | 1,17                 | 9                       | 7,83                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,9396          |
| 19                  | 1,25                 | 4                       | 2,75                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,33            |
| 20                  | 1,71                 | 2                       | 0,29                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,0348          |
| 21                  | 2                    | 1                       |                         | 1                      |                                      | 0,24                                  | -0,24           |
| 22                  | 1,7                  | 0                       |                         | 1,7                    |                                      | 0,24                                  | -0,408          |
| 23                  | 1,28                 | 0                       |                         | 1,28                   |                                      | 0,16                                  | -0,2048         |
| <b>TOTAL AL DÍA</b> |                      |                         |                         |                        |                                      |                                       | <b>14,8802</b>  |
| <b>TOTAL AL MES</b> |                      |                         |                         |                        |                                      |                                       | <b>461,2862</b> |

En el mes de agosto hay un balance económico y de energía positivos, la compañía eléctrica debe pagar a la comunidad, de media, en el mes de agosto 461,29 €. Sin la instalación de placas fotovoltaicas la comunidad debería pagar a la compañía, de media, durante el mes de agosto 163,46 €.

## 2.9. SEPTIEMBRE

| HORAS               | CONSUMO SEPTIEMBRE (kWh) | GENERACIÓN SEPTIEMBRE (kWh) | EXCESO DE ENERGÍA (kWh) | FALTA DE ENERGÍA (kWh) | PRECIO DEL EXCESO DE ENERGÍA (€/kWh) | PRECIO DE LA FALTA DE ENERGÍA (€/kWh) | BALANCE (€)    |
|---------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| 0                   | 1,625                    | 0                           |                         | 1,625                  |                                      | 0,16                                  | -0,26          |
| 1                   | 1,565                    | 0                           |                         | 1,565                  |                                      | 0,12                                  | -0,1878        |
| 2                   | 1,555                    | 0                           |                         | 1,555                  |                                      | 0,12                                  | -0,1866        |
| 3                   | 1,545                    | 0                           |                         | 1,545                  |                                      | 0,12                                  | -0,1854        |
| 4                   | 1,525                    | 0                           |                         | 1,525                  |                                      | 0,12                                  | -0,183         |
| 5                   | 1,515                    | 0                           |                         | 1,515                  |                                      | 0,12                                  | -0,1818        |
| 6                   | 1,505                    | 0                           |                         | 1,505                  |                                      | 0,12                                  | -0,1806        |
| 7                   | 1,615                    | 0                           |                         | 1,615                  |                                      | 0,12                                  | -0,1938        |
| 8                   | 1,81                     | 3                           | 1,19                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,1428         |
| 9                   | 1,86                     | 6                           | 4,14                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,4968         |
| 10                  | 1,6                      | 10                          | 8,4                     |                        | 0,12                                 |                                       | 1,008          |
| 11                  | 1,5                      | 14                          | 12,5                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,5            |
| 12                  | 1,5                      | 17                          | 15,5                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,86           |
| 13                  | 1,6                      | 19                          | 17,4                    |                        | 0,12                                 |                                       | 2,088          |
| 14                  | 2                        | 20                          | 18                      |                        | 0,12                                 |                                       | 2,16           |
| 15                  | 1,95                     | 17                          | 15,05                   |                        | 0,12                                 |                                       | 1,806          |
| 16                  | 1,8                      | 14                          | 12,2                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,464          |
| 17                  | 1,7                      | 10                          | 8,3                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,996          |
| 18                  | 1,7                      | 6                           | 4,3                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,516          |
| 19                  | 1,8                      | 3                           | 1,2                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,144          |
| 20                  | 2,3                      | 0                           |                         | 2,3                    |                                      | 0,24                                  | -0,552         |
| 21                  | 2,6                      | 0                           |                         | 2,6                    |                                      | 0,24                                  | -0,624         |
| 22                  | 2,2                      | 0                           |                         | 2,2                    |                                      | 0,24                                  | -0,528         |
| 23                  | 1,82                     | 0                           |                         | 1,82                   |                                      | 0,16                                  | -0,2912        |
| <b>TOTAL AL DÍA</b> |                          |                             |                         |                        |                                      |                                       | <b>10,6274</b> |
| <b>TOTAL AL MES</b> |                          |                             |                         |                        |                                      |                                       | <b>318,822</b> |

En el mes de septiembre hay un balance económico y de energía positivos, la compañía eléctrica debe pagar a la comunidad, de media, en el mes de septiembre 318,82 €. Sin la instalación de placas fotovoltaicas la comunidad debería pagar a la compañía, de media, durante el mes de septiembre 224,55 €.

**2.10. OCTUBRE**

| HORAS               | CONSUMO OCTUBRE (kWh) | GENERACIÓN OCTUBRE (kWh) | EXCESO DE ENERGÍA (kWh) | FALTA DE ENERGÍA (kWh) | PRECIO DEL EXCESO DE ENERGÍA (€/kWh) | PRECIO DE LA FALTA DE ENERGÍA (€/kWh) | BALANCE (€)     |
|---------------------|-----------------------|--------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 0                   | 2,125                 | 0                        |                         | 2,125                  |                                      | 0,16                                  | -0,34           |
| 1                   | 2,065                 | 0                        |                         | 2,065                  |                                      | 0,12                                  | -0,2478         |
| 2                   | 2,055                 | 0                        |                         | 2,055                  |                                      | 0,12                                  | -0,2466         |
| 3                   | 2,045                 | 0                        |                         | 2,045                  |                                      | 0,12                                  | -0,2454         |
| 4                   | 2,025                 | 0                        |                         | 2,025                  |                                      | 0,12                                  | -0,243          |
| 5                   | 2,015                 | 0                        |                         | 2,015                  |                                      | 0,12                                  | -0,2418         |
| 6                   | 2,005                 | 0                        |                         | 2,005                  |                                      | 0,12                                  | -0,2406         |
| 7                   | 2,115                 | 0                        |                         | 2,115                  |                                      | 0,12                                  | -0,2538         |
| 8                   | 2,4                   | 1                        |                         | 1,4                    |                                      | 0,12                                  | -0,168          |
| 9                   | 2,5                   | 4                        | 1,5                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,18            |
| 10                  | 2,3                   | 10                       | 7,7                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,924           |
| 11                  | 2,1                   | 14                       | 11,9                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,428           |
| 12                  | 2,1                   | 18                       | 15,9                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,908           |
| 13                  | 2,15                  | 19                       | 16,85                   |                        | 0,12                                 |                                       | 2,022           |
| 14                  | 2,6                   | 18                       | 15,4                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,848           |
| 15                  | 2,65                  | 14                       | 11,35                   |                        | 0,12                                 |                                       | 1,362           |
| 16                  | 2,3                   | 10                       | 7,7                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,924           |
| 17                  | 2,19                  | 4                        | 1,81                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,2172          |
| 18                  | 2,21                  | 1                        |                         | 1,21                   |                                      | 0,16                                  | -0,1936         |
| 19                  | 2,29                  | 0                        |                         | 2,29                   |                                      | 0,24                                  | -0,5496         |
| 20                  | 2,76                  | 0                        |                         | 2,76                   |                                      | 0,24                                  | -0,6624         |
| 21                  | 3,07                  | 0                        |                         | 3,07                   |                                      | 0,24                                  | -0,7368         |
| 22                  | 2,62                  | 0                        |                         | 2,62                   |                                      | 0,24                                  | -0,6288         |
| 23                  | 2,32                  | 0                        |                         | 2,32                   |                                      | 0,16                                  | -0,3712         |
| <b>TOTAL AL DÍA</b> |                       |                          |                         |                        |                                      |                                       | <b>5,4438</b>   |
| <b>TOTAL AL MES</b> |                       |                          |                         |                        |                                      |                                       | <b>168,7578</b> |

En el mes de octubre hay un balance económico y de energía positivos, la compañía eléctrica debe pagar a la comunidad, de media, en el mes de octubre 168,76 €. Sin la instalación de placas fotovoltaicas la comunidad debería pagar a la compañía, de media, durante el mes de octubre 300,94 €.

## 2.11. NOVIEMBRE

| HORAS               | CONSUMO NOVIEMBRE (kWh) | GENERACIÓN NOVIEMBRE (kWh) | EXCESO DE ENERGÍA (kWh) | FALTA DE ENERGÍA (kWh) | PRECIO DEL EXCESO DE ENERGÍA (€/kWh) | PRECIO DE LA FALTA DE ENERGÍA (€/kWh) | BALANCE (€)   |
|---------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| 0                   | 2,4                     | 0                          |                         | 2,4                    |                                      | 0,16                                  | -0,384        |
| 1                   | 2,3                     | 0                          |                         | 2,3                    |                                      | 0,12                                  | -0,276        |
| 2                   | 2,29                    | 0                          |                         | 2,29                   |                                      | 0,12                                  | -0,2748       |
| 3                   | 2,28                    | 0                          |                         | 2,28                   |                                      | 0,12                                  | -0,2736       |
| 4                   | 2,27                    | 0                          |                         | 2,27                   |                                      | 0,12                                  | -0,2724       |
| 5                   | 2,3                     | 0                          |                         | 2,3                    |                                      | 0,12                                  | -0,276        |
| 6                   | 2,4                     | 0                          |                         | 2,4                    |                                      | 0,12                                  | -0,288        |
| 7                   | 2,5                     | 0                          |                         | 2,5                    |                                      | 0,12                                  | -0,3          |
| 8                   | 2,8                     | 0                          |                         | 2,8                    |                                      | 0,12                                  | -0,336        |
| 9                   | 2,85                    | 2                          |                         | 0,85                   |                                      | 0,16                                  | -0,136        |
| 10                  | 2,615                   | 7                          | 4,385                   |                        | 0,12                                 |                                       | 0,5262        |
| 11                  | 2,475                   | 11                         | 8,525                   |                        | 0,12                                 |                                       | 1,023         |
| 12                  | 2,515                   | 14                         | 11,485                  |                        | 0,12                                 |                                       | 1,3782        |
| 13                  | 2,575                   | 15                         | 12,425                  |                        | 0,12                                 |                                       | 1,491         |
| 14                  | 3                       | 14                         | 11                      |                        | 0,12                                 |                                       | 1,32          |
| 15                  | 3,1                     | 11                         | 7,9                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,948         |
| 16                  | 2,8                     | 7                          | 4,2                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,504         |
| 17                  | 2,65                    | 2                          |                         | 0,65                   |                                      | 0,16                                  | -0,104        |
| 18                  | 2,67                    | 0                          |                         | 2,67                   |                                      | 0,16                                  | -0,4272       |
| 19                  | 2,75                    | 0                          |                         | 2,75                   |                                      | 0,24                                  | -0,66         |
| 20                  | 3,22                    | 0                          |                         | 3,22                   |                                      | 0,24                                  | -0,7728       |
| 21                  | 3,53                    | 0                          |                         | 3,53                   |                                      | 0,24                                  | -0,8472       |
| 22                  | 3,08                    | 0                          |                         | 3,08                   |                                      | 0,24                                  | -0,7392       |
| 23                  | 2,78                    | 0                          |                         | 2,78                   |                                      | 0,16                                  | -0,4448       |
| <b>TOTAL AL DÍA</b> |                         |                            |                         |                        |                                      |                                       | <b>0,3784</b> |
| <b>TOTAL AL MES</b> |                         |                            |                         |                        |                                      |                                       | <b>11,352</b> |

En el mes de noviembre hay un balance económico y de energía positivos, la compañía eléctrica debe pagar a la comunidad, de media, en el mes de noviembre solamente 11,35 €. Pero sin la instalación de placas fotovoltaicas la comunidad debería pagar a la compañía, de media, durante el mes de noviembre 340,50 €.

## 2.12. DICIEMBRE

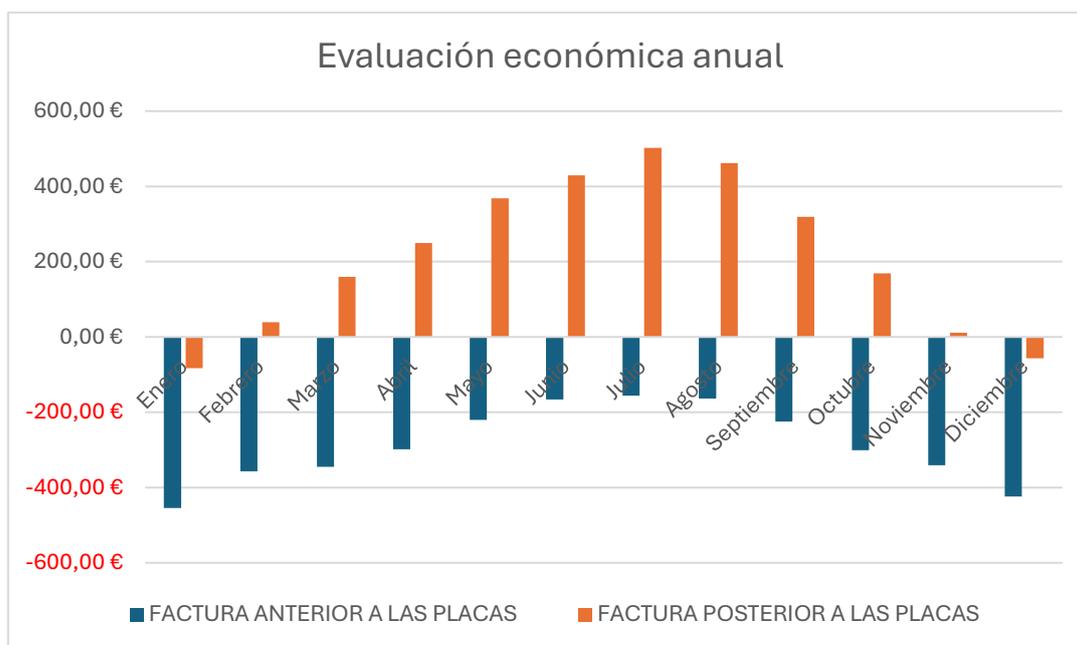
| HORAS               | CONSUMO DICIEMBRE (kWh) | GENERACIÓN DICIEMBRE (kWh) | EXCESO DE ENERGÍA (kWh) | FALTA DE ENERGÍA (kWh) | PRECIO DEL EXCESO DE ENERGÍA (€/kWh) | PRECIO DE LA FALTA DE ENERGÍA (€/kWh) | BALANCE (€)     |
|---------------------|-------------------------|----------------------------|-------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-----------------|
| 0                   | 2,7                     | 0                          |                         | 2,7                    |                                      | 0,16                                  | -0,432          |
| 1                   | 2,6                     | 0                          |                         | 2,6                    |                                      | 0,12                                  | -0,312          |
| 2                   | 2,6                     | 0                          |                         | 2,6                    |                                      | 0,12                                  | -0,312          |
| 3                   | 2,58                    | 0                          |                         | 2,58                   |                                      | 0,12                                  | -0,3096         |
| 4                   | 2,58                    | 0                          |                         | 2,58                   |                                      | 0,12                                  | -0,3096         |
| 5                   | 2,6                     | 0                          |                         | 2,6                    |                                      | 0,12                                  | -0,312          |
| 6                   | 2,8                     | 0                          |                         | 2,8                    |                                      | 0,12                                  | -0,336          |
| 7                   | 3                       | 0                          |                         | 3                      |                                      | 0,12                                  | -0,36           |
| 8                   | 3,4                     | 0                          |                         | 3,4                    |                                      | 0,12                                  | -0,408          |
| 9                   | 3,5                     | 2                          |                         | 1,5                    |                                      | 0,16                                  | -0,24           |
| 10                  | 3,16                    | 6                          | 2,84                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,3408          |
| 11                  | 3,02                    | 11                         | 7,98                    |                        | 0,12                                 |                                       | 0,9576          |
| 12                  | 3,06                    | 14                         | 10,94                   |                        | 0,12                                 |                                       | 1,3128          |
| 13                  | 3,12                    | 15                         | 11,88                   |                        | 0,12                                 |                                       | 1,4256          |
| 14                  | 3,7                     | 14                         | 10,3                    |                        | 0,12                                 |                                       | 1,236           |
| 15                  | 3,8                     | 11                         | 7,2                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,864           |
| 16                  | 3,3                     | 6                          | 2,7                     |                        | 0,12                                 |                                       | 0,324           |
| 17                  | 3,19                    | 2                          |                         | 1,19                   |                                      | 0,16                                  | -0,1904         |
| 18                  | 3,21                    | 0                          |                         | 3,21                   |                                      | 0,16                                  | -0,5136         |
| 19                  | 3,29                    | 0                          |                         | 3,29                   |                                      | 0,24                                  | -0,7896         |
| 20                  | 3,76                    | 0                          |                         | 3,76                   |                                      | 0,24                                  | -0,9024         |
| 21                  | 4,5                     | 0                          |                         | 4,5                    |                                      | 0,24                                  | -1,08           |
| 22                  | 4                       | 0                          |                         | 4                      |                                      | 0,24                                  | -0,96           |
| 23                  | 3,32                    | 0                          |                         | 3,32                   |                                      | 0,16                                  | -0,5312         |
| <b>TOTAL AL DÍA</b> |                         |                            |                         |                        |                                      |                                       | <b>-1,8376</b>  |
| <b>TOTAL AL MES</b> |                         |                            |                         |                        |                                      |                                       | <b>-56,9656</b> |

Diciembre vuelve a ser un mes desfavorable, con balance económico negativo, al igual que enero, son los dos únicos meses. La comunidad en este caso tiene que pagar a la compañía eléctrica 56,97 €, sin embargo, sin la instalación de placas fotovoltaicas, la factura ascendería hasta los 423,96 €, por lo que, haciendo un balance de todos los meses, la inversión de las placas se recuperará.

### 3. EVALUACIÓN ECONÓMICA TOTAL

Como se ha podido comprobar en el anterior apartado, durante casi todos los meses, exceptuando enero y diciembre, que son los más desfavorables, la compañía eléctrica paga a la comunidad, no como anteriormente a la instalación de placas fotovoltaicas, que era al revés, ahora pagan porque sobra energía eléctrica y se vende.

Si se suman las facturas mensuales anteriores a las placas, más las facturas positivas después de la instalación de las placas, es decir, las facturas que la compañía paga a la comunidad y restando las facturas de los meses en los que hay que pagar a la compañía (enero y diciembre), se obtiene el cómputo anual, que son los ingresos anuales, y son 6.018,85 euros. Se han considerado las facturas anteriores a la instalación de las placas como ingresos, ya que es un dinero que no se está pagando gracias a la instalación. Esto se ha de tener en cuenta para el estudio de viabilidad económica del proyecto.



Como se puede ver en el anterior gráfico, la factura anterior a las placas había que pagar todos los meses a la compañía eléctrica entre 500 y 100 euros, sin embargo, al instalar las placas, sólo hay que pagar en los meses de enero y diciembre, el resto de los meses paga la compañía eléctrica a la comunidad.



# ANEJO Nº 3: ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

|                                                            |   |
|------------------------------------------------------------|---|
| 1. INVERSIÓN TOTAL .....                                   | 2 |
| 2. BALANCE ECONÓMICO .....                                 | 2 |
| 3. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO .....          | 3 |
| 3.1. VAN .....                                             | 3 |
| 3.2. TIR .....                                             | 4 |
| 3.3. PAYBACK O PLAZO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN ..... | 5 |

## 1. INVERSIÓN TOTAL

La inversión inicial es la cantidad de dinero necesario para poner en marcha el proyecto de negocio. La inversión total de este proyecto equivale al presupuesto general, y es de 28.182,11 €, como ya se ha explicado y detallado anteriormente.

El presupuesto de ejecución por contrata con IVA asciende a la cantidad de **VEINTIOCHO MIL CIENTO OCHENTA Y DOS EUROS Y ONCE CÉNTIMOS**.

## 2. BALANCE ECONÓMICO

Al ser el presente proyecto un autoconsumo con excedentes sometido a compensación, lo que se genera mientras se consume, hora a hora, la compañía eléctrica lo resta del consumo, es decir, lo paga al mismo precio que lo vende a esa hora. Los excesos los paga la compañía eléctrica a 0,12 €/kWh y lo que se consuma cuando el generador fotovoltaico no esté produciendo nada se pagará dependiendo del periodo horario en el que se encuentre.

En la siguiente tabla se compara la factura de la comunidad por meses antes de la instalación de las placas fotovoltaicas con la factura de la compañía eléctrica una vez instaladas las placas.

Tabla Nº 1: Comparación facturas antes y después de las placas

| MESES      | FACTURA ANTERIOR A LAS PLACAS | FACTURA POSTERIOR A LAS PLACAS |
|------------|-------------------------------|--------------------------------|
| Enero      | - 454,62 €                    | - 82,62 €                      |
| Febrero    | - 356,60 €                    | + 39,23 €                      |
| Marzo      | - 344,61 €                    | + 159,81 €                     |
| Abril      | - 297,92 €                    | + 249,94 €                     |
| Mayo       | - 220,30 €                    | + 368,14 €                     |
| Junio      | - 166,22 €                    | + 429,38 €                     |
| Julio      | - 155,64 €                    | + 502,13 €                     |
| Agosto     | - 163,46 €                    | + 461,29 €                     |
| Septiembre | - 224,55 €                    | + 318,82 €                     |
| Octubre    | - 300,94 €                    | + 168,76 €                     |
| Noviembre  | - 340,50 €                    | + 11,35 €                      |
| Diciembre  | - 423,96 €                    | - 56,97 €                      |

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar, la factura, una vez instaladas las placas fotovoltaicas, exceptuando enero y diciembre, la compañía eléctrica debe pagar a la comunidad por la venta de energía eléctrica.

Para calcular los beneficios, que son ingresos menos gastos, se han considerado las facturas anteriores a la instalación de las placas como ingresos, ya que es un dinero que no se está pagando gracias a la instalación.

Así, sumando las facturas mensuales anteriores a las placas, más las facturas positivas después de la instalación de las placas, es decir, las facturas que la compañía paga a la comunidad y restando las facturas de los meses en los que hay que pagar a la compañía (enero y diciembre), se obtiene el cómputo anual, que son los ingresos anuales, y son 6.018,85 euros.

Los beneficios anuales son los ingresos menos los gastos, pero como en este caso no hay gastos anuales, los beneficios resultan ser 6.018,85 € anuales.

$$B^0 = I - G = 6.018,85 - 0,00 = 6.018,85 \text{ €}$$

### 3. ANÁLISIS DE LA RENTABILIDAD DEL PROYECTO

Para conocer la viabilidad de este proyecto, se proceden a aplicar diferentes fórmulas matemáticas y económicas. Principalmente se aplican métodos dinámicos como el VAN y la TIR, diferentes ratios que analizan la rentabilidad de una inversión. De manera complementaria se aplica el método estático del payback o plazo de recuperación de la inversión. Todos estos indicadores son explicados e interpretados a continuación.

#### 3.1. VAN

El valor actual neto (VAN) es un criterio de inversión que consiste en actualizar los cobros y pagos de un proyecto con el objetivo de conocer cuánto se va a ganar o perder con esa inversión.

Para ello, se actualizan todos los flujos de caja al momento presente descontándolos a un tipo de interés determinado. En este caso, necesitamos para este cálculo el tipo de interés oficial de referencia en el mercado. El Banco Central es el responsable de fijar los tipos de interés en la mayor parte de las economías. En el caso de España, el organismo regulador al que pertenecemos es el Banco Central Europeo. Para fijar el tipo de interés oficial se tiene en cuenta la situación económica de la región y las perspectivas a corto y medio plazo. Una vez fijado, ese será el tipo mínimo al que podrán acudir los bancos que operan en la zona a las subastas de capital. Actualmente, y desde 2016, está fijado en un 3%.

El VAN va a expresar una medida de rentabilidad del proyecto en términos absolutos netos, es decir, en nº de unidades monetarias (euros). Así, su expresión matemática será:

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

Donde  $I_0$  es la inversión inicial,  $F_t$  los flujos de caja anuales,  $k$  el tipo de interés oficial y  $t$  el tiempo medido en años.

Esta ratio se utiliza para la valoración de distintas opciones de inversión. En el momento que esta operación da un resultado positivo, se considera que la inversión es rentable y el proyecto viable para su desarrollo. Por ello, se va a considerar para el cálculo diferentes años de análisis, así se analizará en qué momento de tiempo es viable el desarrollo de este proyecto.

$$t = 1; \text{VAN} = -28.182,11 + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^1} = -22.338,56 \text{ €}$$

$$t = 2; \text{VAN} = -28.182,11 + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^1} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^2} = -16.665,22 \text{ €}$$

$$t = 3; \text{VAN} = -28.182,11 + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^1} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^2} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^3} = -11.157,12 \text{ €}$$

$$t = 4; \text{VAN} = -28.182,11 + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^1} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^2} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^3} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^4} = -5.809,45 \text{ €}$$

$$t = 5; \text{VAN} = -28.182,11 + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^1} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^2} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^3} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^4} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^5} = -617,54 \text{ €}$$

$$t = 6; \text{VAN} = -28.182,11 + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^1} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^2} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^3} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^4} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^5} + \frac{6.018,85}{(1+0,03)^6} = 4.423,15 \text{ €}$$

Así, se comprueba que este proyecto es rentable a partir del sexto año, ya que el resultado del VAN es un importe positivo o mayor a cero. A partir de ahí, el VAN es mayor ya que este proyecto crea valor; cuanto más tiempo dure en el tiempo este proyecto, más viable se considera por su alta rentabilidad.

### 3.2. TIR

La TIR o tasa interna de retorno es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión. Es decir, es el porcentaje de beneficio o pérdida que conllevará cualquier inversión. Está muy relacionada con el VAN o Valor Actualizado Neto, hallado anteriormente, definiéndose la Tasa Interna de Retorno (TIR) cuando el Valor Actualizado Neto (VAN) adquiere un valor igual a 0 para un proyecto de inversión concreto y determinado.

$$\text{TIR: VAN} = 0$$

$$\text{VAN} = -I_0 + \sum_{t=1}^n \frac{F_t}{(1+TIR)^t} = -I_0 + \frac{F_1}{(1+TIR)} + \frac{F_2}{(1+TIR)^2} + \dots + \frac{F_n}{(1+TIR)^n} = 0$$

Aplicando la leyenda de simbología anteriormente utilizada para el VAN.

De manera práctica, la TIR será calculada a continuación para diferentes periodos de tiempo, como se ha realizado el VAN.

$$t = 1; -28.182,11 + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^1} = 0 \rightarrow TIR = -0,7864 = -78,64 \%$$

$$t = 2; -28.182,11 + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^1} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^2} = 0 \rightarrow TIR = -0,4189 = -41,89 \%$$

$$t = 3; -28.182,11 + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^1} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^2} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^3} = 0 \rightarrow TIR = -0,1934 = -19,34 \%$$

$$t = 4; -28.182,11 + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^1} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^2} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^3} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^4} = 0 \rightarrow TIR = -0,0602 = -6,02 \%$$

$$t = 5; -28.182,11 + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^1} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^2} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^3} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^4} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^5} = 0 \rightarrow TIR = 0,0223 = 2,23 \%$$

$$t = 6; -28.182,11 + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^1} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^2} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^3} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^4} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^5} + \frac{6.018,85}{(1+TIR)^6} = 0 \rightarrow TIR = 0,0758 = 7,58 \%$$

La Tasa Interna de Retorno se expresa en porcentaje y debe compararse con la tasa de descuento ( $k$ ), que para este caso hemos considerado  $k = 3\%$ . Por tanto, en el sexto año de vida del proyecto, la TIR es mayor a  $k$  ( $3\%$ ), por lo que a partir de ese momento se considera una inversión rentable. Este dato coincide con lo expresado por el análisis del VAN, ya que como se comentaba anteriormente, son dos indicadores de rentabilidad muy relacionados. Así mismo, cuanto más tiempo esté el proyecto en funcionamiento, más rentable se supone esta inversión.

### 3.3. PAYBACK O PLAZO DE RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN

El Payback o plazo de recuperación habla en términos de tiempo. Así, representa los años que se tarda en recuperar la inversión inicial. Es un método de análisis estático, pues no tiene en cuenta los tipos de interés ni la devaluación del dinero con el paso del tiempo, por lo que se considera una medida menos fiable de la rentabilidad que las dos aplicadas anteriormente (VAN y TIR).

Así, los flujos de este proyecto son los siguientes:

$$-28.182,11 / 6.018,85 / 6.018,85 / 6.018,85 / 6.018,85 / 6.018,85 / \dots$$

El único cálculo que se debe llevar a cabo es sumar los flujos de caja generados hasta alcanzar el desembolso inicial. Así,  $6.018,85 + 6.018,85 + 6.018,85 + 6.018,85 + 6.018,85 = 30.094,25 \text{ €}$ , que supera el desembolso inicial de  $28.182,11 \text{ €}$ . Por ello, el payback o plazo de recuperación de la inversión total son cinco años.

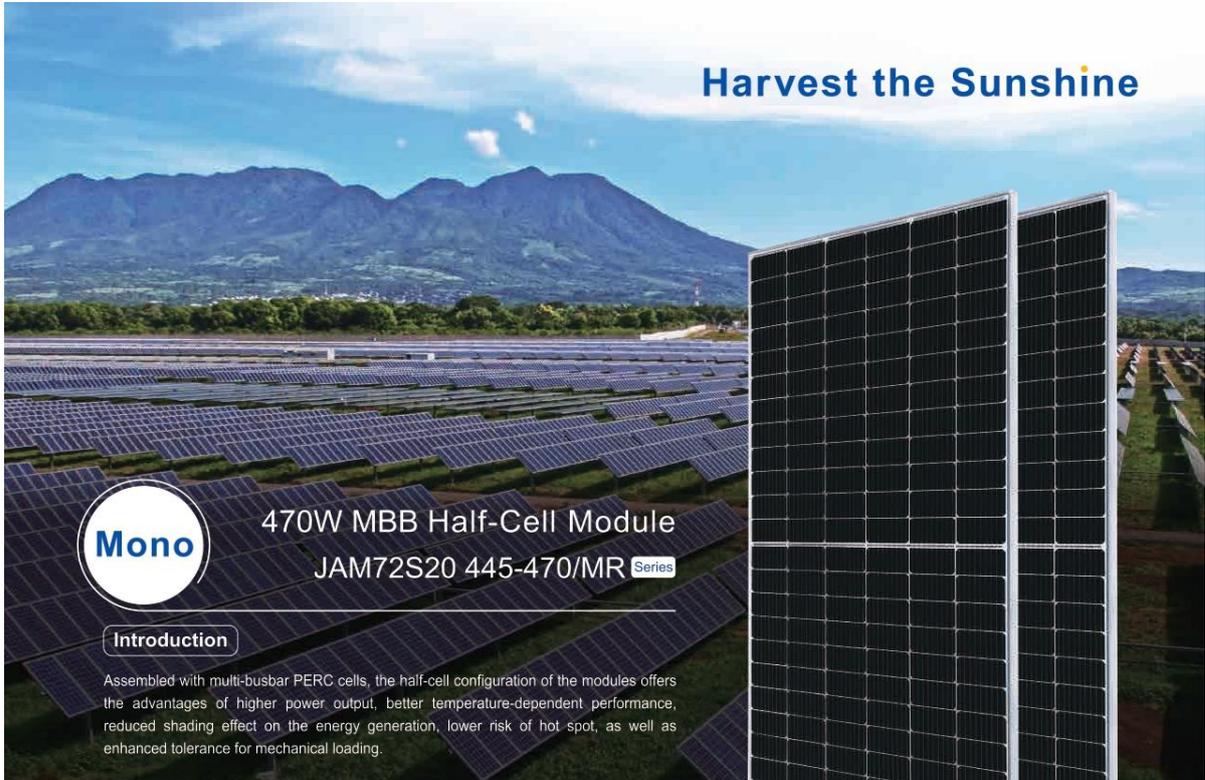


## **ANEJO Nº 4: CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS Y CERTIFICADOS DE LOS EQUIPOS**

### **ÍNDICE DE CONTENIDOS**

|                                                                  |           |
|------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO .....</b> | <b>2</b>  |
| <b>2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INVERSOR .....</b>            | <b>4</b>  |
| <b>3. CERTIFICADO DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS.....</b>          | <b>6</b>  |
| <b>4. CERTIFICADOS DEL INVERSOR .....</b>                        | <b>12</b> |
| <b>5. GARANTÍA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS .....</b>            | <b>23</b> |

# 1. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL MÓDULO FOTOVOLTAICO



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

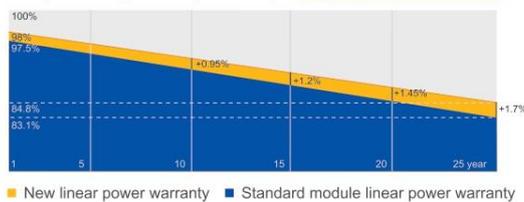


Better mechanical loading tolerance

### Superior Warranty

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

0.55% Annual Degradation Over 25 years



### Comprehensive Certificates

- IEC 61215, IEC 61730, UL 61215, 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: 2016 Terrestrial photovoltaic (PV) modules – Guidelines for increased confidence in PV module design qualification and type approval



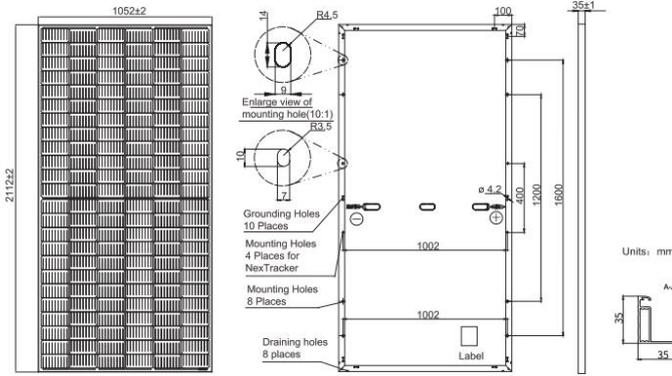
**JASOLAR**

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

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



MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

|                                    |                                       |
|------------------------------------|---------------------------------------|
| Cell                               | Mono                                  |
| Weight                             | 24.5kg±3%                             |
| Dimensions                         | 2112±2mm×1052±2mm×35±1mm              |
| Cable Cross Section Size           | 4mm <sup>2</sup> (IEC) , 12 AWG(UL)   |
| No. of cells                       | 144 (6×24)                            |
| Junction Box                       | IP68, 3 diodes                        |
| Connector                          | MC4(1000V)<br>MC4-EVO2(1500V)         |
| Cable Length (Including Connector) | 1200mm(+)/1200mm(-)                   |
| Packaging Configuration            | 31pcs/pallet<br>682pcs/40ft Container |

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

| TYPE                                               | JAM72S20<br>-445/MR                                             | JAM72S20<br>-450/MR | JAM72S20<br>-455/MR | JAM72S20<br>-460/MR | JAM72S20<br>-465/MR | JAM72S20<br>-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(α <sub>Isc</sub> )  | +0.044%/°C                                                      |                     |                     |                     |                     |                     |
| Temperature Coefficient of Voc(β <sub>Voc</sub> )  | -0.272%/°C                                                      |                     |                     |                     |                     |                     |
| Temperature Coefficient of Pmax(γ <sub>Pmp</sub> ) | -0.350%/°C                                                      |                     |                     |                     |                     |                     |
| STC                                                | Irradiance 1000W/m <sup>2</sup> , cell temperature 25°C, AM1.5G |                     |                     |                     |                     |                     |

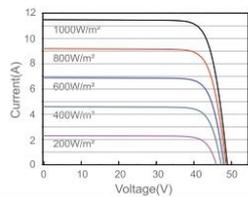
Remark: Electrical data in this catalog do not refer to a single module and they are not part of the offer. They only serve for comparison among different module types.

ELECTRICAL PARAMETERS AT NOCT

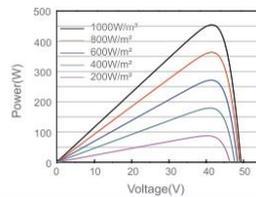
| TYPE                           | JAM72S20<br>-445/MR                                                                                            | JAM72S20<br>-450/MR | JAM72S20<br>-455/MR | JAM72S20<br>-460/MR | JAM72S20<br>-465/MR | JAM72S20<br>-470/MR | OPERATING CONDITIONS                                                                                                   |
|--------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Rated Max Power(Pmax) [W]      | 336                                                                                                            | 340                 | 344                 | 348                 | 352                 | 355                 | Maximum System Voltage 1000V/1500V DC                                                                                  |
| Open Circuit Voltage(Voc) [V]  | 46.65                                                                                                          | 46.90               | 47.15               | 47.38               | 47.61               | 47.84               | Operating Temperature -40°C~+85°C                                                                                      |
| Max Power Voltage(Vmp) [V]     | 38.95                                                                                                          | 39.19               | 39.44               | 39.68               | 39.90               | 40.10               | Maximum Series Fuse Rating 20A                                                                                         |
| Short Circuit Current(Isc) [A] | 9.20                                                                                                           | 9.25                | 9.29                | 9.33                | 9.38                | 9.42                | Maximum Static Load,Front* 5400Pa(112 lb/ft <sup>2</sup> )<br>Maximum Static Load,Back* 2400Pa(50 lb/ft <sup>2</sup> ) |
| Max Power Current(Imp) [A]     | 8.64                                                                                                           | 8.68                | 8.72                | 8.76                | 8.81                | 8.86                | NOCT 45±2°C                                                                                                            |
| NOCT                           | Irradiance 800W/m <sup>2</sup> , ambient temperature 20°C, wind speed 1m/s, AM1.5G                             |                     |                     |                     |                     |                     | Safety Class Class II                                                                                                  |
|                                | *For NexTracker installations ,Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa. |                     |                     |                     |                     |                     | Fire Performance UL Type 1                                                                                             |

CHARACTERISTICS

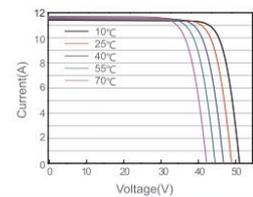
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Premium Cells, Premium Modules

Version No. : Global\_EN\_20210326A

## 2. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL INVERSOR

SUN2000-30/36/40KTL-M3  
Smart PV Controller



### Inteligente

Monitorización a nivel de string



### Eficiente

Eficiencia máxima del 98.7%



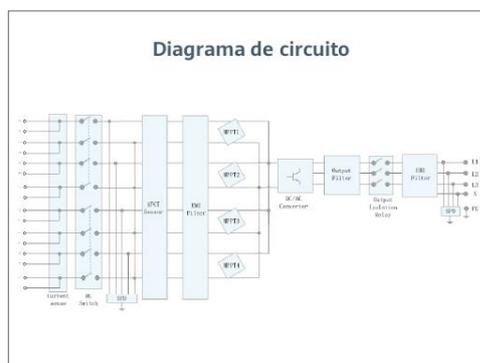
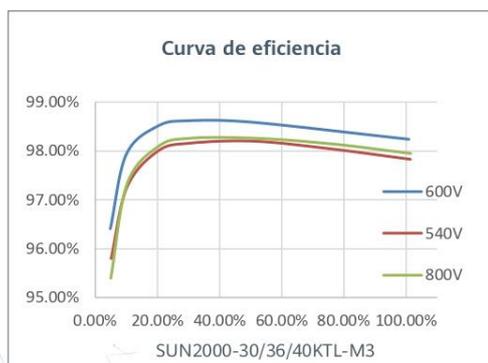
### Seguro

Diseño sin fusibles



### Confiable

Descargadores de sobretensión tipo II de CC y CA



SOLAR.HUAWEI.COM/ES/

SUN2000-30/36/40KTL-M3  
Especificaciones técnicas

| Especificaciones técnicas                                                     | SUN2000-30KTL-M3 | SUN2000-36KTL-M3                                                                                                                                                                                                             | SUN2000-40KTL-M3 |
|-------------------------------------------------------------------------------|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| <b>Eficiencia</b>                                                             |                  |                                                                                                                                                                                                                              |                  |
| Máxima eficiencia                                                             |                  | 98.7%                                                                                                                                                                                                                        |                  |
| Eficiencia europea ponderada                                                  |                  | 98.4%                                                                                                                                                                                                                        |                  |
| <b>Entrada</b>                                                                |                  |                                                                                                                                                                                                                              |                  |
| Tensión máxima de entrada <sup>1</sup>                                        |                  | 1,100 V                                                                                                                                                                                                                      |                  |
| Intensidad de entrada máxima por MPPT                                         |                  | 26 A                                                                                                                                                                                                                         |                  |
| Intensidad de cortocircuito máxima                                            |                  | 40 A                                                                                                                                                                                                                         |                  |
| Tensión de arranque                                                           |                  | 200 V                                                                                                                                                                                                                        |                  |
| Rango de tensión de operación <sup>2</sup>                                    |                  | 200 V ~ 1000 V                                                                                                                                                                                                               |                  |
| Tensión nominal de entrada                                                    |                  | 600 V                                                                                                                                                                                                                        |                  |
| Cantidad de entradas                                                          |                  | 8                                                                                                                                                                                                                            |                  |
| Cantidad de MPPTs                                                             |                  | 4                                                                                                                                                                                                                            |                  |
| <b>Salida</b>                                                                 |                  |                                                                                                                                                                                                                              |                  |
| Potencia nominal activa de CA                                                 | 30,000 W         | 36,000 W                                                                                                                                                                                                                     | 40,000 W         |
| Máx. potencia aparente de CA                                                  | 33,000 VA        | 40,000 VA                                                                                                                                                                                                                    | 44,000 VA        |
| Tensión nominal de Salida                                                     |                  | 230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE                                                                                                                                                                                                   |                  |
| Frecuencia nominal de red de CA                                               |                  | 50 Hz / 60 Hz                                                                                                                                                                                                                |                  |
| Intensidad nominal de salida                                                  | 43.3 A           | 52.0 A                                                                                                                                                                                                                       | 57.8 A           |
| Máx. intensidad de salida                                                     | 47.9 A           | 58.0 A                                                                                                                                                                                                                       | 63.8 A           |
| Factor de potencia ajustable                                                  |                  | 0.8 LG ... 0.8 LD                                                                                                                                                                                                            |                  |
| Máx. distorsión armónica total                                                |                  | < 3%                                                                                                                                                                                                                         |                  |
| <b>Características y protecciones</b>                                         |                  |                                                                                                                                                                                                                              |                  |
| Dispositivo de desconexión del lado de entrada                                |                  | Sí                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| Protección anti-isla                                                          |                  | Sí                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| Protección contra sobreintensidad de CA                                       |                  | Sí                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| Protección contra polaridad inversa CC                                        |                  | Sí                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| Monitorización a nivel de string                                              |                  | Sí                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| Descargador de sobretensiones de CC                                           |                  | Sí                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| Descargador de sobretensiones de CA                                           |                  | Sí                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| Detección de resistencia de aislamiento CC                                    |                  | Sí                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| Monitorización de corriente residual                                          |                  | Sí                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| Protección ante fallo por arco eléctrico                                      |                  | Sí                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| Control del receptor Ripple                                                   |                  | Sí                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| Recuperación PID integrada <sup>3</sup>                                       |                  | Sí                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| <b>Comunicación</b>                                                           |                  |                                                                                                                                                                                                                              |                  |
| Display                                                                       |                  | Indicadores LED, WLAN Integrado + FusionSolar APP                                                                                                                                                                            |                  |
| RS485                                                                         |                  | Sí                                                                                                                                                                                                                           |                  |
| Smart Dongle                                                                  |                  | WLAN/Ethernet via Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional)                                                                                                                                                                            |                  |
| Monitoring BUS (MBUS)                                                         |                  | 4G / 3G / 2G via Smart Dongle-4G (Opcional)                                                                                                                                                                                  |                  |
|                                                                               |                  | Sí (transformador de aislamiento requerido)                                                                                                                                                                                  |                  |
| <b>Especificaciones generales</b>                                             |                  |                                                                                                                                                                                                                              |                  |
| Dimensiones (Ancho x Profundo x Alto)                                         |                  | 640 x 530 x 270 mm (25.2 x 20.9 x 10.6 inch)                                                                                                                                                                                 |                  |
| Peso (Kit de herramientas para soporte de suelo incluido)                     |                  | 43 kg (94.8 lb)                                                                                                                                                                                                              |                  |
| Nivel de Ruido                                                                |                  | < 46 dB                                                                                                                                                                                                                      |                  |
| Rango de temperaturas en operación                                            |                  | -25 ~ + 60 °C (-13 °F ~ 140 °F)                                                                                                                                                                                              |                  |
| Ventilación                                                                   |                  | Convección natural                                                                                                                                                                                                           |                  |
| Max. Altitud de operación                                                     |                  | 0 - 4,000 m (13,123 ft.)                                                                                                                                                                                                     |                  |
| Humedad relativa                                                              |                  | 0% RH ~ 100% RH                                                                                                                                                                                                              |                  |
| Conector de CC                                                                |                  | Staubli MC4                                                                                                                                                                                                                  |                  |
| Conector de CA                                                                |                  | Terminal PG impermeable + conector OT/DT                                                                                                                                                                                     |                  |
| Grado de Protección                                                           |                  | IP 66                                                                                                                                                                                                                        |                  |
| Tipología                                                                     |                  | Sin transformador                                                                                                                                                                                                            |                  |
| Consumo de energía durante la noche                                           |                  | ≤ 5.5W                                                                                                                                                                                                                       |                  |
| <b>Compatibilidad con optimizador</b>                                         |                  |                                                                                                                                                                                                                              |                  |
| Optimizador compatible con DC MBUS                                            |                  | SUN2000-450W-P                                                                                                                                                                                                               |                  |
| <b>Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)</b> |                  |                                                                                                                                                                                                                              |                  |
| Seguridad                                                                     |                  | EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, EN 50530, IEC 62116, IEC 60068, IEC 61683                                                                                                                                                     |                  |
| Estándares de conexión a red eléctrica                                        |                  | IEC 61727, VDE-AR-N4105, VDE 0126-1-1, BDEW, G59/3, UTE C 15-712-1, CEI 0-16, CEI 0-21, RD 661, RD 1699, P.O. 12.3.RD 413, EN-50438-Turkey, EN-50438-Ireland, C10/11, MEA, Resolution No.7, NRS 097-2-1, AS/NZS 4777.2, DEWA |                  |

1. El voltaje de entrada máximo es el límite superior del voltaje de CC. Cualquier voltaje DC de entrada más alto probablemente dañaría el inversor.

2. Cualquier voltaje de entrada de CC más allá del rango de funcionamiento puede provocar un funcionamiento incorrecto del inversor.

3. SUN2000-30-40KTL-M3 aumenta por encima de cero la tensión entre la FV- y tierra a través de la función de recuperación PID, con el fin de recuperar la degradación del módulo debido al efecto PID. Compatible con módulos tipo-P (mono, poli), tipo-N (nPERC, HIT)

SOLAR.HUAWEI.COM/ES

### 3. CERTIFICADO DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 認證證書 ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT



Product Service

## CERTIFICATE

No. Z2 072092 0295 Rev. 63

**Holder of Certificate:** Shanghai JA Solar Technology Co., Ltd.

No. 118, Lane 3111  
West Huancheng Road  
Fengxian District  
201401 Shanghai  
PEOPLE'S REPUBLIC OF CHINA

**Certification Mark:**



**Product:**

Crystalline Silicon Terrestrial Photovoltaic (PV) Modules  
Mono-Crystalline Silicon Photovoltaic Module

The product was tested on a voluntary basis and complies with the essential requirements. The certification mark shown above can be affixed on the product. It is not permitted to alter the certification mark in any way. In addition, the certification holder must not transfer the certificate to third parties. This certificate is valid until the listed date, unless it is cancelled earlier. All applicable requirements of the testing and certification regulations of TÜV SÜD Group have to be complied. For details see: [www.tuvsud.com/ps-cert](http://www.tuvsud.com/ps-cert)

**Test report no.:** 704061604115-78

**Valid until:** 2028-07-30

**Date,** 2023-08-01

( Zhulin Zhang )



Product Service

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 認 證 證 書 ◆ СЕРТИФИКАТ ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

# CERTIFICATE

No. Z2 072092 0295 Rev. 63

## Model(s):

1500 V DC Maximum System Voltage, Double Glass Modules:  
JAM72D00-xxx/BP/1500V, JAM72D00-xxx/BP, xxx= 330 to 385 in steps of 5;  
JAM60D00-xxx/BP/1500V, JAM60D00-xxx/BP, xxx= 275 to 320 in steps of 5;  
JAM60D00-xxx/PR/1500V, JAM60D00-xxx/PR, xxx= 285 to 320 in steps of 5;  
JAM72D00-xxx/PR/1500V, JAM72D00-xxx/PR, xxx= 340 to 385 in steps of 5;  
JAM60D00-xxx/MB/1500V, JAM60D00-xxx/MB, xxx= 310 to 315 in steps of 5;  
JAM72D00-xxx/MB/1500V, JAM72D00-xxx/MB, xxx= 370 to 380 in steps of 5;  
JAM72D09-xxx/BP/1500V, JAM72D09-xxx/BP, xxx= 360 to 400 in steps of 5;  
JAM60D09-xxx/BP/1500V, JAM60D09-xxx/BP, xxx= 300 to 340 in steps of 5;  
JAM72D10-xxx/MB/1500V, JAM72D10-xxx/MB, xxx= 385 to 430 in steps of 5;  
JAM60D10-xxx/MB/1500V, JAM60D10-xxx/MB, xxx= 320 to 355 in steps of 5;  
JAM72D10-xxx/BP/1500V, JAM72D10-xxx/BP, xxx= 385 to 415 in steps of 5;  
JAM60D10-xxx/BP/1500V, JAM60D10-xxx/BP, xxx= 320 to 345 in steps of 5;  
JAM66D10-xxx/MB/1500V, JAM66D10-xxx/MB, xxx= 360 to 380 in steps of 5;  
JAM78D10-xxx/MB/1500V, JAM78D10-xxx/MB, xxx= 435 to 455 in steps of 5;  
JAM72D20-xxx/MB/1500V, JAM72D20-xxx/MB, xxx= 430 to 465 in steps of 5;  
JAM60D20-xxx/MB/1500V, JAM60D20-xxx/MB, xxx= 355 to 385 in steps of 5;  
JAM72D10-xxx/TB/1500V, JAM72D10-xxx/TB, xxx= 400 to 420 in steps of 5;  
JAM60D10-xxx/TB/1500V, JAM60D10-xxx/TB, xxx= 335 to 350 in steps of 5;  
JAM78D30-xxx/MB/1500V, JAM78D30-xxx/MB, xxx= 580 to 605 in steps of 5;  
JAM72D30-xxx/MB/1500V, JAM72D30-xxx/MB, xxx=505 to 555 in steps of 5;  
JAM72D30-xxx/MB/F/1500V, JAM72D30-xxx/MB/F, xxx=505 to 555 in steps of 5;  
JAM66D30-xxx/MB/1500V, JAM66D30-xxx/MB, xxx=465 to 505 in steps of 5;  
JAM66D30-xxx/MB/F/1500V, JAM66D30-xxx/MB/F, xxx=465 to 505 in steps of 5;  
JAM60D30-xxx/MB/1500V, JAM60D30-xxx/MB, xxx=435 to 460 in steps of 5;  
JAM54D30-xxx/MB/1500V, JAM54D30-xxx/MB, xxx= 390 to 415 in steps of 5;  
JAM54D31-xxx/MB/1500V, JAM54D31-xxx/MB, xxx= 395 to 400 in steps of 5;  
JAM50D40-xxx/MB/1500V, JAM50D40-xxx/MB, xxx= 485 to 500 in steps of 5;  
JAM78D30-xxx/GB/1500V, JAM78D30-xxx/GB, xxx= 585 to 610 in steps of 5;  
JAM72D30-xxx/GB/1500V, JAM72D30-xxx/GB, xxx= 540 to 560 in steps of 5;  
JAM66D30-xxx/GB/1500V, JAM66D30-xxx/GB, xxx= 495 to 510 in steps of 5;  
JAM60D30-xxx/GB/1500V, JAM60D30-xxx/GB, xxx= 450 to 470 in steps of 5;  
JAM54D30-xxx/GB/1500V, JAM54D30-xxx/GB, xxx= 405 to 420 in steps of 5;  
JAM54D31-xxx/GB/1500V, JAM54D31-xxx/GB, xxx= 410 to 420 in steps of 5;  
JAM72D30-xxx/HB/1500V, JAM72D30-xxx/HB, xxx= 530 to 560 in steps of 5;  
JAM78D40-xxx/MB/1500V, JAM78D40-xxx/MB, xxx= 580 to 630 in steps of 5;  
JAM72D40-xxx/MB/1500V, JAM72D40-xxx/MB, xxx= 540 to 585 in steps of 5;  
JAM66D40-xxx/MB/1500V, JAM66D40-xxx/MB, xxx= 500 to 535 in steps of 5;  
JAM60D40-xxx/MB/1500V, JAM60D40-xxx/MB, xxx= 455 to 485 in steps of 5;  
JAM54D40-xxx/MB/1500V, JAM54D40-xxx/MB, xxx= 405 to 440 in steps of 5;  
JAM78D40-xxx/GB/1500V, JAM78D40-xxx/GB, xxx= 580 to 635 in steps of 5;  
JAM72D40-xxx/GB/1500V, JAM72D40-xxx/GB, xxx= 540 to 585 in steps of 5;  
JAM66D40-xxx/GB/1500V, JAM66D40-xxx/GB, xxx= 500 to 535 in steps of 5;  
JAM60D40-xxx/GB/1500V, JAM60D40-xxx/GB, xxx= 455 to 485 in steps of 5;  
JAM54D40-xxx/GB/1500V, JAM54D40-xxx/GB, xxx= 405 to 440 in steps of 5;  
JAM54D41-xxx/GB/1500V, JAM54D41-xxx/GB, xxx= 415 to 435 in steps of 5;  
JAM66D35-xxx/MB/1500V, JAM66D35-xxx/MB, xxx= 650 to 665 in steps of 5;  
JAM60D35-xxx/MB/1500V, JAM60D35-xxx/MB, xxx= 590 to 605 in steps of 5;  
JAM72D30-xxx /TB/1500V, JAM72D30-xxx /TB, xxx= 540 to 580 in steps of 5;  
JAM72D40-xxx/LB/1500V, JAM72D40-xxx/LB, xxx= 575 to 600 in steps of 5;  
JAM54D40-xxx/LB/1500V, JAM54D40-xxx/LB, xxx= 420 to 450 in steps of 5;  
JAM54D41-xxx/LB/1500V, JAM54D41-xxx/LB, xxx= 420 to 440 in steps of 5;  
JAM72D42-xxx/LB/1500V, JAM72D42-xxx/LB, xxx= 605 to 630 in steps of 5;  
JAM54D42-xxx/LB/1500V, JAM54D42-xxx/LB, xxx= 455 to 470 in steps of 5;  
JAM72D30-xxx/LB/1500V, JAM72D30-xxx/LB, xxx= 555 to 575 in steps of 5;  
JAM54D30-xxx/LB/1500V, JAM54D30-xxx/LB, xxx= 420 to 430 in steps of 5;  
JAM66D45-xxx/LB/1500V, JAM66D45-xxx/LB, xxx= 585 to 605 in steps of 5;

1000 V DC Maximum System Voltage, Single Glass Modules:  
JAM6(K)-72-xxx/PR, xxx= 345 to 370 in steps of 5;  
JAM6(K)-60-xxx/PR, xxx= 285 to 310 in steps of 5;  
JAM6(K)-72-xxx/4BB, xxx= 320 to 345 in steps of 5;  
JAM6(K)-60-xxx/4BB, xxx= 265 to 285 in steps of 5;  
JAM72S01-xxx/SC/1000V, xxx= 320 to 365 in steps of 5;  
JAM60S01-xxx/SC/1000V, xxx= 265 to 305 in steps of 5;  
JAM72S01-xxx/PR/1000V, xxx= 345 to 390 in steps of 5;  
JAM60S01-xxx/PR/1000V, xxx= 285 to 325 in steps of 5;  
JAM72S01-xxx/MR/1000V, xxx= 365 to 385 in steps of 5;

Page 2 of 6

TÜV SÜD Product Service GmbH • Certification Body • Ridlerstraße 65 • 80339 Munich • Germany

TUV®



Product Service

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 認證證書 ◆ СЕРТИФИКАТ ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

# CERTIFICATE

No. Z2 072092 0295 Rev. 63

JAM60S01-xxx/MR/1000V, xxx= 305 to 320 in steps of 5;  
 JAM72S03-xxx/PR/1000V, xxx= 360 to 395 in steps of 5;  
 JAM60S03-xxx/PR/1000V, xxx= 300 to 330 in steps of 5;  
 JAM72S09-xxx/PR/1000V, xxx= 370 to 405 in steps of 5;  
 JAM60S09-xxx/PR/1000V, xxx= 310 to 335 in steps of 5;  
 JAM72S10-xxx/PR/1000V, xxx= 380 to 410 in steps of 5;  
 JAM60S10-xxx/PR/1000V, xxx= 315 to 345 in steps of 5;  
 JAM72S10-xxx/MR/1000V, xxx= 390 to 430 in steps of 5;  
 JAM60S10-xxx/MR/1000V, xxx= 325 to 355 in steps of 5;  
 JAM60S10-xxx/MR-L/1000V, xxx= 325 to 355 in steps of 5;  
 JAM78S10-xxx/MR/1000V, xxx= 435 to 465 in steps of 5;  
 JAM66S10-xxx/MR/1000V, xxx= 345 to 390 in steps of 5;  
 JAM72S09-xxx/BP/1000V, xxx= 375 to 385 in steps of 5;  
 JAM60S09-xxx/BP/1000V, xxx= 315 to 320 in steps of 5;  
 JAM72S10-xxx/BP/1000V, xxx= 385 to 400 in steps of 5;  
 JAM60S10-xxx/BP/1000V, xxx= 320 to 330 in steps of 5;  
 JAM72S02-xxx/PR/1000V, xxx= 345 to 390 in steps of 5;  
 JAM60S02-xxx/PR/1000V, xxx= 285 to 325 in steps of 5;  
 JAM72S02-xxx/SC/1000V, xxx= 320 to 365 in steps of 5;  
 JAM60S02-xxx/SC/1000V, xxx= 265 to 305 in steps of 5;  
 JAM72S02-xxx/MR/1000V, xxx= 365 to 385 in steps of 5;  
 JAM60S02-xxx/MR/1000V, xxx= 305 to 320 in steps of 5;  
 JAM72S08-xxx/PR/1000V, xxx= 360 to 395 in steps of 5;  
 JAM60S08-xxx/PR/1000V, xxx= 300 to 330 in steps of 5;  
 JAM72S12-xxx/PR/1000V, xxx= 365 to 385 in steps of 5;  
 JAM60S12-xxx/PR/1000V, xxx= 305 to 330 in steps of 5;  
 JAM72S17-xxx/PR/1000V, xxx= 380 to 390 in steps of 5;  
 JAM60S17-xxx/PR/1000V, xxx= 315 to 325 in steps of 5;  
 JAM72S17-xxx/MR/1000V, xxx= 390 to 430 in steps of 5;  
 JAM60S17-xxx/MR/1000V, xxx= 315 to 355 in steps of 5;  
 JAM72S10-xxx/MB/1000V, xxx= 395 to 415 in steps of 5;  
 JAM60S10-xxx/MB/1000V, xxx= 330 to 345 in steps of 5;  
 JAM72S20-xxx/MR/1000V, xxx= 430 to 470 in steps of 5;  
 JAM60S20-xxx/MR/1000V, xxx= 355 to 390 in steps of 5;  
 JAM78S30-xxx/MR/1000V, xxx= 580 to 605 in steps of 5;  
 JAM72S30-xxx/MR/1000V, xxx= 510 to 555 in steps of 5;  
 JAM66S30-xxx/MR/1000V, xxx= 470 to 505 in steps of 5;  
 JAM60S30-xxx/MR/1000V, xxx= 435 to 460 in steps of 5;  
 JAM54S30-xxx/MR/1000V, xxx= 390 to 425 in steps of 5;  
 JAM60S21-xxx/MR/1000V, xxx= 355 to 390 in steps of 5;  
 JAM50S40-xxx/MR/1000V, xxx= 490 to 500 in steps of 5;  
 JAM72S20-xxx/MB/1000V, xxx= 450 to 465 in steps of 5;  
 JAM60S20-xxx/MB/1000V, xxx= 375 to 390 in steps of 5;  
 JAM72S31-xxx/MR/1000V, xxx= 510 to 545 in steps of 5;  
 JAM66S31-xxx/MR/1000V, xxx= 470 to 500 in steps of 5;  
 JAM60S31-xxx/MR/1000V, xxx= 425 to 450 in steps of 5;  
 JAM54S31-xxx/MR/1000V, xxx= 385 to 405 in steps of 5;  
 JAM76S11-xxx/PR(B)/1000V, xxx= 395 to 415 in steps of 5;  
 JAM78S30-xxx/GR/1000V, xxx= 575 to 610 in steps of 5;  
 JAM72S30-xxx/GR/1000V, xxx= 535 to 560 in steps of 5;  
 JAM66S30-xxx/GR/1000V, xxx= 500 to 510 in steps of 5;  
 JAM60S30-xxx/GR/1000V, xxx= 445 to 470 in steps of 5;  
 JAM54S30-xxx/GR/1000V, xxx= 400 to 420 in steps of 5;  
 JAM78S31-xxx/GR/1000V, xxx= 570 to 590 in steps of 5;  
 JAM72S31-xxx/GR/1000V, xxx= 525 to 545 in steps of 5;  
 JAM66S31-xxx/GR/1000V, xxx= 480 to 500 in steps of 5;  
 JAM60S31-xxx/GR/1000V, xxx= 430 to 450 in steps of 5;  
 JAM54S31-xxx/GR/1000V, xxx= 395 to 415 in steps of 5;  
 JAM72S17-xxx/GR/1000V, xxx= 385 to 400 in steps of 5;  
 JAM72S40-xxx/GR/1000V, xxx= 540 to 575 in steps of 5;  
 JAM66S40-xxx/GR/1000V, xxx= 495 to 525 in steps of 5;  
 JAM60S40-xxx/GR/1000V, xxx= 450 to 480 in steps of 5;  
 JAM54S40-xxx/GR/1000V, xxx= 405 to 430 in steps of 5;  
 JAM72S41-xxx/GR/1000V, xxx= 540 to 570 in steps of 5;  
 JAM66S41-xxx/GR/1000V, xxx= 495 to 525 in steps of 5;  
 JAM60S41-xxx/GR/1000V, xxx= 450 to 475 in steps of 5;  
 JAM54S41-xxx/GR/1000V, xxx= 405 to 430 in steps of 5;  
 JAM66S35-xxx/MR/1000V, xxx= 650 to 670 in steps of 5;  
 JAM60S35-xxx/MR/1000V, xxx= 590 to 610 in steps of 5;  
 JAM72S30-xxx/LR/1000V, xxx= 555 to 580 in steps of 5;

Page 3 of 6

TÜV SÜD Product Service GmbH • Certification Body • Ridlerstraße 65 • 80339 Munich • Germany





Product Service

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 認證證書 ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

# CERTIFICATE

No. Z2 072092 0295 Rev. 63

JAM54S30-xxx/LR/1000V, xxx= 415 to 435 in steps of 5;  
JAM54S31-xxx/LR/1000V, xxx= 415 to 420 in steps of 5;

1000 V DC or 1500 V DC Maximum System Voltage,  
Single Glass Modules:

JAM72S01-xxx/SC, xxx= 320 to 365 in steps of 5;  
JAM60S01-xxx/SC, xxx= 265 to 305 in steps of 5;  
JAM60S01-xxx/PR, xxx= 285 to 325 in steps of 5;  
JAM72S01-xxx/MR, xxx= 365 to 385 in steps of 5;  
JAM60S01-xxx/MR, xxx= 305 to 320 in steps of 5;  
JAM72S03-xxx/PR, xxx= 360 to 395 in steps of 5;  
JAM60S03-xxx/PR, xxx= 300 to 330 in steps of 5;  
JAM72S09-xxx/PR, xxx= 370 to 405 in steps of 5;  
JAM60S09-xxx/PR, xxx= 310 to 335 in steps of 5;  
JAM72S10-xxx/PR, xxx= 380 to 410 in steps of 5;  
JAM60S10-xxx/PR, xxx= 315 to 345 in steps of 5;  
JAM72S10-xxx/MR, xxx= 390 to 430 in steps of 5;  
JAM60S10-xxx/MR, xxx= 325 to 355 in steps of 5;  
JAM60S10-xxx/MR-L, xxx= 325 to 355 in steps of 5;  
JAM78S10-xxx/MR, xxx= 435 to 465 in steps of 5;  
JAM66S10-xxx/MR, xxx= 345 to 390 in steps of 5;  
JAM72S09-xxx/BP, xxx= 375 to 385 in steps of 5;  
JAM60S09-xxx/BP, xxx= 315 to 320 in steps of 5;  
JAM72S10-xxx/BP, xxx= 385 to 400 in steps of 5;  
JAM60S10-xxx/BP, xxx= 320 to 330 in steps of 5;  
JAM72S02-xxx/PR, xxx= 345 to 390 in steps of 5;  
JAM60S02-xxx/PR, xxx= 285 to 325 in steps of 5;  
JAM72S02-xxx/SC, xxx= 320 to 365 in steps of 5;  
JAM60S02-xxx/SC, xxx= 265 to 305 in steps of 5;  
JAM72S02-xxx/MR, xxx= 365 to 385 in steps of 5;  
JAM60S02-xxx/MR, xxx= 305 to 320 in steps of 5;  
JAM72S08-xxx/PR, xxx= 360 to 395 in steps of 5;  
JAM60S08-xxx/PR, xxx= 300 to 330 in steps of 5;  
JAM72S12-xxx/PR, xxx= 365 to 385 in steps of 5;  
JAM60S12-xxx/PR, xxx= 305 to 330 in steps of 5;  
JAM72S17-xxx/PR, xxx= 380 to 390 in steps of 5;  
JAM60S17-xxx/PR, xxx= 315 to 325 in steps of 5;  
JAM72S17-xxx/MR, xxx= 390 to 430 in steps of 5;  
JAM60S17-xxx/MR, xxx= 315 to 355 in steps of 5;  
JAM72S10-xxx/MB, xxx= 395 to 415 in steps of 5;  
JAM60S10-xxx/MB, xxx= 330 to 345 in steps of 5;  
JAM72S20-xxx/MR, xxx= 430 to 470 in steps of 5;  
JAM60S20-xxx/MR, xxx= 355 to 390 in steps of 5;  
JAM78S10-xxx/MR-J, xxx= 435 to 465 in steps of 5;  
JAM78S30-xxx/MR, xxx= 580 to 605 in steps of 5;  
JAM72S30-xxx/MR, xxx= 510 to 555 in steps of 5;  
JAM66S30-xxx/MR, xxx= 470 to 505 in steps of 5;  
JAM60S30-xxx/MR, xxx= 435 to 460 in steps of 5;  
JAM54S30-xxx/MR, xxx= 390 to 425 in steps of 5;  
JAM60S21-xxx/MR, xxx= 355 to 390 in steps of 5;  
JAM50S40-xxx/MR, xxx= 490 to 500 in steps of 5;  
JAM72S20-xxx/MB, xxx= 450 to 465 in steps of 5;  
JAM60S20-xxx/MB, xxx= 375 to 390 in steps of 5;  
JAM68S11-xxx/PR, xxx= 355 to 365 in steps of 5;  
JAM68S11-xxx/PR(B), xxx= 345 to 365 in steps of 5;  
JAM72S31-xxx/MR, xxx= 510 to 545 in steps of 5;  
JAM66S31-xxx/MR, xxx= 470 to 500 in steps of 5;  
JAM60S31-xxx/MR, xxx= 425 to 450 in steps of 5;  
JAM54S31-xxx/MR, xxx= 385 to 405 in steps of 5;  
JAM76S11-xxx/PR(B), xxx= 395 to 415 in steps of 5;  
JAM78S30-xxx/GR, xxx= 575 to 610 in steps of 5;  
JAM72S30-xxx/GR, xxx= 535 to 560 in steps of 5;  
JAM66S30-xxx/GR, xxx= 500 to 510 in steps of 5;  
JAM60S30-xxx/GR, xxx= 445 to 470 in steps of 5;  
JAM54S30-xxx/GR, xxx= 400 to 420 in steps of 5;  
JAM78S31-xxx/GR, xxx= 570 to 590 in steps of 5;  
JAM72S31-xxx/GR, xxx= 525 to 545 in steps of 5;  
JAM66S31-xxx/GR, xxx= 480 to 500 in steps of 5;  
JAM60S31-xxx/GR, xxx= 435 to 450 in steps of 5;  
JAM54S31-xxx/GR, xxx= 395 to 415 in steps of 5;

Page 4 of 6

TÜV SÜD Product Service GmbH • Certification Body • Ridlerstraße 65 • 80339 Munich • Germany

TUV®



Product Service

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 認證書 ◆ СЕРТИФИКАТ ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

# CERTIFICATE

No. Z2 072092 0295 Rev. 63

JAM72S17-xxx/GR, xxx= 385 to 400 in steps of 5;  
 JAM72S40-xxx/GR, xxx= 540 to 575 in steps of 5;  
 JAM66S40-xxx/GR, xxx= 495 to 525 in steps of 5;  
 JAM60S40-xxx/GR, xxx= 450 to 480 in steps of 5;  
 JAM54S40-xxx/GR, xxx= 405 to 430 in steps of 5;  
 JAM72S41-xxx/GR, xxx= 540 to 570 in steps of 5;  
 JAM66S41-xxx/GR, xxx= 495 to 525 in steps of 5;  
 JAM60S41-xxx/GR, xxx= 450 to 475 in steps of 5;  
 JAM54S41-xxx/GR, xxx= 405 to 430 in steps of 5;  
 JAM66S35-xxx/MR, xxx= 650 to 670 in steps of 5;  
 JAM60S35-xxx/MR, xxx= 590 to 610 in steps of 5;  
 JAM72S30-xxx/LR, xxx= 555 to 580 in steps of 5;  
 JAM54S30-xxx/LR, xxx= 415 to 435 in steps of 5;  
 JAM54S31-xxx/LR, xxx= 415 to 420 in steps of 5;

1500 V DC Maximum System Voltage, Single Glass Modules:

JAM6(K)-72-xxx/PR/1500V, xxx= 345 to 370 in steps of 5;  
 JAM6(K)-60-xxx/PR/1500V, xxx= 285 to 310 in steps of 5;  
 JAM6(K)-72-xxx/4BB/1500V, xxx= 320 to 345 in steps of 5;  
 JAM6(K)-60-xxx/4BB/1500V, xxx= 265 to 285 in steps of 5;  
 JAM72S01-xxx/SC/1500V, xxx= 320 to 365 in steps of 5;  
 JAM60S01-xxx/SC/1500V, xxx= 265 to 305 in steps of 5;  
 JAM72S01-xxx/PR, xxx= 345 to 390 in steps of 5;  
 JAM60S01-xxx/PR/1500V, xxx= 285 to 325 in steps of 5;  
 JAM72S01-xxx/MR/1500V, xxx= 365 to 385 in steps of 5;  
 JAM60S01-xxx/MR/1500V, xxx= 305 to 320 in steps of 5;  
 JAM72S03-xxx/PR/1500V, xxx= 360 to 395 in steps of 5;  
 JAM60S03-xxx/PR/1500V, xxx= 300 to 330 in steps of 5;  
 JAM72S09-xxx/PR/1500V, xxx= 370 to 405 in steps of 5;  
 JAM60S09-xxx/PR/1500V, xxx= 310 to 335 in steps of 5;  
 JAM72S10-xxx/PR/1500V, xxx= 380 to 410 in steps of 5;  
 JAM60S10-xxx/PR/1500V, xxx= 315 to 345 in steps of 5;  
 JAM72S10-xxx/MR/1500V, xxx= 390 to 430 in steps of 5;  
 JAM60S10-xxx/MR/1500V, xxx= 325 to 355 in steps of 5;  
 JAM60S10-xxx/MR-L/1500V, xxx= 325 to 355 in steps of 5;  
 JAM78S10-xxx/MR/1500V, xxx= 435 to 465 in steps of 5;  
 JAM66S10-xxx/MR/1500V, xxx= 345 to 390 in steps of 5;  
 JAM72S09-xxx/BP/1500V, xxx= 375 to 385 in steps of 5;  
 JAM60S09-xxx/BP/1500V, xxx= 315 to 320 in steps of 5;  
 JAM72S10-xxx/BP/1500V, xxx= 385 to 400 in steps of 5;  
 JAM60S10-xxx/BP/1500V, xxx= 320 to 330 in steps of 5;  
 JAM72S02-xxx/PR/1500V, xxx= 345 to 390 in steps of 5;  
 JAM60S02-xxx/PR/1500V, xxx= 285 to 325 in steps of 5;  
 JAM72S02-xxx/SC/1500V, xxx= 320 to 365 in steps of 5;  
 JAM60S02-xxx/SC/1500V, xxx= 265 to 305 in steps of 5;  
 JAM72S02-xxx/MR/1500V, xxx= 365 to 385 in steps of 5;  
 JAM60S02-xxx/MR/1500V, xxx= 305 to 320 in steps of 5;  
 JAM72S08-xxx/PR/1500V, xxx= 360 to 395 in steps of 5;  
 JAM60S08-xxx/PR/1500V, xxx= 300 to 330 in steps of 5;  
 JAM72S12-xxx/PR/1500V, xxx= 365 to 385 in steps of 5;  
 JAM60S12-xxx/PR/1500V, xxx= 305 to 330 in steps of 5;  
 JAM72S17-xxx/PR/1500V, xxx= 380 to 390 in steps of 5;  
 JAM60S17-xxx/PR/1500V, xxx= 315 to 325 in steps of 5;  
 JAM72S17-xxx/MR/1500V, xxx= 390 to 430 in steps of 5;  
 JAM60S17-xxx/MR/1500V, xxx= 315 to 355 in steps of 5;  
 JAM72S10-xxx/MB/1500V, xxx= 395 to 415 in steps of 5;  
 JAM60S10-xxx/MB/1500V, xxx= 330 to 345 in steps of 5;  
 JAM72S20-xxx/MR/1500V, xxx= 430 to 470 in steps of 5;  
 JAM60S20-xxx/MR/1500V, xxx= 355 to 390 in steps of 5;  
 JAM78S30-xxx/MR/1500V, xxx= 580 to 605 in steps of 5;  
 JAM72S30-xxx/MR/1500V, xxx= 510 to 555 in steps of 5;  
 JAM66S30-xxx/MR/1500V, xxx= 470 to 505 in steps of 5;  
 JAM60S30-xxx/MR/1500V, xxx= 435 to 460 in steps of 5;  
 JAM54S30-xxx/MR/1500V, xxx= 390 to 425 in steps of 5;  
 JAM60S21-xxx/MR/1500V, xxx= 355 to 390 in steps of 5;  
 JAM50S40-xxx/MR/1500V, xxx= 490 to 500 in steps of 5;  
 JAM72S20-xxx/MB/1500V, xxx= 450 to 465 in steps of 5;  
 JAM60S20-xxx/MB/1500V, xxx= 375 to 390 in steps of 5;  
 JAM72S31-xxx/MR/1500V, xxx= 510 to 545 in steps of 5;  
 JAM66S31-xxx/MR/1500V, xxx= 470 to 500 in steps of 5;

Page 5 of 6

TÜV SÜD Product Service GmbH • Certification Body • Ridlerstraße 65 • 80339 Munich • Germany





Product Service

ZERTIFIKAT ◆ CERTIFICATE ◆ 認證證書 ◆ CERTIFICADO ◆ CERTIFICAT

# CERTIFICATE

No. Z2 072092 0295 Rev. 63

JAM60S31-xxx/MR/1500V, xxx= 425 to 450 in steps of 5;  
JAM54S31-xxx/MR/1500V, xxx= 385 to 405 in steps of 5;  
JAM76S11-xxx/PR(B)/1500V, xxx= 395 to 415 in steps of 5;  
JAM78S30-xxx/GR/1500V, xxx= 575 to 610 in steps of 5;  
JAM72S30-xxx/GR/1500V, xxx= 535 to 560 in steps of 5;  
JAM66S30-xxx/GR/1500V, xxx= 500 to 510 in steps of 5;  
JAM60S30-xxx/GR/1500V, xxx= 445 to 470 in steps of 5;  
JAM54S30-xxx/GR/1500V, xxx= 400 to 420 in steps of 5;  
JAM78S31-xxx/GR/1500V, xxx= 570 to 590 in steps of 5;  
JAM72S31-xxx/GR/1500V, xxx= 525 to 545 in steps of 5;  
JAM66S31-xxx/GR/1500V, xxx= 480 to 500 in steps of 5;  
JAM60S31-xxx/GR/1500V, xxx= 435 to 450 in steps of 5;  
JAM54S31-xxx/GR/1500V, xxx= 395 to 415 in steps of 5;  
JAM72S17-xxx/GR/1500V, xxx= 385 to 400 in steps of 5;  
JAM72S40-xxx/GR/1500V, xxx= 540 to 575 in steps of 5;  
JAM66S40-xxx/GR/1500V, xxx= 495 to 525 in steps of 5;  
JAM60S40-xxx/GR/1500V, xxx= 450 to 480 in steps of 5;  
JAM54S40-xxx/GR/1500V, xxx= 405 to 430 in steps of 5;  
JAM72S41-xxx/GR/1500V, xxx= 540 to 570 in steps of 5;  
JAM66S41-xxx/GR/1500V, xxx= 495 to 525 in steps of 5;  
JAM60S41-xxx/GR/1500V, xxx= 450 to 475 in steps of 5;  
JAM54S41-xxx/GR/1500V, xxx= 405 to 430 in steps of 5;  
JAM66S35-xxx/MR/1500V, xxx= 650 to 670 in steps of 5;  
JAM60S35-xxx/MR/1500V, xxx= 590 to 610 in steps of 5;  
JAM72S30-xxx/LR/1500V, xxx= 555 to 580 in steps of 5;  
JAM54S30-xxx/LR/1500V, xxx= 415 to 435 in steps of 5;  
JAM54S31-xxx/LR/1500V, xxx= 415 to 420 in steps of 5;  
xxx is standing for rated output power at STC

## Parameters:

Construction: Framed or Frameless, with Junction box, Cable and Connectors.  
Test Laboratory: Yangzhou Opto-Electrical Products Testing Institute  
No. 10 West Kaifa Road, Yangzhou 225009 Jiangsu, P. R. China  
Safety Class: Class II  
Maximum System Voltage: 1500 V DC or 1000 V DC  
Fire Safety Class: Class C according to UL790.  
Production Facility(ies): 079395, 095903, 090968, 108746, 072092, 109998, 112017, 113943, 114922, 001783, 004170, 113691, 117043, 119123, 120210, 117684, 114994, 120736, 115500, 120016, 108093, 121678.

## Tested according to:

IEC 61215-1:2016  
IEC 61215-1-1:2016  
IEC 61215-2:2016  
IEC 61730-1:2016  
IEC 61730-2:2016  
EN IEC 61730-1:2018  
EN IEC 61730-1:2018/AC:2018-06  
EN IEC 61730-2:2018  
EN IEC 61730-2:2018/AC:2018-06

Page 6 of 6

TÜV SÜD Product Service GmbH • Certification Body • Ridlerstraße 65 • 80339 Munich • Germany

TÜV®

## 4. CERTIFICADOS DEL INVERSOR



**BUREAU  
VERITAS**

### Certificado de conformidad

**Solicitante:** Huawei Technologies Co., Ltd  
Administration Building, Headquarters of Huawei Technologies Co., Ltd.,  
Bantian, Longgang District, Shenzhen, 518129,  
P.R. China

**Producto:** SOLAR INVERTER

**Modelo:** SUN2000-15KT-M3      SUN2000-30KT-M3  
SUN2000-17KT-M3      SUN2000-36KT-M3  
SUN2000-20KT-M3      SUN2000-40KT-M3  
SUN2000-23KT-M3      SUN2000-42KT-M3

Certificamos que los inversores de conexión a la red citados en este documento cumplen con la normativa española sobre conexión de instalaciones fotovoltaicas a la red de baja tensión.

En concreto, cumplen las exigencias de seguridad de las personas y de la instalación previstas en el Real Decreto 1699/2011 y Real Decreto 661/2007, mediante el empleo de técnicas equivalentes a un transformador de aislamiento galvánico.

Estos inversores incorporan una unidad de monitorización de corriente residual (en inglés RCMU: Residual Current Monitoring Unit), sensible a todas las corrientes de fuga, que actúa con un umbral de respuesta de 30 mA. Los relés de corriente alterna desconectan de forma segura la red en caso de fallo. Disponen además de un dispositivo de control de aislamiento y un detector de tierra en el lado de la corriente continua, antes de la conexión a red. Estas funciones han sido probadas y certificadas según la norma DIN V VDE V 0126-1-1:2006:02.

La corriente continua inyectada en la red de distribución por el inversor es inferior al 0,5% del valor eficaz de la corriente nominal de salida, medida tal como indica la "Nota de interpretación de equivalencia de la separación galvánica".

El tiempo de reconexión de los inversores es de al menos 3 minutos conforme a la norma IEC 61727:2001, una vez que los parámetros de la red vuelven a estar dentro de los márgenes permitidos. No existe la posibilidad de que los usuarios puedan modificar los valores de ajuste de las protecciones mediante software. Los equipos disponen de protección frente al funcionamiento en isla.

**Bases de certificación:**

RD413:2014, RD 1699:2011, RD661:2007, DIN V VDE V 0126-1-1:2006-02 (seguridad funcional, monitorización de corriente residual), nota de interpretación técnica de la equivalencia de la separación galvánica de la conexión de instalaciones generadoras en baja tensión.

El concepto de seguridad de un producto representativo de los mencionados arriba, corresponde, en el momento de la emisión de este certificado, a las especificaciones válidas de seguridad para el empleo especificado conforme a la normativa vigente.

**Número de informe:** PVSP200511N092      **Programa de certificación:** NSOP-0032-DEU-ZE-V01  
**Número de certificado:** U20-0936      **Fecha:** 2020-11-25

Organismo de certificación

Thomas Lammel



Organismo de certificación de Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH Acreditado con arreglo a la normativa europea DIN EN ISO/IEC 17065

Una representación parcial del certificado requiere la aprobación por escrito de Bureau Veritas Consumer Products Services Germany GmbH

**BUREAU VERITAS**  
Consumer Products Services Germany GmbH

Oehleckerring 40, 22419 Hamburg, Germany  
Tel: +49 40 74041-0

cps-hamburg@de.bureauveritas.com  
www.bureauveritas.de/cps



GPa\_PGU\_CM\_rev.5



|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Nº de certificado de producto</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <b>21661-CER</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Solicitante</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Huawei<br>C/ Isabel Colbrand 22, 28050.<br>Las Tablas – Madrid - España                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| <b>Series</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | SUN 2000 (inversor)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Modelos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Ver página 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Tipo de unidad generadora</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Inversor trifásico / Analizador de red / Transformador de corriente                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| <b>Datos técnicos</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Ver páginas 2-7.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| <b>Versión de Software</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>Inversor:</b> V500R001<br><b>Analizador de red:</b> V1.01<br><b>Smartlogger:</b> V300R001                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>Norma</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | <b>Real Decreto 244/2019</b> , de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Disposición final segunda. Cuatro (Acogido al régimen de Autoconsumo)<br><b>UNE 217001:</b> Ensayos para sistemas que eviten el vertido de energía a la red de distribución. Octubre 2020. |
| <p>Después de haber evaluado el informe de ensayo número: 20465-TR-E2, realizado por CERE (Laboratorio acreditado con Nº 5314.01) y basado en los requisitos de EN ISO/IEC 17025: 2017.</p> <p>La solución antes mencionada cumple con los requisitos de:</p> <p><b>Real Decreto 244/2019</b>, de 5 de abril, por el que se regulan las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica. Disposición final segunda. Cuatro (Acogido al régimen de Autoconsumo)<br/><b>UNE 217001:</b> Ensayos para sistemas que eviten el vertido de energía a la red de distribución. Octubre 2020.</p> <p>Esta certificación se basa en el proceso interno de PET-CERE-09 Rev 34, que define el esquema de certificación, basado en los requisitos de la norma EN ISO/IEC 17065:2012. Para este proceso de certificación, las actividades que fueron evaluadas en conformidad con:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ensayos sobre muestra seleccionada por CERE.</li> <li>• Sistema de calidad conforme ISO 9001 en base a certificado con número: 01 100 1933213 emitido por un cuerpo de certificación acreditado conforme a EN ISO/IEC 17021.</li> <li>• Inspección del proceso de fabricación.</li> </ul> <p>Este certificado cancela y sustituye al certificado 20465-CER-E2 emitido a fecha de 26 de junio de 2020.</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p>Madrid, a 15 de diciembre de 2022. Este certificado es válido hasta el 15 de diciembre de 2027</p> <div style="text-align: right;"> <br/> Miguel Martínez Lavín<br/> Director de certificación </div>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |



GPa\_PGU\_CM\_rev.5



**Modelos**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Inversor:</b> Huawei SUN2000-100KTL-M1<br/>                 Huawei SUN2000-30KTL-M3<br/>                 Huawei SUN2000-36KTL-M3<br/>                 Huawei SUN2000-40KTL-M3<br/>                 Huawei SUN2000-50KTL-M3<br/>                 Huawei SUN2000-60KTL-M0<br/>                 Huawei SUN2000-100KTL-M2<br/>                 Huawei SUN2000-115KTL-M2<br/>                 Huawei SUN2000-36KTL<br/>                 Huawei SUN2000-33KTL-A</p> | <p><b>Analizador de red:</b> Huawei DTSU666-H</p> <p><b>Smartlogger:</b> Huawei SmartLogger3000A<br/>                 Huawei Smartlogger3000B<br/>                 Huawei SmartACU2000D</p> <p><b>Transformador de corriente:</b> Huawei CTF24-5K-250</p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|





GPa\_PGU\_CM\_rev.5



**Datos técnicos**

Inversor

| Modelo                                       | SUN2000-100KTL-M1                                                             | SUN2000-100KTL-M2                |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Entrada</b>                               |                                                                               |                                  |
| Tensión máxima                               | 1100 V                                                                        | 1100 V                           |
| Rango de operación de tensión (MPPT)         | 200 V ~ 1000 V                                                                | 200 V ~ 1000 V                   |
| Mínima tensión de arranque                   | 200 V                                                                         | 200 V                            |
| Tensión nominal                              | 600 V @380 Vac - 400 Vac<br>720 V @480 Vac                                    | 720 V @480 Vac<br>600 V @400 Vac |
| Máxima corriente (per MPPT)                  | 26 A                                                                          | 30 A                             |
| Máxima corriente de cortocircuito (per MPPT) | 40 A                                                                          | 40 A                             |
| <b>Salida</b>                                |                                                                               |                                  |
| Potencia activa nominal                      | 100 000 W                                                                     | 100 000 W                        |
| Potencia máxima                              | 110 000 VA                                                                    | 110 000 VA                       |
| Máxima potencia activa (cosφ =1)             | 110.000 W                                                                     | 110 000 W                        |
| Tensión nominal (fase/ línea)                | 220 Vac / 380 Vac<br>230 Vac / 400 Vac<br>277 Vac / 480 Vac<br>3W + (N)b + PE | 480V / 400 V / 380V<br>3W+(N)+PE |
| Corriente nominal                            | 152.0 A @ 380V<br>144.4 A @ 400V<br>120.3 A @ 480V                            | 120.3A @480V<br>144.4A @400 V    |
| Frecuencia de red                            | 50 Hz                                                                         | 50 Hz                            |
| Máxima corriente                             | 168.8A @ 380V<br>160.4 A @ 400V<br>133.7A @ 480V                              | 133.7A @480V<br>160.4A @400 V    |
| <b>Comunicaciones</b>                        |                                                                               |                                  |
| Comunicaciones                               | RS485                                                                         | RS485                            |



GPa\_PGU\_CM\_rev.5



| Modelo                                       | SUN2000-30KTL-M3           | SUN2000-33KTL-A            |
|----------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Entrada</b>                               |                            |                            |
| Tensión máxima                               | 1100 V                     | 1100 V                     |
| Rango de operación de tensión (MPPT)         | 200 V ~ 1000 V             | 200 V ~ 1000 V             |
| Tensión nominal                              | 600 V                      | 620 V                      |
| Máxima corriente (per MPPT)                  | 26 A                       | 22 A                       |
| Máxima corriente de cortocircuito (per MPPT) | 40 A                       | 30 A                       |
| <b>Salida</b>                                |                            |                            |
| Potencia activa nominal                      | 30 000 W                   | 30 000 W                   |
| Potencia máxima                              | 33 000 VA                  | 33 000 VA                  |
| Tensión nominal (fase/ línea)                | 230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE | 230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE |
| Corriente nominal                            | 43.3 A                     | 43.3 A                     |
| Frecuencia de red                            | 50 Hz                      | 50 Hz                      |
| Máxima corriente                             | 47.6 A                     | 48 A                       |
| <b>Comunicaciones</b>                        |                            |                            |
| Comunicaciones                               | RS485                      | RS485                      |



GPa\_PGU\_CM\_rev.5



| Modelo                                       | SUN2000-36KTL                                   | SUN2000-36KTL-M3           |
|----------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------|
| <b>Entrada</b>                               |                                                 |                            |
| Tensión máxima                               | 1100 V                                          | 1100 V                     |
| Rango de operación de tensión (MPPT)         | 200 V ~ 1000 V                                  | 200 V ~ 1000 V             |
| Tensión nominal                              | 620 V @380 Vac / 400 Vac;<br>720 V @480 Vac     | 600 V                      |
| Máxima corriente (per MPPT)                  | 26 A                                            | 26 A                       |
| Máxima corriente de cortocircuito (per MPPT) | 40 A                                            | 40 A                       |
| <b>Salida</b>                                |                                                 |                            |
| Potencia activa nominal                      | 36 000 W                                        | 36 000 W                   |
| Potencia máxima                              | 40 000 VA                                       | 39 600 VA                  |
| Tensión nominal (fase/ línea)                | 277 V / 480 V, 3W + PE                          | 230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE |
| Corriente nominal                            | 54.6 A @380 V<br>52.2 A @400 V<br>43.4 A @480 V | 52.0 A                     |
| Frecuencia de red                            | 50 Hz                                           | 50 Hz                      |
| Máxima corriente                             | 60.8 A @380 V<br>57.8 A @400 V<br>48.2 A @480 V | 57.2 A                     |
| <b>Comunicaciones</b>                        |                                                 |                            |
| Comunicaciones                               | RS485                                           | RS485                      |



GPa\_PGU\_CM\_rev.5



| Modelo                                       | SUN2000-40KTL-M3           | SUN2000-50KTL-M3           |
|----------------------------------------------|----------------------------|----------------------------|
| <b>Entrada</b>                               |                            |                            |
| Tensión máxima                               | 1100 V                     | 1100 V                     |
| Rango de operación de tensión (MPPT)         | 200 V ~ 1000 V             | 200 V ~ 1000 V             |
| Tensión nominal                              | 600 V                      | 600 V                      |
| Máxima corriente (per MPPT)                  | 26 A                       | 30 A                       |
| Máxima corriente de cortocircuito (per MPPT) | 40 A                       | 40 A                       |
| <b>Salida</b>                                |                            |                            |
| Potencia activa nominal                      | 40 000 W                   | 50 000 W                   |
| Potencia máxima                              | 44 000 VA                  | 55 000 VA                  |
| Tensión nominal (fase/ línea)                | 230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE | 230 Vac / 400 Vac, 3W/N+PE |
| Corriente nominal                            | 57.7 A                     | 76 A                       |
| Frecuencia de red                            | 50 Hz                      | 50 Hz                      |
| Máxima corriente                             | 63.5 A                     | 84 A                       |
| <b>Comunicaciones</b>                        |                            |                            |
| Comunicaciones                               | RS485                      | RS485                      |



GPa\_PGU\_CM\_rev.5



| Modelo                                       | SUN2000-60KTL-M0                                                                                                          | SUN2000-115KTL-M2                |
|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|
| <b>Entrada</b>                               |                                                                                                                           |                                  |
| Tensión máxima                               | 1100 V                                                                                                                    | 1100 V                           |
| Rango de operación de tensión (MPPT)         | 200 V ~ 1000 V                                                                                                            | 200 V ~ 1000 V                   |
| Tensión nominal                              | 600 V @380 Vac / 400 Vac,<br>720 V @480 Vac                                                                               | 720V @480 Vac<br>600V @400Vac    |
| Máxima corriente (per MPPT)                  | 22 A                                                                                                                      | 30 A                             |
| Máxima corriente de cortocircuito (per MPPT) | 30 A                                                                                                                      | 40 A                             |
| <b>Salida</b>                                |                                                                                                                           |                                  |
| Potencia activa nominal                      | 60 000 W                                                                                                                  | 115 000 W                        |
| Potencia máxima                              | 66 000 VA                                                                                                                 | 125 000 VA                       |
| Tensión nominal (fase/ línea)                | default:<br>220 V / 380 V<br>230 V / 400 V<br>3W + N + PE; 3W + PE<br><br>optional in settings:<br>277 V / 480 V, 3W + PE | 480V / 400 V / 380V<br>3W+(N)+PE |
| Corriente nominal                            | 91.2 A @380 V<br>86.7 A @400 V                                                                                            | 120.3A @480V<br>144.4A @400 V    |
| Frecuencia de red                            | 50 Hz                                                                                                                     | 50 Hz                            |
| Máxima corriente                             | 100 A @380 V<br>95.3 A @400 V<br>79.4 A @480 V                                                                            | 133.7A @480V<br>160.4A @400 V    |
| <b>Comunicaciones</b>                        |                                                                                                                           |                                  |
| Comunicaciones                               | RS485                                                                                                                     | RS485                            |



GPa\_PGU\_CM\_rev.5



Analizador de red

| Modelo                                                          | Huawei DTSU666-H           |
|-----------------------------------------------------------------|----------------------------|
| Tipo de conexión                                                | 3x230/400V or 3x400V       |
| Grado de precisión                                              | Clase Activa 1             |
| Especificaciones de corriente                                   | 250A/50mA                  |
| Máximo porcentaje de limitación de error de varios instrumentos | ±2,0                       |
| Tipo                                                            | Via Transformador          |
| Tipo de comunicación                                            | Protocolo RS485 ModBus RTU |
| Constante de instrumento                                        | 400imp/kWh                 |
| Tiempo de refresco                                              | 200 ms                     |

Smartlogger

| Modelo                                   | SmartLogger3000A                                         | SmartLogger3000B *                                         | SmartACU2000D**                                            |
|------------------------------------------|----------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Fuente de DC                             | 12V / 24 V                                               | 24V, 0.8 A                                                 | 12V / 24 V                                                 |
| Fuente de AC                             | 100 V~240 V, 50 Hz                                       | 100 V~240 V, 50 Hz                                         | 380 V ~ 800 V, 3Ph, 50 Hz                                  |
| Comunicaciones                           | Modbus-TCP / Modbus-RTU                                  | Modbus-TCP / Modbus-RTU                                    | Modbus-TCP / Modbus-RTU                                    |
| Velocidad de la interfaz de comunicación | COM x 3, 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 115200 bps. | COM x 3/6*, 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 115200 bps | COM x 3/6*, 1200 / 2400 / 4800 / 9600 / 19200 / 115200 bps |

\* Sin & con SmartModule1000A

\*\* Integrado SmartLogger3000B con 1 módulo

\*\* Modelos -D-00 /-D-001/ -D-02/ -D-03

Características del transformador de corriente:

| Modelo                             | Huawei SCT-24 250A/50 mA 0.5 20Ω                                |
|------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|
| Corriente nominal primaria         | 250 A                                                           |
| Relación de transformación nominal | 5000: 1                                                         |
| Carga nominal                      | 20 Ω                                                            |
| Precisión                          | ±0.75%, Clase 1.0 de 1% a 120% de la corriente nominal primaria |
| Ángulo de fase                     | ±0.5 grados (30 minutos) 0 de 1% a 120% de la corriente nominal |



GPa\_PGU\_CM\_rev.5

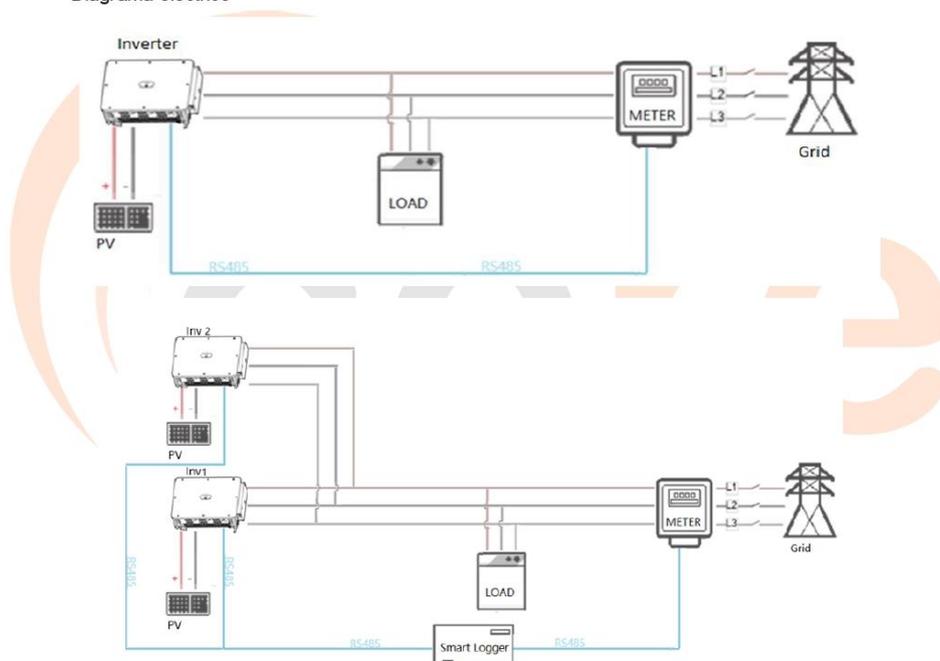


Nota 1: Pueden ser incluidos en la solución certificada modelos variantes de analizador de red (sin control) y transformadores de corriente y tensión siempre que cumplan con:

- Mismo régimen de conexión (monofásico o trifásico)
- Misma tolerancia de medida
- Mismo tiempo de refresco o inferior
- Mismo tipo de comunicaciones
- En el caso de que se requieran transformadores de corriente o tensión adicionales, misma precisión del conjunto o superior.

Nota 2: Todas las pruebas ensayadas para la obtención de este certificado han sido pasadas mediante la actuación sobre el sistema de generación para regular la energía generada. No se requiere elemento de corte o de limitación de corriente a instalar redundantemente a la solución ensayada.

Diagrama eléctrico





GPa\_PGU\_CM\_rev.5



Las muestras seleccionadas para ensayo son representativas de la producción.  
Las muestras fueron seleccionadas en:

Huawei Technologies Co., Ltd.  
No.2, City Avenue Songshan Lake Sci.&Tech. Industry Park, 523808  
Dongguan, Guandong, P.R. China

Tomas de muestra:

20465-TM

La inspección del proceso de fabricación se realizó en:  
El día 05 de agosto de 2022

Huawei Machine Co., Ltd.  
No.2, New City Avenue Songshan Hu Sci.&Tech. Industry Park, 523808  
Dongguan, Guandong, P.R. China

Número de informe de inspección

60017\_3-22-1-IF

**CONTROL DE CAMBIOS**

| Revisión | Motivo de la modificación                                                                            | Modificaciones/ Cambios                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | Fecha      |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 0        | Petición del cliente de incluir nuevos modelos variantes de inversor y alusión a la norma UNE 217001 | Versión inicial / reemisión del certificado anterior 20465-CER-E2 por inclusión de modelos variantes del inversor (página 1 y datasheets) e inclusión de referencia a la norma UNE 217001 (página 1)<br>Actualización de inspección de fábrica, nombre de la fábrica (de Huawei Technologies Co., Ltd a Huawei Machine Co., Ltd.), en página 10 e ISO 9001 en página 1. | 15/12/2022 |

## 5. GARANTÍA DE LOS MÓDULOS FOTOVOLTAICOS

**JA**SOLAR

### Garantía limitada para módulos solares fotovoltaicos cristalinos de JA Solar

Garantía limitada



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

Garantía limitada para módulos solares fotovoltaicos cristalinos de JA Solar

### Garantía limitada para módulos solares fotovoltaicos cristalinos de JA Solar

(Traducción del inglés válida ÚNICAMENTE como referencia. En caso de conflicto, prevalecerá la versión inglesa.)

Esta garantía limitada para módulos solares fotovoltaicos cristalinos de JA Solar (en adelante, la "Garantía Limitada") ha sido publicada por JA Solar Co., Ltd., con domicilio social en Building No.8, Noble Center, Automobile Museum, East Road, Fengtai District, Beijing, China (100160), o sus sucesores o cesionarios legales (en adelante incluidos colectivamente bajo la denominación "JA Solar"), y se aplica exclusivamente a los Módulos (según la definición recogida en la sección 1 del presente documento).

## 01. Definición de Módulos:

En la presente Garantía Limitada, los Módulos son los módulos solares fotovoltaicos fabricados por JA Solar o sus fabricantes autorizados, que lleven la marca ""JA Solar"" de manera legítima, correspondientes a los siguientes tipos de productos:

Productos monocristalinos de vidrio simple:

JAM60S XX -XXX / XX; JAM72S XX -XXX / XX ; JAM66 SXX-XXX / XX; JAM78 SXX -XXX / XX

Productos monocristalinos de vidrio doble:

JAM60 DXX -XXX / XX; JAM72 DXX -XXX / XX ; JAM66 DXX-XXX / XX; JAM78 DXX -XXX / XX

Productos policristalinos de vidrio simple:

JAP 60 SXX -XXX / XX; JAP 72SXX -XXX / XX ;

Productos policristalinos de vidrio doble:

JAP60 DXX -XXX / XX; JAP 72DXX -XXX / XX ;

Nota: La ""X"" representa diferentes tipos de productos con diferente clase de potencia."

## 02. Fecha de Entrada en vigor, Beneficiario y Fecha de Inicio de la Garantía:

2.1 La presente Garantía Limitada entrará en vigor el [28o] de [Agosto] de 2019 (en adelante, la ""Fecha de Entrada en Vigor"" y se aplica a los primeros Módulos vendidos tras la Fecha de entrada en vigor (la fecha de venta será la fecha indicada en los contratos de compraventa de los Módulos pertinentes firmados por JA Solar y las filiales vendedoras de Módulos). Los Módulos vendidos antes de la fecha de entrada en vigor seguirán sujetos a la Garantía Limitada aplicable en el momento de la venta. Esta versión de la Garantía limitada seguirá vigente durante el Periodo de Garantía Limitada de Producto y el Periodo de Garantía Limitada de Potencia Máxima correspondientes a los Módulos aplicables.

2.2 El único y exclusivo beneficiario de la presente Garantía Limitada es el cliente final inicial que adquiere directa o indirectamente Módulos de JA Solar o cualquiera de sus fabricantes autorizados o distribuidores o de cualquier otra fuente legítima, y que es el propietario inicial de dichos Módulos (en adelante, el ""Cliente""), y cualquiera de los sucesores o cesionarios autorizados de dicho Cliente de conformidad con la sección 7. El Cliente confirmará la propiedad de los módulos cuando JA Solar así lo solicite por escrito.

2.3 El plazo de vigencia de la presente Garantía Limitada comienza en la más temprana de las dos fechas siguientes: (i) la fecha de entrega inicial al Cliente por JA Solar o su fabricante autorizado, o (ii) seis (6) meses naturales desde la fecha de envío de los Módulos desde la fábrica de JA Solar de acuerdo con los números de serie de dichos Módulos (en adelante, la ""Fecha de Inicio de la Garantía"").

## 03. Garantía Limitada:

### 3.1 Garantía Limitada de Producto:

De acuerdo con los términos y condiciones de la presente Garantía Limitada, JA Solar garantiza al Cliente, durante un periodo de ciento cuarenta y cuatro (144) meses naturales desde la Fecha de Inicio de la Garantía (en adelante, el "Periodo de Garantía Limitada de Producto"), que los Módulos (junto con los conectores y cables de CC montados en fábrica), siempre que su instalación, uso y mantenimiento se efectúe en condiciones de funcionamiento normales y de acuerdo con el manual de instalación de módulos, especificaciones técnicas de productos y manual de mantenimiento de JA Solar (que, si no se han incluido en el contrato de compraventa, se pueden descargar en el sitio web oficial de JA Solar, [www.jasolar.com](http://www.jasolar.com)):

- 1) estarán exentos de cualquier defecto de diseño, materiales, mano de obra o fabricación que tenga un efecto negativo para el funcionamiento de los Módulos; y
- 2) cumplirán las especificaciones técnicas y de diseño recogidas en las especificaciones técnicas de producto relacionadas con los Módulos.

(En adelante, la "Garantía Limitada de Producto").

La Garantía Limitada de Producto no comprende ningún cambio en el aspecto (por ejemplo, cambios de coloración) ni el desgaste normal (por ejemplo, arañazos, suciedad, desgaste mecánico, oxidación, moho y otras formas de desgaste natural) que pueda producirse tras la entrega o instalación de los Módulos. La Garantía Limitada de Producto no garantiza que los Módulos proporcionen una potencia o un rendimiento específicos, que se tratan exclusivamente en el apartado 3.2.

### 3.2 Garantía Limitada de Potencia Máxima

En virtud de los términos y condiciones de la presente Garantía Limitada, JA Solar proporciona al Cliente una Garantía Limitada de Potencia Máxima por un periodo de 25 años para los Módulos de vidrio simple o de 30 años para los Módulos de vidrio doble a partir de la Fecha de Inicio de la Garantía (en adelante, el "Periodo de Garantía Limitada de Potencia Máxima"):

1) para los Módulos monocristalinos de vidrio simple (tipos de productos JAM60S XX -XXX/XX; JAM72S XX -XXX/XX; JAM66 SXX-XXX / XX; JAM78 SXX -XXX / XX): la Tasa de Degradación no será superior al 2,5 % el primer año a partir de la Fecha de Inicio de la Garantía, y un 0,6 % adicional cada año posterior desde el inicio del segundo año hasta la fecha en que se cumplan veinticinco (25) años desde la Fecha de Inicio de la Garantía, en cuyo momento la Potencia Máxima no será inferior al 83,1 % de la Potencia Nominal;

2) para los Módulos policristalinos de vidrio simple (tipos de productos JAP60SXX-XXX/XX; JAP72SXX-XXX/XX): la Tasa de Degradación no será superior al 2,5 % el primer año a partir de la Fecha de Inicio de la Garantía, y un 0,7 % adicional cada año posterior desde el inicio del segundo año hasta la fecha en que se cumplan veinticinco (25) años desde la Fecha de Inicio de la Garantía, en cuyo momento la Potencia Máxima no será inferior al 80,7 % de la Potencia Nominal;

3) para los Módulos monocristalinos de vidrio doble (tipos de productos JAM60DXX-XXX/XX; JAM72DXX-XXX/XX; JAM66 DXX-XXX / XX; JAM78 DXX-XXX / XX): la Tasa de Degradación no será superior al 2,5 % el primer año a partir de la Fecha de Inicio de la Garantía, y un 0,5 % adicional cada año posterior desde el inicio del segundo año hasta la fecha en que se cumplan treinta (30) años desde la Fecha de Inicio de la Garantía, en cuyo momento la Potencia Máxima no será inferior al 83 % de la Potencia Nominal; y

4) para los Módulos policristalinos de vidrio doble (tipos de productos JAP60DXX-XXX/XX; JAP72DXX-XXX/XX): la Tasa de Degradación no será superior al 2,5 % el primer año a partir de la Fecha de Inicio de la Garantía, y un 0,5 % adicional cada año posterior desde el inicio del segundo año hasta la fecha en que se cumplan treinta (30) años desde la Fecha de Inicio de la Garantía, en cuyo momento la Potencia Máxima no será inferior al 83 % de la Potencia Nominal.

(En adelante, la "Garantía Limitada de Potencia Máxima")

Nota: La "X" representa diferentes tipos de productos con diferente clase de potencia.

Para evitar dudas, salvo que se especifique otra cosa en la presente Garantía Limitada, los términos utilizados en la Garantía Limitada de Potencia Máxima tendrán los siguientes significados:

"Potencia Nominal" es la potencia medida en los Módulos en las Condiciones de Prueba Estándar, indicadas en su placa de características original, con exclusión de cualquier tolerancia positiva que pueda existir en los Módulos.

"Condiciones de Prueba Estándar" o "CPE": (a) espectro luminoso de AM 1.5; (b) irradiación de 1.000

W por metro cuadrado; y (c) una temperatura en la célula de 25 grados centígrados con irradiación en ángulo recto. Las mediciones se realizan de acuerdo con la norma IEC 61215 (equivalente a GB/T 9535), realizando la comprobación en los terminales de la caja de conexión conforme a las normas de calibrado y pruebas de JA Solar válidas en la fecha de fabricación de los Módulos. Las normas de calibrado de JA Solar cumplirán con las normas aplicadas por las instituciones internacionales acreditadas para este fin.

""Potencia Máxima"" es la potencia que generan los Módulos durante el periodo de garantía correspondiente a partir de la Fecha de Inicio de la Garantía conforme a las CPE, medida con arreglo a la norma IEC 61215, tomando en consideración y efectuando la corrección de cualquier incertidumbre en la medición.

""Tasa de Degradación"" es cualquier cantidad positiva calculada de acuerdo con la siguiente fórmula, expresada en porcentaje:

Tasa de Degradación =  $100 \% \text{ (Potencia Nominal - Potencia Máxima) / Potencia Nominal}$

Para evitar dudas y sin perjuicio de lo que se pueda disponer en contrario en el presente documento, la Garantía Limitada de Potencia Máxima para los Módulos bifaciales de vidrio doble se aplicará exclusivamente a la potencia frontal de dichos Módulos.

### 3.3 Exclusiones:

La Garantía Limitada de Producto estipulada en el apartado 3.1 y la Garantía Limitada de Potencia Máxima estipulada en el apartado 3.2 no serán de aplicación en las siguientes circunstancias:

- 1) cuando los Módulos hayan sufrido uso indebido, uso abusivo, negligencia o accidente, salvo en el caso de que haya sido causado por JA Solar o sus filiales vendedoras de Módulos durante el almacenamiento, transporte o manipulación de los Módulos;
- 2) cuando los Módulos hayan sido instalados, utilizados o mantenidos de manera que no se cumplan estrictamente las disposiciones pertinentes del manual de instalación de módulos, de las especificaciones técnicas de producto y del manual de mantenimiento de JA Solar;
- 3) cuando los Módulos hayan sido instalados o mantenidos por personal de instalación u otro personal que no disponga de las cualificaciones pertinentes incumpliendo la normativa aplicable;
- 4) cuando los Módulos hayan sido alterados, reparados o modificados, o utilizados en procesos o en combinación con otros productos no suministrados por JA Solar de manera que no se corresponda con las instrucciones escritas o sin autorización previa por escrito de JA Solar o sus filiales;
- 5) cuando los Módulos (o los Módulos reparados o sustituidos o suplementarios nuevos suministrados por JA Solar conforme a la Garantía Limitada) hayan sido retirados y reinstalados en un lugar que no sea la localización física en la que se realizase la instalación original;
- 6) cuando el tipo de producto, la placa de características o el número de serie de los Módulos hayan sido eliminados, alterados, borrados o dejado ilegibles;
- 7) cuando el diseño o distribución del sistema eléctrico fotovoltaico en el que se hayan instalado los Módulos no sea conforme a la aplicación designada (certificación) del módulo o no cumpla los requisitos aplicables (p.ej. IEC 62548:2016, IEC TS 62738:2018) y los códigos de práctica generalmente aceptados para un funcionamiento seguro e inocuo;
- 8) cuando los Módulos hayan sido instalados en unidades móviles (salvo sistemas de seguimiento fotovoltaico), como vehículos, barcos, etc., o en instalaciones marítimas;
- 9) cuando los Módulos hayan quedado expuestos a un ambiente extremo o hayan sufrido daños causados por cambios radicales en dichos ambientes, por ejemplo calor extremo, lluvia ácida (incluida la nieve), arena arrastrada por el viento, corrosión, aire salino (p.ej. en un ambiente marino), contaminación en el aire, el suelo o las aguas subterráneas, niveles anómalos de oxidación, moho o cualquier incendio próximo, explosión, humo o carbonización.
- 10) cuando se hayan producido daños por causa de fuerza mayor como catástrofes naturales, por ejemplo caída de rayos, granizo, heladas, nieve, tormentas, tsunamis, inundaciones, temperaturas extremas, terremotos, tifones, tornados, erupciones volcánicas, meteoritos, temblores de tierras, fisuras en la corteza terrestre, corrimientos de tierras o daños para los animales;
- 11) cuando se hayan producido daños directos o indirectos causados por actos vandálicos de terceros o por actos fuera del control de JA Solar y sus filiales vendedoras de Módulos, por ejemplo accidentes, disturbios, guerra, insurrección o violencia comunitaria; y

12) cuando se hayan producido daños por causa de un accidente en la central eléctrica fotovoltaica en la que estén instalados los Módulos debido a algún factor externo. Factores externos pueden ser fluctuaciones de tensión, picos de potencia, exceso de corriente, fallo eléctrico, trabajo de ingeniería eléctrica o mecánica deficiente, personal sin formación, u otros fallos que se produzcan en la red eléctrica (tanto si dichos fallos son causados por algún acto u omisión del Cliente como si no).

Además, la Garantía Limitada de Producto estipulada en el apartado 3.1 y la Garantía Limitada de Potencia Máxima estipulada en el apartado 3.2 no se aplicarán a los Módulos respecto de los cuales JA Solar y sus filiales vendedoras de Módulos no hayan recibido la totalidad o parte de la contraprestación por la venta de los Módulos (tanto si el Cliente es el deudor de la contraprestación como si no). Cuando JA Solar ejerza el derecho a rechazar una reclamación en garantía con arreglo a esta disposición, el Cliente podrá abonar el pago pendiente a JA Solar para que se acepte su reclamación. Si el cliente no fuera el deudor, entonces cuando el Cliente abone el pago pendiente, podrá presentar una reclamación contra el deudor. Con este fin, JA Solar podrá ayudar al Cliente emitiendo un certificado de transferencia de deuda.

## 04. Reclamaciones en garantía:

### 4.1 Fecha límite de presentación de reclamaciones en garantía

Todas las reclamaciones conforme a la Garantía Limitada de Producto deberán presentarse por escrito a JA Solar dentro del Periodo de Garantía Limitada de Producto, mientras que todas las reclamaciones conforme a la Garantía Limitada de Potencia Máxima deberán presentarse por escrito a JA Solar dentro del Periodo de Garantía Limitada de Potencia Máxima. JA Solar tendrá derecho a rechazar cualquier reclamación en garantía que se presente fuera del periodo de garantía correspondiente.

### 4.2 Burden of Proof for Warranty Claims

En cualquier circunstancia, la carga de la prueba de cualquier reclamación en garantía presentada por el Cliente recaerá en el cliente. La reclamación en garantía solo será aceptada si el Cliente aporta pruebas documentales suficientes que demuestren satisfactoriamente que la única causa de fallo o no conformidad de los Módulos es una infracción de la Garantía Limitada de Producto o de la Garantía Limitada de Potencia Máxima.

### 4.3 Procedimientos de reclamación en garantía

En el momento en que el Cliente sea conocedor de un caso de no conformidad con la Garantía Limitada de Producto o la Garantía Limitada de Potencia Máxima (los Módulos a los que afecte la reclamación en garantía se denominarán "Módulos Reclamados"), lo notificará al departamento de Atención al Cliente Global de JA Solar de forma inmediata (pero en todo caso en la fecha límite más temprana de las siguientes: (i) 14 días naturales desde que conociera o debiera haber conocido dichas circunstancias, o (ii) la fecha de caducidad respectiva del Periodo de Garantía Limitada de Producto o Periodo de Garantía Limitada de Potencia Máxima de los Módulos Reclamados), mediante el envío de una comunicación por escrito a la dirección postal Building No.8, Noble Center, Automobile Museum East Road, Fengtai District, Beijing, China (100160), Tel.: 400-4230-186, mensaje de correo electrónico a la dirección electrónica [Services@jasolar.com](mailto:Services@jasolar.com).

En dicha comunicación, el Cliente proporcionará la siguiente información: a) causa de la reclamación y documentos justificativos; b) prueba de compra de los Módulos reclamados (por ejemplo, contrato de compraventa, factura comercial, certificado de entrega y aceptación, justificante de pago, etc.; si el Cliente no hubiera comprado los Módulos Reclamados directamente a JA Solar o una de sus filiales, aportará prueba de compra del proveedor que se pueda cotejar con el contrato de compraventa, factura comercial, etc., firmado por JA Solar o sus filiales); c) tipo de producto y número de serie de los Módulos Reclamados; d) Fecha de Inicio de la Garantía de los Módulos Reclamados; e) lugar de instalación de los Módulos Reclamados; f) otra información adicional solicitada por JA Solar.

JA Solar revisará y evaluará la reclamación. JA Solar podrá exigir al Cliente que devuelva los Módulos Reclamados a la fábrica de JA Solar para realizar pruebas si lo considera necesario, en cuyo caso, JA Solar

expedirá una autorización de retorno de mercancía (en adelante, "ARM") a nombre del Cliente. **El cliente devolverá los Módulos Reclamados únicamente con arreglo a los requisitos establecidos en la ARM expedida por JA Solar a partir de que la reciba. De lo contrario, JA Solar tendrá derecho a rechazar la reclamación en garantía y negarse a aceptar los Módulos Reclamados devueltos por el Cliente sin autorización, y el consiguiente riesgo de pérdida y los gastos serán soportados por el Cliente.** Si se confirma que los Módulos Reclamados devueltos no son conformes con la Garantía Limitada de Producto o Garantía Limitada de Potencia Máxima, JA Solar reembolsará al Cliente los gastos efectivos de envío y seguro relacionados con la devolución de los Módulos Reclamados contra presentación de las facturas de tales costes por el Cliente.

JA Solar tiene derecho a decidir, exclusivamente según su criterio, si procede enviar un representante para realizar una investigación y verificación en el lugar de instalación de los Módulos Reclamados. Si JA Solar decide realizar la investigación y verificación in situ, lo notificará al Cliente por escrito con al menos 10 días laborables de antelación a la fecha prevista de dicha investigación y verificación in situ. El Cliente contestará y confirmará lo antes posible cuando reciba la notificación escrita de JA Solar. Las partes mantendrán la comunicación en tiempo y forma, con ánimo de cooperación, para planificar y organizar una investigación y verificación in situ constructiva y eficiente. Con este fin, el Cliente o personal de operación de planta deberá ofrecer su total cooperación (técnica y logística) al representante de JA Solar durante la investigación in situ. Si el Cliente deniega la solicitud de investigación y verificación in situ de JA Solar sin una justificación adecuada, JA Solar tendrá derecho a aplazar la tramitación de la reclamación hasta que se aporten datos adicionales y evaluables o, si no se aportasen dichos datos en un periodo de tiempo razonable, a rechazar la reclamación en garantía.

#### 4.4 Conflictos técnicos

Cualquier conflicto sobre aspectos técnicos relacionados con las reclamaciones presentadas conforme a esta Garantía Limitada será resuelta de forma definitiva por una organización de pruebas independiente. JA Solar y el Cliente nombrarán conjuntamente a una organización de pruebas china o internacional de renombre, como TÜV Rheinland, TÜV SUD, Intertek, UL, CQC o CGC, o cualquier otra organización de pruebas independiente y neutral que sea mutuamente aceptable (en adelante, la "Organización de Pruebas Independiente") para que resuelva el conflicto. Ni el Cliente ni JA Solar se negarán de forma injustificada a participar en la evaluación ni retrasarán los procedimientos de prueba y evaluación pertinentes (por ejemplo, dando facilidades en el lugar de instalación o dando facilidades para que JA Solar envíe los Módulos Reclamados a la Organización de Pruebas Independientes para que esta realice pruebas). Antes de llevar a cabo dicha prueba y evaluación, la Organización de Pruebas Independiente informará a JA Solar y al Cliente acerca de la tolerancia de potencia del equipo de pruebas, que deberá reflejarse en las conclusiones finales. La Organización de Pruebas Independiente actuará a modo de experto, fallará sobre los aspectos técnicos objeto del conflicto, dará a las partes una oportunidad razonable de efectuar declaraciones y réplicas y tendrá en cuenta dichas declaraciones y réplicas en sus conclusiones finales. Las conclusiones finales de la Organización de Pruebas Independiente serán definitivas, concluyentes y vinculantes para ambas partes y serán un requisito previo indispensable para la defensa judicial de una reclamación en garantía. Los gastos razonables en que incurra la Organización de Pruebas Independiente para realizar la evaluación serán abonados por adelantado por el Cliente, incluido el coste del envío de los Módulos Reclamados al centro de pruebas designado por la Organización de Pruebas Independiente, los costes del seguro, los costes de almacenamiento, etc., así como los gastos del servicio de pruebas y evaluación. Si la Organización de Pruebas Independiente concluye que los Módulos Reclamados no son conformes a la Garantía Limitada de Producto o Garantía Limitada de Potencia Máxima, JA Solar reembolsará los gastos efectivos de pruebas y transporte abonados por adelantado por el Cliente cuando reciba la consiguiente comunicación por escrito con copias de las facturas pertinentes. El riesgo de daño y pérdida de los Módulos Reclamados en el proceso de prueba y evaluación por la Organización de Pruebas Independiente se transferirá al mismo tiempo que la propiedad.

#### 4.5 Propiedad de los Módulos Reclamados

La propiedad de los Módulos Reclamados solo se transferirá a JA Solar en el momento en que JA Solar confirme la reclamación en garantía del cliente y efectúe sustituciones o reintegros de acuerdo con los recursos estipulados en virtud de la presente Garantía Limitada. Hasta ese momento, el Cliente seguirá siendo el propietario de los Módulos Reclamados.

## 05. Recurso para las reclamaciones en garantía:

#### 5.1 Recurso en virtud de la Garantía Limitada de Producto:

En el caso de que JA Solar confirme que los Módulos Reclamados son efectivamente no conformes con la Garantía Limitada de Producto, hará una de las cosas siguientes, exclusivamente según su criterio y en un periodo de tiempo razonable: a) reparar los Módulos Reclamados sin cargo para el Cliente; b) entregar al Cliente Módulos de sustitución de los Módulos Reclamados; o c) reintegrar al Cliente el precio señalado en la factura original de compra aportada por el Cliente, aplicando una tasa de depreciación anual sobre el precio de compra del 4 % para módulos de vidrio simple o del 3,33 % para módulos de vidrio doble (si el Cliente no pudiese aportar la factura original de compra, la compensación monetaria se basará en el precio de mercado de ese momento de un tipo de módulo idéntico o similar). Salvo que las partes acuerden otra cosa, JA Solar enviará los Módulos reparados o los Módulos de sustitución del mismo modo y al mismo destino especificados en el contrato de compra original firmado por JA Solar o una de sus filiales. El coste del envío se abonará del mismo modo especificado en el contrato de compraventa original.

#### 5.2 Recurso en virtud de la Garantía Limitada de Potencia Máxima:

En el caso de que JA Solar confirme que los Módulos Reclamados son efectivamente no conformes con la Garantía Limitada de Potencia Máxima, hará una de las cosas siguientes, exclusivamente según su criterio y en un periodo de tiempo razonable: a) reparar los Módulos Reclamados sin cargo para el Cliente; b) entregar al Cliente Módulos de sustitución de los Módulos Reclamados; c) reintegrar al Cliente el precio de compra señalado en la factura de compra original aportada por el Cliente aplicando una tasa de depreciación anual sobre el precio de compra del 4 % para módulos de vidrio simple o del 3,33 % para módulos de vidrio doble (si el Cliente no pudiese aportar la factura original de compra, la compensación monetaria se basará en el precio de mercado de ese momento de un tipo de módulo idéntico o similar).

#### 5.3 Recurso exclusivo:

**El recurso en virtud de la Garantía Limitada de Producto y el recurso en virtud de la Garantía Limitada de Potencia Máxima anteriormente estipulados son responsabilidad y obligación única y exclusiva de JA Solar ante el Cliente en virtud de esta Garantía Limitada, así como el recurso único y exclusivo del Cliente con respecto a los Módulos Reclamados en virtud de esta Garantía Limitada. JA Solar solo reembolsará los gastos expresamente estipulados en esta Garantía Limitada. Los costes y gastos relacionados con la retirada de los Módulos Reclamados y la reinstalación de los Módulos reparados o de sustitución, así como los costes de despacho de aduanas ocasionados por la devolución de los Módulos Reclamados (en su caso), serán soportados por el Cliente. El cumplimiento por parte de JA Solar de sus obligaciones en virtud de la presente Garantía Limitada no prolongará el Periodo de Garantía Limitada de Producto ni el Periodo de Garantía de Potencia Máxima. Los periodos de garantía originales seguirán siendo de aplicación a los Módulos reparados o de sustitución. En el caso de que haya cesado la producción de Módulos del mismo tipo que los Módulos Reclamados, que se hayan retirado del mercado o que no estén disponibles por algún otro motivo, JA Solar tendrá derecho a sustituir los Módulos Reclamados por Módulos de tipo similar, cuyo rendimiento no deberá ser inferior al del tipo original.**

## 06. Limitación de responsabilidad:

1) Sin perjuicio de lo que pueda estipularse en contrario en el presente documento, las garantías establecidas en la presente Garantía Limitada sustituyen a todas las demás garantías, ya sean expresas, implícitas o legales, como por ejemplo garantías implícitas de comerciabilidad, aptitud para un fin determinado o ausencia de infracciones. Sin embargo, si el Cliente es identificado como ""consumidor"" y los Módulos como ""producto de consumo"" en virtud de la legislación que regula la protección de los derechos del consumidor del país de primera instalación de los Módulos, en la medida en que lo exija la ley aplicable, cualquier garantía implícita de comerciabilidad, aptitud para un fin determinado o ausencia de infracciones se limitará al Periodo de Garantía Limitada de Producto o al Periodo de Garantía Limitada de Potencia máxima anteriormente estipulados, o a un periodo más corto si así se establece en la ley aplicable. Esta Garantía Limitada confiere al Cliente derechos legales específicos, y el Cliente puede además gozar de otros derechos variables según el Estado, la provincia o la jurisdicción que permanecerán inalterados.

2) Salvo que se establezca otra cosa en la ley aplicable en el país de primera instalación de los Módulos, JA Solar no será responsable de ninguna de las pérdidas siguientes: a) daños personales o materiales; b) cualquier otra pérdida o daño personal que se produzca debido a los Módulos o en relación con ellos (por ejemplo, cualquier defecto de los Módulos o que se derive de su uso o instalación); c) cualquier daño incidental, consecuente o especial por cualquier causa; y d) pérdidas de potencia, de beneficios, de producción, de ingresos o de intereses que puedan producirse por no ser los Módulos utilizables, aunque JA Solar conociera la posibilidad de que se produjeran tales daños. La responsabilidad que tenga JA Solar por fraude o dolo, grave negligencia o daño personal, en virtud de la ley de responsabilidad aplicable en cada caso, permanecerá inalterada. Sin perjuicio de cualquier otra disposición de la presente Garantía Limitada, e incluyendo si JA Solar está obligada a compensar al Cliente en virtud de lo aquí dispuesto, la compensación total pagada o pagadera por JA Solar y la responsabilidad de JA Solar en virtud de lo aquí dispuesto no superarán la cantidad efectivamente recibida por JA Solar y señalada en la factura original de los Módulos Reclamados. Las limitaciones de responsabilidad contempladas en la presente Garantía Limitada no serán de aplicación en la medida en que estén restringidas o prohibidas por la ley aplicable.

3) El Cliente reconoce que las limitaciones de responsabilidad precedentes son un elemento esencial del contrato de compraventa pertinente entre las partes y que, en ausencia de tales limitaciones, el precio de compra de los Módulos en cuestión sería notablemente más elevado.

4) JA Solar ha adoptado métodos razonables, como el uso de texto en negrita, ennegrecido y resaltado para atraer la atención del Cliente hacia las cláusulas que excluyen o limitan su responsabilidad en virtud de la presente Garantía Limitada, y ha explicado las cláusulas pertinentes de forma pormenorizada como ha requerido el Cliente. No existe desacuerdo entre las partes con respecto a la interpretación de ninguna de las cláusulas de esta Garantía Limitada.

## 07. Cesión:

Previa notificación por escrito a JA Solar, el Cliente puede ceder la presente Garantía Limitada a un nuevo propietario de todo el proyecto eléctrico en el que se hubieran instalado los Módulos originariamente, siempre que: (i) los Módulos permanezcan en su lugar de instalación original, (ii) no queden pagos pendientes en virtud del contrato de compraventa; y (iii) el cesionario acepte regirse por los términos de la presente Garantía Limitada. Si JA Solar lo solicita, el Cliente aportará pruebas razonables de dicha sucesión o transferencia de propiedad. De lo contrario, esta Garantía Limitada no podrá ser cedida o transferida y cualquier intento de cesión o transferencia en violación de la presente sección 7 será nulo.

## 08. Varios:

### 8.1 Separabilidad

En el caso de que se determine que alguna parte o disposición de la presente Garantía Limitada es inválida, ilegal o inaplicable en virtud de la ley aplicable, o que se determine que la aplicación de dicha parte o disposición a ciertas personas o en ciertas circunstancias es inválida, ilegal o inaplicable, entonces dicha parte o disposición se considerará modificada e interpretada para que se cumplan los objetivos de dicha parte o disposición en la mayor medida posible en virtud de la ley aplicable y las restantes partes o disposiciones de la presente Garantía Limitada o la aplicabilidad de la presente Garantía Limitada permanecerán inalteradas, independientes y válidas.

### 8.2 Fuerza mayor:

JA Solar no asume ningún tipo de responsabilidad ante el Cliente por cualquier incumplimiento o retraso de JA Solar en el cumplimiento de sus obligaciones en virtud de la presente Garantía Limitada por causa de hechos de fuerza mayor como catástrofes naturales, guerra, disturbios, huelgas, falta de mano de obra,

materiales o capacidades adecuados o suficientes, o fallos técnicos o de rendimiento y cualquier hecho imprevisto fuera de su control, por ejemplo cualquier hecho o aspecto tecnológico o físico que no sea razonablemente conocido o entendido por JA Solar en el momento de la venta de los Módulos Reclamados o la notificación por el Cliente de la reclamación en garantía pertinente.

### 8.3 Ley reguladora y resolución de conflictos

Cualquier conflicto relacionado con esta Garantía Limitada o que se derive de ella, por ejemplo cualquier cuestión relativa a su existencia, validez, infracción o extinción, se remitirá a las cláusulas de la ley reguladora y a los procedimientos de resolución de conflictos contemplados en el contrato de compraventa entre el comprador original y JA Solar, y se resolverá definitivamente en virtud de los mismos. Como condición para cualquiera de las obligaciones de JA Solar en virtud de lo aquí dispuesto, JA Solar podrá exigir a cualquier Cliente que solicite la aplicación de la presente Garantía Limitada que formalice los acuerdos adicionales que puedan ser razonablemente necesarios para hacer cumplir los términos de este apartado. Las leyes que regulan la presente Garantía Limitada excluirán cualquier norma sobre conflictos entre legislaciones, así como la Convención de Naciones Unidas sobre los Contratos de Compraventa Internacional de Mercaderías (CISG, por sus siglas en inglés), formalizada el 11 de abril de 1980, y cualquier otro código uniforme.

---

Garantía limitada para módulos solares fotovoltaicos cristalinos de JA Solar

# Harvest the Sunshine

Premium Cells, Premium Modules



# **DOCUMENTO Nº 2: PLANOS**

## **ÍNDICE DE CONTENIDOS:**

- PLANO Nº 1: SITUACIÓN
- PLANO Nº 2: SIMULACIÓN DE LOS PANELES
- PLANO Nº 3: UBICACIÓN DE LOS PANELES



SITUACIÓN NACIONAL E: 1:3.000.000

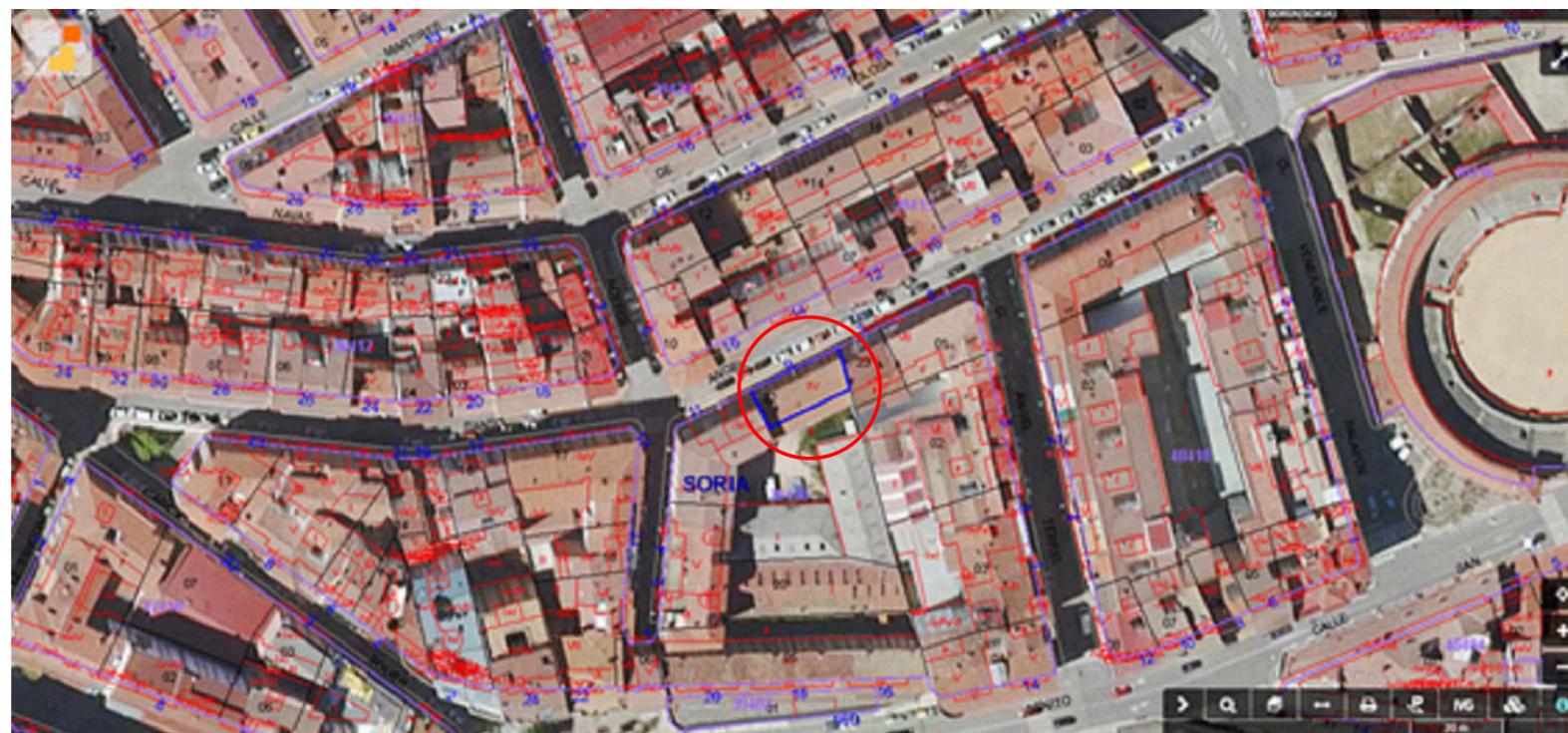


SITUACIÓN PROVINCIAL E: 1:600.000



EDIFICIO DE LA CALLE SANTO ÁNGEL DE LA GUARDA Nº 9

E: 1:2.500



|                                                                                                                                                                     |                                                                                                                           |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                | U.V.A. - E.I. FORESTAL AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>MÁSTER EN INGENIERÍA DE LA BIOENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA |  |
| PROMOTOR: COMUNIDAD DE VECINOS CALLE ÁNGEL DE LA GUARDA Nº 9                                                                                                        |                                                                                                                           |                                                                                       |
| TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN UN EDIFICIO EN LA PROVINCIA DE SORIA CON ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA OPTIMIZACIÓN DE RESULTADOS. |                                                                                                                           |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:                                                                                                                                                       | ESCALA:                                                                                                                   |                                                                                       |
| CALLE SANTO ÁNGEL DE LA GUARDA Nº 9 (SORIA)                                                                                                                         | VARIAS                                                                                                                    |                                                                                       |
| FECHA: JUNIO 2024                                                                                                                                                   | DENOMINACIÓN:                                                                                                             | PLANO Nº:                                                                             |
| FIRMA:                                                                                                                                                              | SITUACIÓN                                                                                                                 | 1                                                                                     |
| ALUMNO: ALONSO SANZ                                                                                                                                                 |                                                                                                                           |                                                                                       |



# CALLE SANTO ÁNGEL DE LA GUARDA

Nº 11

Nº 9

Nº 7

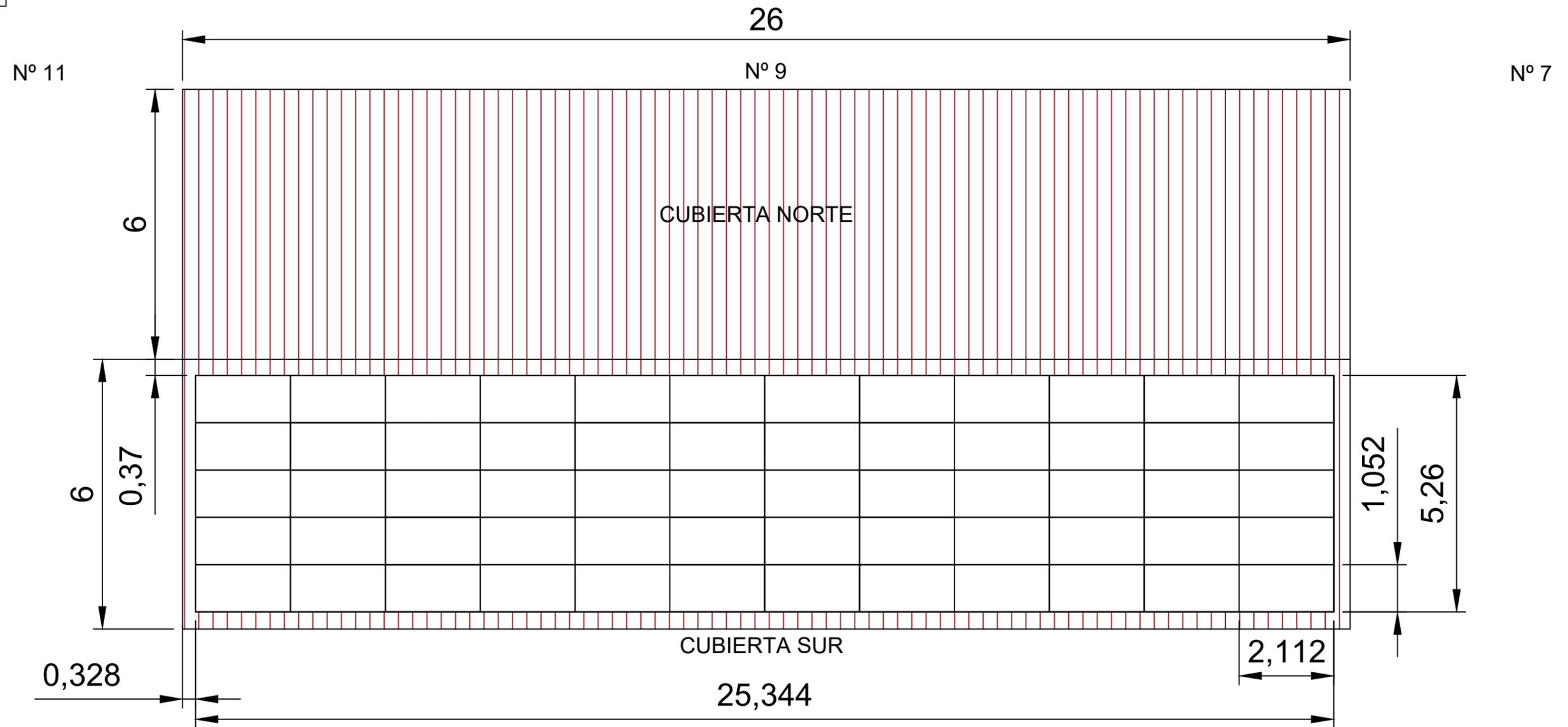


CUBIERTA SUR

|                                                                                                                                                                            |  |                                                                                                                           |                         |                                                                                                                    |  |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|                                                                                       |  | U.V.A. - E.I. FORESTAL AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>MÁSTER EN INGENIERÍA DE LA BIOENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA |                         | <br>Universidad de Valladolid |  |
| PROMOTOR: COMUNIDAD DE VECINOS CALLE ÁNGEL DE LA GUARDA Nº 9                                                                                                               |  |                                                                                                                           |                         |                                                                                                                    |  |
| <b>TÍTULO:</b> PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO EN UN EDIFICIO EN LA PROVINCIA DE SORIA CON ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS PARA OPTIMIZACIÓN DE RESULTADOS. |  |                                                                                                                           |                         |                                                                                                                    |  |
| <b>LOCALIZACIÓN:</b><br>CALLE SANTO ÁNGEL DE LA GUARDA Nº 9 (SORIA)                                                                                                        |  |                                                                                                                           | <b>ESCALA:</b><br>1:100 |                                                                                                                    |  |
| FECHA: JUNIO 2024<br>FIRMA:                                                                                                                                                |  | <b>DENOMINACIÓN:</b><br>SIMULACIÓN DE LOS PANELES                                                                         |                         | <b>PLANO Nº:</b><br>2                                                                                              |  |
| ALUMNO: ALONSO SANZ                                                                                                                                                        |  |                                                                                                                           |                         |                                                                                                                    |  |



CALLE SANTO ÁNGEL DE LA GUARDA



|                                                                                                                                                                           |                                                                                                                           |                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                      | U.V.A. - E.I. FORESTAL AGRONÓMICA Y DE LA BIOENERGÍA<br>MÁSTER EN INGENIERÍA DE LA BIOENERGÍA Y SOSTENIBILIDAD ENERGÉTICA |  |
| PROMOTOR: COMUNIDAD DE VECINOS CALLE ÁNGEL DE LA GUARDA Nº 9                                                                                                              |                                                                                                                           |                                                                                       |
| TÍTULO: PROYECTO DE INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA PARA AUTOCONSUMO<br>EN UN EDIFICIO EN LA PROVINCIA DE SORIA CON ANÁLISIS DE<br>ALTERNATIVAS PARA OPTIMIZACIÓN DE RESULTADOS. |                                                                                                                           |                                                                                       |
| LOCALIZACIÓN:<br>CALLE SANTO ÁNGEL DE<br>LA GUARDA Nº 9 (SORIA)                                                                                                           | ESCALA:<br>1:100                                                                                                          |                                                                                       |
| FECHA: JUNIO 2024<br>FIRMA:                                                                                                                                               | DENOMINACIÓN:<br>UBICACIÓN DE LOS PANELES                                                                                 | PLANO Nº:<br>3                                                                        |
| ALUMNO: ALONSO SANZ                                                                                                                                                       |                                                                                                                           |                                                                                       |

# **DOCUMENTO Nº 3: PLIEGO DE CONDICIONES**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS:

|                                                              |           |
|--------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. CALIDAD DE LOS MATERIALES .....</b>                    | <b>3</b>  |
| <b>1.1. GENERALIDADES .....</b>                              | <b>3</b>  |
| <b>1.2. CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....</b>                      | <b>3</b>  |
| <b>1.3. CONDUCTORES DE NEUTRO .....</b>                      | <b>3</b>  |
| <b>1.4. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....</b>                   | <b>3</b>  |
| <b>1.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES.....</b>           | <b>4</b>  |
| <b>2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES.....</b>      | <b>4</b>  |
| <b>2.1. COLOCACIÓN DE TUBOS.....</b>                         | <b>4</b>  |
| <b>2.2. CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN .....</b>              | <b>6</b>  |
| <b>2.3. APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA .....</b>               | <b>7</b>  |
| <b>2.4. APARATOS DE PROTECCIÓN.....</b>                      | <b>7</b>  |
| <b>2.5. INSTALACIONES EN CUARTOS DE BAÑO O ASEO .....</b>    | <b>11</b> |
| <b>2.6. RED EQUIPOTENCIAL .....</b>                          | <b>12</b> |
| <b>2.7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA.....</b>              | <b>12</b> |
| <b>2.8. ALUMBRADO.....</b>                                   | <b>13</b> |
| <b>3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS.....</b>                        | <b>15</b> |
| <b>3.1. COMPROBACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA.....</b>          | <b>15</b> |
| <b>3.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO .....</b>                 | <b>15</b> |
| <b>4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.....</b> | <b>15</b> |
| <b>5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN .....</b>                 | <b>16</b> |
| <b>6. LIBRO DE ÓRDENES .....</b>                             | <b>16</b> |

# 1. CALIDAD DE LOS MATERIALES

## 1.1. GENERALIDADES

Todos los materiales empleados en la ejecución de la instalación tendrán, como mínimo, las características especificadas en este Pliego de Condiciones, empleándose siempre materiales homologados según las normas UNE citadas en la instrucción ITC-BT-02 que les sean de aplicación.

## 1.2. CONDUCTORES ELÉCTRICOS

Las líneas de alimentación a cuadros de distribución estarán constituidas por conductores unipolares de cobre aislados de 0,6/1 kV o del tipo H07Z-R.

## 1.3. CONDUCTORES DE NEUTRO

La sección mínima del conductor de neutro para distribuciones monofásicas, trifásicas y de corriente continua, será la que a continuación se especifica:

Según la Instrucción ITC BT 19 en su apartado 2.2.2, en instalaciones interiores, para tener en cuenta las corrientes armónicas debidas a cargas no lineales y posibles desequilibrios, la sección del conductor del neutro será como mínimo igual a la de las fases.

Para el caso de redes aéreas o subterráneas de distribución en baja tensión, las secciones a considerar serán las siguientes:

- Con dos o tres conductores: igual a la de los conductores de fase.
- Con cuatro conductores: mitad de la sección de los conductores de fase, con un mínimo de 10 mm<sup>2</sup> para cobre y de 16 mm<sup>2</sup> para aluminio.

## 1.4. CONDUCTORES DE PROTECCIÓN

Los conductores de protección desnudos no estarán en contacto con elementos combustibles. En los pasos a través de paredes o techos estarán protegidos por un tubo de adecuada resistencia, que será, además, no conductor y difícilmente combustible cuando atravesase partes combustibles del edificio.

Los conductores de protección estarán convenientemente protegidos contra el deterioro mecánico y químico, especialmente en los pasos a través de elementos de la construcción.

Las conexiones en estos conductores se realizarán por medio de empalmes soldados sin empleo de ácido, o por piezas de conexión de apriete por rosca. Estas piezas serán de material inoxidable, y los tornillos de apriete estarán provistos de un dispositivo que evite su desapriete. Se tomarán las precauciones necesarias para evitar el deterioro

causado por efectos electroquímicos cuando las conexiones sean entre metales diferentes.

## 1.5. IDENTIFICACIÓN DE LOS CONDUCTORES

Los conductores de la instalación se identificarán por los colores de su aislamiento:

- Negro, gris, marrón para los conductores de fase o polares.
- Azul claro para el conductor neutro.
- Amarillo - verde para el conductor de protección.
- Rojo para el conductor de los circuitos de mando y control.

## 2. NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

### 2.1. COLOCACIÓN DE TUBOS

Se tendrán en cuenta las prescripciones generales siguientes, tal y como indica la ITC BT 21.

#### Prescripciones generales

El trazado de las canalizaciones se hará siguiendo preferentemente líneas paralelas a las verticales y horizontales que limitan el local dónde se efectúa la instalación.

Los tubos se unirán entre sí mediante accesorios adecuados a su clase que aseguren la continuidad que proporcionan a los conductores.

Los tubos aislantes rígidos curvables en caliente podrán ser ensamblados entre sí en caliente, recubriendo el empalme con una cola especial cuando se desee una unión estanca.

Las curvas practicadas en los tubos serán continuas y no originarán reducciones de sección inadmisibles. Los radios mínimos de curvatura para cada clase de tubo serán los indicados en la norma UNE EN 5086 -2-2

Será posible la fácil introducción y retirada de los conductores en los tubos después de colocados y fijados éstos y sus accesorios, disponiendo para ello los registros que se consideren convenientes, y que en tramos rectos no estarán separados entre sí más de 15 m. El número de curvas en ángulo recto situadas entre dos registros consecutivos no será superior a tres. Los conductores se alojarán en los tubos después de colocados éstos.

Los registros podrán estar destinados únicamente a facilitar la introducción y retirada de los conductores en los tubos, o servir al mismo tiempo como cajas de empalme o derivación.

Cuando los tubos estén constituidos por materias susceptibles de oxidación, y cuando hayan recibido durante el curso de su montaje algún trabajo de mecanización, se aplicará a las partes mecanizadas pintura antioxidante.

Igualmente, en el caso de utilizar tubos metálicos sin aislamiento interior, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzcan condensaciones de agua en el interior de los mismos, para lo cual se elegirá convenientemente el trazado de su instalación, previendo la evacuación de agua en los puntos más bajos de ella y, si fuera necesario, estableciendo una ventilación apropiada en el interior de los tubos mediante el sistema adecuado, como puede ser, por ejemplo, el empleo de una "te" dejando uno de los brazos sin utilizar.

Cuando los tubos metálicos deban ponerse a tierra, su continuidad eléctrica quedará convenientemente asegurada. En el caso de utilizar tubos metálicos flexibles, es necesario que la distancia entre dos puestas a tierra consecutivas de los tubos no exceda de 10 m.

No podrán utilizarse los tubos metálicos como conductores de protección o de neutro.

#### Tubos en montaje superficial

Cuando los tubos se coloquen en montaje superficial se tendrán en cuenta además las siguientes prescripciones:

Los tubos se fijarán a las paredes o techos por medio de bridas o abrazaderas protegidas contra la corrosión y sólidamente sujetas. La distancia entre éstas será, como máximo, 0.50 metros. Se dispondrán fijaciones de una y otra parte en los cambios de dirección, en los empalmes y en la proximidad inmediata de las entradas en cajas o aparatos.

Los tubos se colocarán adaptándolos a la superficie sobre la que se instalan, curvándolos o usando los accesorios necesarios.

En alineaciones rectas, las desviaciones del eje del tubo con respecto a la línea que une los puntos extremos no será superior al 2%.

Es conveniente disponer los tubos normales, siempre que sea posible, a una altura mínima de 2.5 m sobre el suelo, con objeto de protegerlos de eventuales daños mecánicos. En los cruces de tubos rígidos con juntas de dilatación de un edificio deberán interrumpirse los tubos, quedando los extremos del mismo separados entre sí 5 cm aproximadamente, y empalmándose posteriormente mediante manguitos deslizantes que tengan una longitud mínima de 20 cm.

#### Tubos empotrados

Cuando los tubos se coloquen empotrados se tendrán en cuenta, además, las siguientes prescripciones:

La instalación de tubos empotrados será admisible cuando su puesta en obra se efectúe después de terminados los trabajos de construcción y de enfoscado de paredes y techos, pudiendo el enlucido de los mismos aplicarse posteriormente.

Las dimensiones de las rozas serán suficientes para que los tubos queden recubiertos por una capa de 1 cm de espesor, como mínimo, del revestimiento de las paredes o techos. En los ángulos el espesor puede reducirse a 0.5 cm.

En los cambios de dirección, los tubos estarán convenientemente curvados, o bien provistos de codos o "tes" apropiados, pero en este último caso sólo se admitirán los provistos de tapas de registro.

Las tapas de los registros y de las cajas de conexión quedarán accesibles y desmontables una vez finalizada la obra. Los registros y cajas quedarán enrasados con la superficie exterior del revestimiento de la pared o techo cuando no se instalen en el interior de un alojamiento cerrado y practicable. Igualmente, en el caso de utilizar tubos normales empotrados en paredes, es conveniente disponer los recorridos horizontales a 50 cm, como máximo, del suelo o techo, y los verticales a una distancia de los ángulos o esquinas no superior a 20 cm.

#### Tubos en montaje al aire

Solamente está permitido su uso para la alimentación de máquinas o elementos de movilidad restringida desde canalizaciones prefabricadas y cajas de derivación fijadas al techo. Se tendrán en cuenta las siguientes prescripciones:

La longitud total de la conducción en el aire no será superior a 4 metros y no empezará a una altura inferior a 2 metros.

Se prestará especial atención para que se conserven en todo el sistema, especialmente en las conexiones, las características mínimas para canalizaciones de tubos al aire, establecidas en la tabla 6 de la instrucción ITC BT 21.

## **2.2. CAJAS DE EMPALME Y DERIVACIÓN**

Las conexiones entre conductores se realizarán en el interior de cajas apropiadas de material aislante o, si son metálicas, protegidas contra la corrosión.

Sus dimensiones serán tales que permitan alojar holgadamente todos los conductores que deban contener, y su profundidad equivaldrá, cuanto menos, al diámetro del tubo mayor más un 50 % del mismo, con un mínimo de 40 mm para su profundidad y 80 mm para el diámetro o lado interior.

Cuando se quieran hacer estancas las entradas de los tubos en las cajas de conexión, deberán emplearse prensaestopas adecuados.

En ningún caso se permitirá la unión de conductores por simple retorcimiento o arrollamiento entre sí de los mismos, sino que deberá realizarse siempre utilizando bornes de conexión montados individualmente o constituyendo bloques o regletas de conexión. Puede permitirse, asimismo, la utilización de bridas de conexión. Las uniones deberán realizarse siempre en el interior de cajas de empalme o de derivación.

Si se trata de cables deberá cuidarse al hacer las conexiones que la corriente se reparta por todos los alambres componentes, y si el sistema adoptado es de tornillo de apriete entre una arandela metálica bajo su cabeza y una superficie metálica, los conductores de sección superior a 6 mm<sup>2</sup> deberán conectarse por medio de terminales adecuados, comprobando siempre que las conexiones, de cualquier sistema que sean, no queden sometidas a esfuerzos mecánicos.

Para que no pueda ser destruido el aislamiento de los conductores por su roce con los bordes libres de los tubos, los extremos de éstos, cuando sean metálicos y penetren en una caja de conexión o aparato, estarán provistos de boquillas con bordes redondeados o dispositivos equivalentes, o bien convenientemente mecanizados, y si se trata de tubos metálicos con aislamiento interior, este último sobresaldrá unos milímetros de su cubierta metálica.

## 2.3. APARATOS DE MANDO Y MANIOBRA

Los aparatos de mando y maniobra (interruptores y conmutadores) serán de tipo cerrado y material aislante, cortarán la corriente máxima del circuito en que están colocados sin dar lugar a la formación de arcos permanentes, y no podrán tomar una posición intermedia.

Las piezas de contacto tendrán unas dimensiones tales que la temperatura no pueda exceder de 65°C en ninguna de ellas.

Deben poder realizarse del orden de 10.000 maniobras de apertura y cierre a la intensidad y tensión nominales, que estarán marcadas en lugar visible.

## 2.4. APARATOS DE PROTECCIÓN

### Protección contra sobrecargas

Los conductores activos deben estar protegidos por uno o varios dispositivos de corte automático contra las sobrecargas y contra los cortocircuitos.

### Aplicación

Excepto los conductores de protección, todos los conductores que forman parte de un circuito, incluido el conductor neutro, estarán protegidos contra las sobrecargas (sobrecargas y cortocircuitos).

### Protección contra sobrecargas

Los dispositivos de protección deben estar previstos para interrumpir toda corriente de sobrecarga en los conductores del circuito antes de que pueda provocar un calentamiento perjudicial al aislamiento, a las conexiones, a las extremidades o al medio ambiente en las canalizaciones.

El límite de intensidad de corriente admisible en un conductor ha de quedar en todo caso garantizado por el dispositivo de protección utilizado.

Como dispositivos de protección contra sobrecargas serán utilizados los fusibles calibrados de características de funcionamiento adecuadas o los interruptores automáticos con curva térmica de corte.

### Protección contra cortocircuitos

Deben preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de cortocircuito antes de que esta pueda resultar peligrosa debido a los efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones.

En el origen de todo circuito se establecerá un dispositivo de protección contra cortocircuitos cuya capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación.

Se admiten como dispositivos de protección contra cortocircuitos los fusibles de características de funcionamiento adecuadas y los interruptores automáticos con sistema de corte electromagnético.

### Situación y composición

En general, los dispositivos destinados a la protección de los circuitos se instalarán en el origen de éstos, así como en los puntos en que la intensidad admisible disminuya por cambios debidos a sección, condiciones de instalación, sistema de ejecución, o tipo de conductores utilizados.

### Normas aplicables

#### Pequeños interruptores automáticos (PIA)

Los interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobrecargas se ajustarán a la norma UNE-EN 60-898. Esta norma se aplica a los interruptores automáticos con corte al aire, de tensión asignada hasta 440 V (entre fases), intensidad asignada hasta 125 A y poder de corte nominal no superior a 25000 A.

Los valores normalizados de las tensiones asignadas son:

- 230 V Para los interruptores automáticos unipolares y bipolares.
- 230/400 V Para los interruptores automáticos unipolares.
- 400 V Para los interruptores automáticos bipolares, tripolares y tetrapolares.

Los valores 240 V, 240/415 V y 415 V respectivamente, son también valores normalizados.

Los valores preferenciales de las intensidades asignadas son: 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100 y 125 A.

El poder de corte asignado será: 1500, 3000, 4500, 6000, 10000 y por encima 15000, 20000 y 25000 A.

La característica de disparo instantáneo de los interruptores automáticos vendrá determinada por su curva: B, C o D.

Cada interruptor debe llevar visible, de forma indeleble, las siguientes indicaciones:

- La corriente asignada sin el símbolo A precedido del símbolo de la característica de disparo instantáneo (B,C o D) por ejemplo B16.
- Poder de corte asignado en amperios, dentro de un rectángulo, sin indicación del símbolo de las unidades.
- Clase de limitación de energía, si es aplicable.

Los bornes destinados exclusivamente al neutro, deben estar marcados con la letra "N".

#### Interruptores automáticos de baja tensión

Los interruptores automáticos de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas, los métodos de fabricación y el empleo previsto de los interruptores automáticos.

Cada interruptor automático debe estar marcado de forma indeleble en lugar visible con las siguientes indicaciones:

- Intensidad asignada ( $I_n$ ).
- Capacidad para el seccionamiento, si ha lugar.
- Indicaciones de las posiciones de apertura y de cierre respectivamente por O y | si se emplean símbolos.

También llevarán marcado, aunque no sea visible en su posición de montaje, el símbolo de la naturaleza de corriente en que hayan de emplearse, y el símbolo que indique las características de desconexión, o en su defecto, irán acompañados de las curvas de desconexión.

### Fusibles

Los fusibles de baja tensión se ajustarán a la norma UNE-EN 60-269-1:1998.

Esta norma se aplica a los fusibles con cartuchos fusibles limitadores de corriente, de fusión encerrada y que tengan un poder de corte igual o superior a 6 kA. Destinados a asegurar la protección de circuitos, de corriente alterna y frecuencia industrial, en los que la tensión asignada no sobrepase 1000 V, o los circuitos de corriente continua cuya tensión asignada no sobrepase los 1500 V.

Los valores de intensidad para los fusibles expresados en amperios deben ser: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1000, 1250.

Deberán llevar marcada la intensidad y tensión nominales de trabajo para las que han sido construidos.

### Interruptores con protección incorporada por intensidad diferencial residual

Los interruptores automáticos de baja tensión con dispositivos reaccionantes bajo el efecto de intensidades residuales se ajustarán al anexo B de la norma UNE-EN 60-947-2: 1996.

Esta norma se aplica a los interruptores automáticos cuyos contactos principales están destinados a ser conectados a circuitos cuya tensión asignada no sobrepasa 1000 V en corriente alterna o 1500 V en corriente continua. Se aplica cualesquiera que sean las intensidades asignadas

Los valores preferentes de intensidad diferencial residual de funcionamiento asignada son: 0.006A, 0.01A, 0.03A, 0.1A, 0.3A, 0.5A, 1A, 3A, 10A, 30A.

### Características principales de los dispositivos de protección

Los dispositivos de protección cumplirán las condiciones generales siguientes:

- Deberán poder soportar la influencia de los agentes exteriores a que estén sometidos, presentando el grado de protección que les corresponda de acuerdo con sus condiciones de instalación.
- Los fusibles irán colocados sobre material aislante incombustible y estarán construidos de forma que no puedan proyectar metal al fundirse. Permitirán su recambio de la instalación bajo tensión sin peligro alguno.

- Los interruptores automáticos serán los apropiados a los circuitos a proteger, respondiendo en su funcionamiento a las curvas intensidad - tiempo adecuadas. Deberán cortar la corriente máxima del circuito en que estén colocadas, sin dar lugar a la formación de arco permanente, abriendo o cerrando los circuitos, sin posibilidad de tomar una posición intermedia entre las correspondientes a las de apertura y cierre. Cuando se utilicen para la protección contra cortocircuitos, su capacidad de corte estará de acuerdo con la intensidad de cortocircuito que pueda presentarse en el punto de su instalación, salvo que vayan asociados con fusibles adecuados que cumplan este requisito, y que sean de características coordinadas con las del interruptor automático.
- Los interruptores diferenciales deberán resistir las corrientes de cortocircuito que puedan presentarse en el punto de su instalación, y de lo contrario deberán estar protegidos por fusibles de características adecuadas.

#### Protección contra sobretensiones de origen atmosférico

Según lo indicado en la Instrucción ITC BT 23 en su apartado 3.2:

Cuando una instalación se alimenta por, o incluye, una línea aérea con conductores desnudos o aislados, se considera necesaria una protección contra sobretensiones de origen atmosférico en el origen de la instalación.

El nivel de sobretensiones puede controlarse mediante dispositivos de protección contra las sobretensiones colocados en las líneas aéreas (siempre que estén suficientemente próximos al origen de la instalación) o en la instalación eléctrica del edificio.

Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico deben seleccionarse de forma que su nivel de protección sea inferior a la tensión soportada a impulso de la categoría de los equipos y materiales que se prevé que se vayan a instalar.

En redes TT, los descargadores se conectarán entre cada uno de los conductores, incluyendo el neutro o compensador y la tierra de la instalación.

#### Protección contra contactos directos e indirectos

Los medios de protección contra contactos directos e indirectos en instalación se ejecutarán siguiendo las indicaciones detalladas en la Instrucción ITC BT 24, y en la Norma UNE 20.460 -4-41.

La protección contra contactos directos consiste en tomar las medidas destinadas a proteger las personas contra los peligros que pueden derivarse de un contacto con las partes activas de los materiales eléctricos.

Los medios a utilizar son los siguientes:

- Protección por aislamiento de las partes activas.
- Protección por medio de barreras o envolventes.
- Protección por medio de obstáculos.
- Protección por puesta fuera de alcance por alejamiento.
- Protección complementaria por dispositivos de corriente diferencial residual.

Se utilizará el método de protección contra contactos indirectos por corte de la alimentación en caso de fallo, mediante el uso de interruptores diferenciales.

La corriente a tierra producida por un solo defecto franco debe hacer actuar el dispositivo de corte en un tiempo no superior a 5 s.

Una masa cualquiera no puede permanecer en relación a una toma de tierra eléctricamente distinta, a un potencial superior, en valor eficaz, a:

- 24 V en los locales o emplazamientos húmedos o mojados.
- 50 V en los demás casos.

Todas las masas de una misma instalación deben estar unidas a la misma toma de tierra. Como dispositivos de corte por intensidad de defecto se emplearán los interruptores diferenciales.

## 2.5. INSTALACIONES EN CUARTOS DE BAÑO O ASEO

La instalación se ejecutará según lo especificado en la Instrucción ITC BT 27.

Para las instalaciones en cuartos de baño o aseo se tendrán en cuenta los siguientes volúmenes y prescripciones:

- VOLUMEN 0: Comprende el interior de la bañera o ducha. En un lugar que contenga una ducha sin plato, el volumen 0 está delimitado por el suelo y por un plano horizontal a 0,05 m por encima del suelo.
- VOLUMEN 1: Está limitado por el plano horizontal superior al volumen 0, es decir, por encima de la bañera, y el plano horizontal situado a 2,25 metros por encima del suelo. El plano vertical que limita al volumen 1 es el plano vertical alrededor de la bañera o ducha.
- VOLUMEN 2: Está limitado por el plano vertical tangente a los bordes exteriores de la bañera y el plano vertical paralelo situado a una distancia de 0,6 m; y entre el suelo y plano horizontal situado a 2,25 m por encima del suelo.
- VOLUMEN 3: Está limitado por el plano vertical límite exterior del volumen 2 y el plano vertical paralelo situado a una distancia de éste de 2,4 metros. El volumen 3 está comprendido entre el suelo y una altura de 2,25 m.

Para el volumen 0 el grado de protección necesario será el IPX7, y no está permitida la instalación de mecanismos.

En el volumen 1, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los equipos de bañeras de hidromasaje y en baños comunes en los que se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Podrán ser instalados aparatos fijos como calentadores de agua, bombas de ducha y equipo eléctrico para bañeras de hidromasaje que cumplan con su norma aplicable, si su alimentación está protegida adicionalmente con un dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 2, el grado de protección habitual será IPX4, se utilizará el grado IPX2 por encima del nivel más alto de un difusor fijo, y el IPX5 en los baños comunes en los que se puedan producir chorros durante su limpieza. Se permite la instalación de bloques de alimentación de afeitadoras que cumplan con la UNE EN 60.742 o UNE EN 61558-2-5. Se podrán instalar también todos los aparatos permitidos en el volumen 1, luminarias, ventiladores, calefactores, y unidades móviles de hidromasaje que cumplan con su normativa aplicable, y que además estén protegidos con un diferencial de valor no superior a 30 mA.

En el volumen 3 el grado de protección necesario será el IPX5, en los baños comunes cuando se puedan producir chorros de agua durante su limpieza. Se podrán instalar bases y aparatos protegidos por dispositivo de corriente diferencial de valor no superior a 30 mA.

## **2.6. RED EQUIPOTENCIAL**

Se realizará una conexión equipotencial entre las canalizaciones metálicas existentes (agua fría, caliente, desagüe, calefacción, gas, etc.) y las masas de los aparatos sanitarios metálicos y todos los demás elementos conductores accesibles, tales como marcos metálicos de puertas, radiadores, etc. El conductor que asegure esta protección deberá estar preferentemente soldado a las canalizaciones o a los otros elementos conductores, o si no, fijado solidariamente a los mismos por collares u otro tipo de sujeción apropiado a base de metales no férreos, estableciendo los contactos sobre partes metálicas sin pintura. Los conductores de protección de puesta a tierra, cuando existan, y de conexión equipotencial deben estar conectados entre sí. La sección mínima de este último estará de acuerdo con lo dispuesto en la Instrucción ITC-BT-19 para los conductores de protección.

## **2.7. INSTALACIÓN DE PUESTA A TIERRA**

Estará compuesta de toma de tierra, conductores de tierra, borne principal de tierra y conductores de protección. Se llevarán a cabo según lo especificado en la Instrucción ITC-BT-18.

### Naturaleza y secciones mínimas

Los materiales que aseguren la puesta a tierra serán tales que:

El valor de la resistencia de puesta a tierra esté conforme con las normas de protección y de funcionamiento de la instalación, teniendo en cuenta los requisitos generales indicados en la ITC-BT-24 y los requisitos particulares de las Instrucciones Técnicas aplicables a cada instalación.

Las corrientes de defecto a tierra y las corrientes de fuga puedan circular sin peligro, particularmente desde el punto de vista de solicitaciones térmicas, mecánicas y eléctricas.

En todos los casos los conductores de protección que no formen parte de la canalización de alimentación serán de cobre con una sección al menos de: 2,5 mm<sup>2</sup> si disponen de protección mecánica y de 4 mm<sup>2</sup> si no disponen de ella.

Las secciones de los conductores de protección, y de los conductores de tierra están definidas en la Instrucción ITC-BT-18.

#### Tendido de los conductores

Los conductores de tierra enterrados tendidos en el suelo se considera que forman parte del electrodo. El recorrido de los conductores de la línea principal de tierra, sus derivaciones y los conductores de protección, será lo más corto posible y sin cambios bruscos de dirección. No estarán sometidos a esfuerzos mecánicos y estarán protegidos contra la corrosión y el desgaste mecánico.

#### Conexiones de los conductores de los circuitos de tierra con las partes metálicas y masas y con los electrodos

Los conductores de los circuitos de tierra tendrán un buen contacto eléctrico tanto con las partes metálicas y masas que se desea poner a tierra como con el electrodo. A estos efectos, las conexiones deberán efectuarse por medio de piezas de empalme adecuadas, asegurando las superficies de contacto de forma que la conexión sea efectiva por medio de tornillos, elementos de compresión, remaches o soldadura de alto punto de fusión. Se prohíbe el empleo de soldaduras de bajo punto de fusión tales como estaño, plata, etc.

Los circuitos de puesta a tierra formarán una línea eléctricamente continua en la que no podrán incluirse en serie ni masas ni elementos metálicos cualesquiera que sean éstos. La conexión de las masas y los elementos metálicos al circuito de puesta a tierra se efectuará siempre por medio del borne de puesta a tierra. Los contactos deben disponerse limpios, sin humedad y en forma tal que no sea fácil que la acción del tiempo destruya por efectos electroquímicos las conexiones efectuadas.

Deberá preverse la instalación de un borne principal de tierra, al que irán unidos los conductores de tierra, de protección, de unión equipotencial principal y en caso de que fuesen necesarios, también los de puesta a tierra funcional.

#### Prohibición de interrumpir los circuitos de tierra

Se prohíbe intercalar en circuitos de tierra seccionadores, fusibles o interruptores. Sólo se permite disponer un dispositivo de corte en los puntos de puesta a tierra, de forma que permita medir la resistencia de la toma de tierra.

## **2.8. ALUMBRADO**

#### Alumbrados especiales

Los puntos de luz del alumbrado especial deberán repartirse entre, al menos, dos líneas diferentes, con un número máximo de 12 puntos de luz por línea, estando protegidos dichos circuitos por interruptores automáticos de 10 A de intensidad nominal como máximo.

Las canalizaciones que alimenten los alumbrados especiales se dispondrán a 5 cm como mínimo de otras canalizaciones eléctricas cuando se instalen sobre paredes o empotradas en ellas, y cuando se instalen en huecos de la construcción estarán separadas de ésta por tabiques incombustibles no metálicos.

Deberán ser provistos de alumbrados especiales los siguientes locales:

- Con alumbrado de emergencia: Los locales de reunión que puedan albergar a 100 personas o más, los locales de espectáculos y los establecimientos sanitarios, los establecimientos cerrados y cubiertos para más de 5 vehículos, incluidos los pasillos y escaleras que conduzcan al exterior o hasta las zonas generales del edificio.
- Con alumbrado de señalización: Los estacionamientos subterráneos de vehículos, teatros y cines en sala oscura, grandes establecimientos comerciales, casinos, hoteles, establecimientos sanitarios y cualquier otro local donde puedan producirse aglomeraciones de público en horas o lugares en que la iluminación natural de luz solar no sea suficiente para proporcionar en el eje de los pasos principales una iluminación mínima de 1 lux.
- Con alumbrado de reemplazamiento: En quirófanos, salas de cura y unidades de vigilancia intensiva de establecimientos sanitarios.

#### Alumbrado general

Las redes de alimentación para puntos de luz con lámparas o tubos de descarga deberán estar previstas para transportar una carga en voltamperios al menos igual a 1.8 veces la potencia en vatios de las lámparas o tubos de descarga que alimenta. El conductor neutro tendrá la misma sección que los de fase.

Si se alimentan con una misma instalación lámparas de descarga y de incandescencia, la potencia a considerar en voltamperios será la de las lámparas de incandescencia más 1.8 veces la de las lámparas de descarga.

Deberá corregirse el factor de potencia de cada punto de luz hasta un valor mayor o igual a 0.90, y la caída máxima de tensión entre el origen de la instalación y cualquier otro punto de la instalación de alumbrado, será menor o igual que 3%.

Los receptores consistentes en lámparas de descarga serán accionados por interruptores previstos para cargas inductivas, o en su defecto, tendrán una capacidad de corte no inferior al doble de la intensidad del receptor. Si el interruptor acciona a la vez lámparas de incandescencia, su capacidad de corte será, como mínimo, la correspondiente a la intensidad de éstas más el doble de la intensidad de las lámparas de descarga.

En instalaciones para alumbrado de locales donde se reuna público, el número de líneas deberá ser tal que el corte de corriente en una cualquiera de ellas no afecte a más de la tercera parte del total de lámparas instaladas en dicho local.

## **3. PRUEBAS REGLAMENTARIAS**

### **3.1. COMPROBACIÓN DE LA PUESTA A TIERRA**

La instalación de toma de tierra será comprobada por los servicios oficiales en el momento de dar de alta la instalación. Se dispondrá de al menos un punto de puesta a tierra accesible para poder realizar la medición de la puesta a tierra.

### **3.2. RESISTENCIA DE AISLAMIENTO**

Las instalaciones eléctricas deberán presentar una resistencia de aislamiento, expresada en ohmios, por lo menos igual a  $1000xU$ , siendo U la tensión máxima de servicio expresada en voltios, con un mínimo de 250.000 ohmios.

El aislamiento de la instalación eléctrica se medirá con relación a tierra y entre conductores, mediante la aplicación de una tensión continua suministrada por un generador que proporcione en vacío una tensión comprendida entre 500 y 1000 V y, como mínimo, 250 V con una carga externa de 100.000 ohmios.

## **4. CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD**

La propiedad recibirá a la entrega de la instalación, planos definitivos del montaje de la instalación, valores de la resistencia a tierra obtenidos en las mediciones, y referencia del domicilio social de la empresa instaladora.

No se podrá modificar la instalación sin la intervención de un Instalador Autorizado o Técnico Competente, según corresponda.

Cada cinco años se comprobarán los dispositivos de protección contra cortocircuitos, contactos directos e indirectos, así como sus intensidades nominales en relación con la sección de los conductores que protegen.

Las instalaciones del garaje serán revisadas anualmente por instaladores autorizados libremente elegidos por los propietarios o usuarios de la instalación. El instalador extenderá un boletín de reconocimiento de la indicada revisión, que será entregado al propietario de la instalación, así como a la delegación correspondiente del Ministerio de Industria y Energía.

Personal técnicamente competente comprobará la instalación de toma de tierra en la época en que el terreno esté más seco, reparando inmediatamente los defectos que pudieran encontrarse.

## **5. CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN**

Al finalizar la ejecución, se entregará en la Delegación del Ministerio de Industria correspondiente el Certificado de Fin de Obra firmado por un técnico competente y visado por el Colegio profesional correspondiente, acompañado del boletín o boletines de instalación firmados por un Instalador Autorizado.

## **6. LIBRO DE ÓRDENES**

La dirección de la ejecución de los trabajos de instalación será llevada a cabo por un técnico competente, que deberá cumplimentar el Libro de Órdenes y Asistencia, en el que reseñará las incidencias, órdenes y asistencias que se produzcan en el desarrollo de la obra.

Soria, junio de 2024

Fdo:

Alumno: Alonso Sanz Tejedor



# **DOCUMENTO Nº 4: ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD**

**ÍNDICE DE CONTENIDOS:**

|                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD .....</b> | <b>4</b>  |
| <b>2. DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA .....</b>             | <b>4</b>  |
| <b>3. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA.....</b>                        | <b>4</b>  |
| <b>3.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA.....</b>                         | <b>4</b>  |
| <b>3.2. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO .....</b>                     | <b>5</b>  |
| <b>3.2.1. DATOS DE LA OBRA .....</b>                           | <b>5</b>  |
| <b>3.2.2. REPLANTEO DE LA OBRA.....</b>                        | <b>5</b>  |
| <b>3.2.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO .....</b>         | <b>6</b>  |
| <b>3.2.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL .....</b>                     | <b>6</b>  |
| <b>3.2.5. ORGANIZACIÓN.....</b>                                | <b>6</b>  |
| <b>3.2.6. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS .....</b>                     | <b>7</b>  |
| <b>3.2.7. SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS.....</b>                    | <b>7</b>  |
| <b>3.2.8. PLAZO DE EJECUCIÓN .....</b>                         | <b>7</b>  |
| <b>3.2.9. RECEPCIÓN PROVISIONAL .....</b>                      | <b>8</b>  |
| <b>3.2.10. PERIODO DE GARANTÍA.....</b>                        | <b>8</b>  |
| <b>3.2.11. RECEPCIÓN DEFINITIVA .....</b>                      | <b>8</b>  |
| <b>3.2.12. DISPOSICIÓN FINAL .....</b>                         | <b>9</b>  |
| <b>4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES .....</b>            | <b>9</b>  |
| <b>4.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES.....</b>                     | <b>9</b>  |
| <b>4.1.1. CASCO DE SEGURIDAD.....</b>                          | <b>9</b>  |
| <b>4.1.2. PANTALLA-SOLDADURA DE CABEZA .....</b>               | <b>9</b>  |
| <b>4.1.3. GAFAS DE PROTECCIÓN.....</b>                         | <b>9</b>  |
| <b>4.1.4. MASCARILLA CONTRA PINTURA .....</b>                  | <b>9</b>  |
| <b>4.1.5. PROTECTOR AUDITIVO .....</b>                         | <b>9</b>  |
| <b>4.1.6. CINTURÓN DE SEGURIDAD CLASE A .....</b>              | <b>10</b> |
| <b>4.1.7. CINTURÓN DE SEGURIDAD CLASE C .....</b>              | <b>10</b> |
| <b>4.1.8. MONO DE TRABAJO.....</b>                             | <b>10</b> |
| <b>4.1.9. TRAJE IMPERMEABLE.....</b>                           | <b>10</b> |
| <b>4.1.10. GUANTES DE GOMA .....</b>                           | <b>10</b> |
| <b>4.1.11. GUANTES AISLANTES DE ELECTRICIDAD .....</b>         | <b>10</b> |
| <b>4.1.12. BOTAS DE SEGURIDAD CON PUNTERA REFORZADA .....</b>  | <b>10</b> |
| <b>4.1.13. BOTAS AISLANTES DE LA ELECTRICIDAD .....</b>        | <b>10</b> |
| <b>4.2. PROTECCIONES COLECTIVAS.....</b>                       | <b>10</b> |
| <b>4.3. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS .....</b>      | <b>11</b> |
| <b>4.3.1. BOTIQUINES .....</b>                                 | <b>11</b> |

|                                                   |    |
|---------------------------------------------------|----|
| 4.3.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS .....            | 12 |
| 4.3.3. CENTRO ASISTENCIAL MÉDICO MÁS PRÓXIMO..... | 12 |
| 5. UNIDADES DE OBRA.....                          | 12 |
| 5.1. MAQUINARIA PREVISTA PARA ESTA OBRA.....      | 13 |
| 6. SEGURIDAD APLICADA A LAS UNIDADES DE OBRA..... | 13 |
| 6.1. PROTECCIÓN PERSONAL.....                     | 13 |
| 6.2. RIESGOS MÁS FRECUENTES .....                 | 13 |
| 6.3. DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS .....          | 14 |

# 1. OBJETO DEL ESTUDIO BÁSICO DE SEGURIDAD Y SALUD

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud tiene por objeto dar cumplimiento a lo dispuesto en el Real Decreto 1.627/97, sobre disposiciones mínimas de Seguridad y Salud en las Obras de Construcción. Este Estudio Básico de Seguridad y Salud ampara el Proyecto Técnico de Instalación Fotovoltaica. En consecuencia, el presente estudio básico, contemplaremos las medidas de seguridad inherentes a la total ejecución de la obra.

## 2. DATOS Y CARACTERÍSTICAS DE LA OBRA

La instalación proyectada corresponde a una instalación fotovoltaica y se describe en el presente proyecto. El plazo de ejecución se ha estimado en 7 días. Se ha estimado un número máximo de 4 operarios de permanencia simultánea en la obra. Por lo cual, las instalaciones provisionales de obra han de estar previstas para una capacidad de 4 operarios.

## 3. DESCRIPCIÓN CONSTRUCTIVA

### 3.1. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

La instalación eléctrica se realizará con los circuitos y potencias que se especifican en la memoria del proyecto. El objeto de este estudio afecta a únicamente instalaciones eléctricas, por lo que se observará lo descrito a continuación.

Mientras los operarios trabajen en circuitos o equipos en tensión o en su proximidad, usarán ropa sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal; los metros, reglas, mangos de aceiteros, útiles limpiadores, etc. que se utilicen no deben ser de material conductor.

Se llevarán las herramientas o equipos en bolsas y se utilizará calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

El personal de la Contrata viene obligado a usar todos los dispositivos y medios de protección personal, herramientas y prendas de seguridad exigida para eliminar o reducir los riesgos profesionales tales como casco, gafas, banqueta aislante, etc. pudiendo el Director de Obra suspender los trabajos, si estima que el personal de la Contrata está expuesto a peligros que son corregibles.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista, ordenándolo por escrito, el cese en la obra de cualquier empleado u obrero que, por imprudencia temeraria, fuera capaz de producir accidentes que hicieran peligrar la integridad física del propio trabajador o de sus compañeros.

El Director de Obra podrá exigir del Contratista en cualquier momento, antes o después de la iniciación de los trabajos, que presente los documentos acreditativos de haber formalizado los regímenes de Seguridad Social de todo tipo (afiliación, accidente, enfermedad, etc.) en la forma legalmente establecida.

El Contratista deber tomar todas las precauciones máximas en todas las operaciones y usos de equipos para proteger a las personas, animales y cosas de los peligros procedentes del trabajo siendo de su cuenta las responsabilidades que por tales accidentes se ocasionen.

El Contratista mantendrá póliza de Seguros que proteja suficientemente a él y a sus empleados u obreros frente a las responsabilidades por daños, responsabilidad civil, etc. en que uno y otro pudieran incurrir para con el Contratista o para terceros, como consecuencia de la ejecución de los trabajos.

## **3.2. ORGANIZACIÓN DEL TRABAJO**

El Contratista ordenar los trabajos en la forma más eficaz para la perfecta ejecución de los mismos y las obras se realizarán siempre siguiendo las indicaciones del Director de Obra, al amparo de las condiciones siguientes:

### **3.2.1. DATOS DE LA OBRA**

Se entregará al Contratista una copia de los planos y pliegos de condiciones del Proyecto, así como cuantos planos o datos necesite para la completa ejecución de la Obra.

El Contratista podrá tomar nota o sacar copia para su costa de la Memoria, Presupuesto y Anexos del Proyecto, así como segundas copias de todos los documentos.

El Contratista se hace responsable de la buena conservación de los originales de donde obtenga las copias, los cuales serán devueltos al Director de Obra después de su utilización.

Por otra parte, en un plazo máximo de dos meses, después de la terminación de los trabajos, el Contratista deberá actualizar los diversos planos y documentos existentes, de acuerdo con las características de la obra terminada, entregando al Director de Obra dos expedientes completos relativos a los trabajos realmente ejecutados.

No se harán por el Contratista alteraciones, correcciones, omisiones, adiciones o variaciones substanciales en los datos fijados en el Proyecto, salvo aprobación previa por escrito del Director de Obra.

### **3.2.2. REPLANTEO DE LA OBRA**

El Director de Obra, una vez que el Contratista esté en posesión del Proyecto y antes de comenzar las obras, deberá hacer el replanteo de las mismas, con especial atención en los puntos singulares, entregando al Contratista las referencias y datos necesarios para fijar completamente la ubicación de las mismas.

Se levantará por duplicado Acta, en la que constarán, claramente, los datos entregados, firmada por el Director de Obra y por el representante del Contratista. Los gastos de replanteo serán de cuenta del Contratista.

### **3.2.3. MEJORAS Y VARIACIONES DEL PROYECTO**

No se considerarán como mejoras ni variaciones del Proyecto más que aquellas que hayan sido ordenadas expresamente por escrito por el Director de Obra y convenido precio antes de proceder a su ejecución.

Las obras accesorias o delicadas, no incluidas en los precios de adjudicación, podrán ejecutarse con personal independiente del Contratista.

### **3.2.4. RECEPCIÓN DEL MATERIAL**

El Director de Obra de acuerdo con el Contratista dará a su debido tiempo su aprobación sobre el material suministrado y confirmar que permite una instalación correcta.

La vigilancia y conservación del material suministrado será por cuenta del Contratista.

### **3.2.5. ORGANIZACIÓN**

El Contratista actuará de patrono legal, aceptando todas las responsabilidades correspondientes y quedando obligado al pago de los salarios y cargas que legalmente estén establecidas, y en general, a todo cuanto se legisle, decrete u ordene sobre el particular antes o durante la ejecución de la obra.

Dentro de lo estipulado en el Pliego de Condiciones, la organización de la Obra, así como la determinación de la procedencia de los materiales que se empleen, estará a cargo del Contratista a quien corresponderá la responsabilidad de la seguridad contra accidentes.

El Contratista deberá, sin embargo, informar al Director de Obra de todos los planes de organización técnica de la Obra, así como de la procedencia de los materiales y cumplimentar cuantas órdenes le de éste en relación con datos extremos.

En las obras por administración el Contratista deberá dar cuenta diaria al Director de Obra de la admisión de personal, compra de materiales, adquisición o alquiler de elementos auxiliares y cuantos gastos haya de efectuar. Para los contratos de trabajo, compra de material o alquiler de elementos auxiliares, cuyos salarios, precios o cuotas sobrepasen en más de un 5 % de los normales en el mercado, solicitar la aprobación previa del Director de Obra, quien deber responder dentro de los ocho días siguientes a la petición, salvo casos de reconocida urgencia, en los que se dar cuenta posteriormente.

### **3.2.6. EJECUCIÓN DE LAS OBRAS**

Las obras se ejecutarán conforme al Proyecto y a las condiciones contenidas en este Pliego de Condiciones y en el Pliego Particular si lo hubiera y de acuerdo con las especificaciones señaladas en el de condiciones Técnicas.

El Contratista, salvo aprobación por escrito del Director de Obra, no podrán hacer ninguna alteración o modificación de cualquier naturaleza tanto en la ejecución de la obra en relación con el Proyecto como en las Condiciones Técnicas especificadas.

Igualmente ser de su exclusiva cuenta y cargo aquel personal ajeno al propiamente manual y que sea necesario para el control administrativo del mismo.

El Contratista deber tener al frente de los trabajos un técnico suficientemente especializado a juicio del Director de Obra.

### **3.2.7. SUBCONTRATACIÓN DE OBRAS**

Salvo que el contrato disponga lo contrario o que de su naturaleza y condiciones se deduzca que la Obra ha de ser ejecutada directamente por el adjudicatario, podrá éste concertar con terceros la realización de determinadas unidades de obra.

La celebración de los subcontratos estar sometida al cumplimiento de los siguientes requisitos:

a) Que se de conocimiento por escrito al Director de Obra del subcontrato a celebrar, con indicación de las partes de obra a realizar y sus condiciones económicas, a fin de que aquél lo autorice previamente.

b) Que las unidades de obra que el adjudicatario contrate con terceros no exceda del 50% del presupuestos total de la obra principal.

En cualquier caso, el Contratante no quedar vinculado en absoluto ni reconocer ninguna obligación contractual entre él y el subcontratista y cualquier subcontratación de obras no eximir al Contratista de ninguna de sus obligaciones respecto al Contratante.

### **3.2.8. PLAZO DE EJECUCIÓN**

Los plazos de ejecución, total y parciales, indicados en el contrato, se empezarán a contar a partir de la fecha de replanteo.

El Contratista estar obligado a cumplir con los plazos que se señalen en el contrato para la ejecución de las obras y que serán improrrogables.

No obstante, lo anteriormente indicado, los plazos podrán ser objeto de modificaciones cuando así resulte por cambios determinados por el Director de Obra debidos a exigencias de la realización de las obras y siempre que tales cambios influyan realmente en los plazos señalados en el contrato.

Si por cualquier causa, ajena por completo al Contratista, no fuera posible empezar los trabajos en la fecha prevista o tuvieran que ser suspendidos una vez empezados, se concederá por el Director de Obra, la prórroga estrictamente necesaria.

### **3.2.9. RECEPCIÓN PROVISIONAL**

Una vez terminadas las obras y a los quince días siguientes a la petición del Contratista se hará la recepción provisional de las mismas por el Contratante, requiriendo para ello la presencia del Director de Obra y del representante del Contratista, levantándose la correspondiente Acta, en la que se hará constar la conformidad con los trabajos realizados, si este es el caso. Dicho Acta será firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista, dándose la Obra por recibida si se ha ejecutado correctamente de acuerdo con las especificaciones dadas en el Pliego de Condiciones Técnicas y en el Proyecto correspondiente, comenzándose entonces a contar el plazo de garantía.

En el caso de no hallarse la Obra en estado de ser recibida, se hará constar así en el Acta y se darán al Contratista las instrucciones precisas y detalladas para remediar los defectos observados, fijándose un plazo de ejecución. Expirado dicho plazo, se hará un nuevo reconocimiento. Las obras de reparación serán por cuenta y a cargo del Contratista. Si el Contratista no cumpliera estas prescripciones podrá declararse rescindido el contrato con pérdida de la fianza.

La forma de recepción se indica en el Pliego de Condiciones Técnicas correspondiente.

### **3.2.10. PERIODO DE GARANTÍA**

El periodo de garantía será el señalado en el contrato y empezará a contar desde la fecha de aprobación del Acta de Recepción.

Hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el Contratista es responsable de la conservación de la Obra, siendo de su cuenta y cargo las reparaciones por defectos de ejecución o mala calidad de los materiales.

Durante este período, el Contratista garantizará al Contratante contra toda reclamación de terceros, fundada en causa y por ocasión de la ejecución de la Obra.

### **3.2.11. RECEPCIÓN DEFINITIVA**

Al terminar el plazo de garantía señalado en el contrato o en su defecto a los seis meses de la recepción provisional, se procederá a la recepción definitiva de las obras, con la concurrencia del Director de Obra y del representante del Contratista levantándose el Acta correspondiente, por duplicado (si las obras son conforme), que quedará firmada por el Director de Obra y el representante del Contratista y ratificada por el Contratante y el Contratista.

### **3.2.12. DISPOSICIÓN FINAL**

La concurrencia a cualquier Subasta, Concurso o Concurso-Subasta cuyo Proyecto incluya el presente Pliego de Condiciones Generales, presupone la plena aceptación de todas y cada una de sus cláusulas.

Se realizará una instalación completa de toma de tierra con el correspondiente conductor en cada circuito y que se conectará con el punto de puesta a tierra.

## **4. PREVENCIÓN DE RIESGOS PROFESIONALES**

### **4.1. PROTECCIONES INDIVIDUALES**

Siempre que exista homologación M.T., las protecciones personales utilizables se entenderán homologadas.

#### **4.1.1. CASCO DE SEGURIDAD**

Cuando exista posibilidad de golpe en la cabeza, o caída de objetos.

#### **4.1.2. PANTALLA-SOLDADURA DE CABEZA**

En trabajos de soldadura eléctrica.

#### **4.1.3. GAFAS DE PROTECCIÓN**

Para trabajos con posible proyección de partículas, protege solamente los ojos.

#### **4.1.4. MASCARILLA CONTRA PINTURA**

En aquellos trabajos en los que se forme una atmósfera nociva debido a la pulverización de la pintura. Poseerá filtro recambiable específico para el tipo de pintura que se emplee.

#### **4.1.5. PROTECTOR AUDITIVO**

En aquellos trabajos en que la formación del ruido sea excesivo.

#### **4.1.6. CINTURÓN DE SEGURIDAD CLASE A**

Para todos los trabajos con riesgo de caída de altura será de uso obligatorio. El operador de grúa torre y/o el del maquinillo lo anclará a lugar sólido de la estructura, nunca al propio aparato.

#### **4.1.7. CINTURÓN DE SEGURIDAD CLASE C**

Para uso durante los trabajos con riesgo material de caída desde alturas.

#### **4.1.8. MONO DE TRABAJO**

Para todo tipo de trabajos.

#### **4.1.9. TRAJE IMPERMEABLE**

Para días de lluvia o en zonas que existan filtraciones o salpicaduras.

#### **4.1.10. GUANTES DE GOMA**

Cuando se manejen hormigones, morteros, yesos u otras sustancias tóxicas formadas por aglomerantes hidráulicos.

#### **4.1.11. GUANTES AISLANTES DE ELECTRICIDAD**

Se utilizarán cuando se manejen circuitos eléctricos o máquinas que estén o tengan posibilidad de estar en tensión.

#### **4.1.12. BOTAS DE SEGURIDAD CON PUNTERA REFORZADA**

Se utilizarán cuando se manejen objetos pesados que puedan provocar aplastamientos en dedos de los pies.

#### **4.1.13. BOTAS AISLANTES DE LA ELECTRICIDAD**

Para uso de los electricistas.

### **4.2. PROTECCIONES COLECTIVAS**

El riesgo de caída desde altura se suprime mediante la utilización de andamios metálicos modulares, dispuestos en los perímetros de las fachadas. Las plataformas de trabajo serán metálicas de seguridad (30 × 30 cm).

Se instalarán señales de “STOP”, “Peligro indefinido” y “Peligro salida de camiones”, a la salida, a las distancias que marca el Código de la Circulación.

Para advertir de los riesgos y medidas preventivas se colocarán carteles indicativos de riesgos y cordón de balizamiento.

Para el acceso a las obras se confeccionarán rampas de madera de pino con un ancho mínimo de 60 cm.

Los huecos de las escaleras se protegerán con barandillas de seguridad formadas por mordaza “tipo sargento” y madera de pino.

Se instalarán extintores en diferentes puntos de la obra, junto a la puerta del almacén de productos inflamables.

La organización y vigilancia de la seguridad de la obra correrá a cargo del Vigilante de Seguridad, que en estrecho contacto con el Jefe de Obra, los Técnicos del Servicio de Seguridad e Higiene de la empresa adjudicataria de las obras, la Dirección Facultativa y en su momento el Comité de Seguridad e Higiene, arbitrarán cuantas medidas de seguridad, contenidas en este Estudio de Seguridad e Higiene sean desarrolladas en el Plan de Seguridad. Periódicamente revisará la obra dando cuenta de ello al Jefe de Obra para proceder a la toma de las medidas pertinentes.

### **4.3. MEDICINA PREVENTIVA Y PRIMEROS AUXILIOS**

La Empresa Constructora dispondrá de un Servicio Médico o Entidad Aseguradora para la atención de la medicina de la Empresa, la asistencia a los accidentados y demás funciones de su competencia.

#### **4.3.1. BOTIQUINES**

Debe existir un botiquín de obra, con armario en pared y con la dotación necesaria para primeros auxilios y curas según define el Artículo 43 de la D.G.S.H. para instalaciones sanitarias. La situación, contenido, etc... podrá modificarse de ordenarlo así el servicio médico. La dotación mínima del botiquín, se corresponderá con la siguiente relación:

- Agua oxigenada.
- Alcohol de 96°.
- Tintura de yodo.
- Mercurocromo.
- Amoníaco.
- Gas estéril.
- Algodón estéril.
- Algodón hidrófilo.
- Vendas.

- Esparadrapo.
- Antiespasmódicos y tónicos cardíacos de urgencia.
- Torniquetes.
- Bolsas de hielo para agua o hielo.
- Guantes esterilizados.
- Jeringuillas desechables.
- Termómetro clínico.
- Pinzas.
- Tijeras.

#### **4.3.2. ASISTENCIA A ACCIDENTADOS**

En caso necesario se avisará con la mayor urgencia a una ambulancia para que proceda al traslado del accidentado.

Se dispondrá en lugar visible para todos (oficinas de obra o vestuarios) el nombre del centro asistencial al que acudir en caso de accidente, la distancia existente entre éste y la obra, y el itinerario más adecuado para acudir al mismo quedará definido en cuanto a formato y redacción en el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo.

#### **4.3.3. CENTRO ASISTENCIAL MÉDICO MÁS PRÓXIMO**

Los centros asistenciales más próximos son:

- Hospital Santa Bárbara. Distancia a la obra aproximadamente 1 km. Tiempo máximo de vehículo 2 minutos.

## **5. UNIDADES DE OBRA**

Teniendo en cuenta lo claramente ligadas que están las unidades de obra entre sí, la seguridad aplicada a las distintas unidades se generaliza en los siguientes apartados, los cuales recogen con suficiente precisión la Normativa a aplicar:

- 1.- Acondicionamiento del terreno y estructuras.
- 2.- Saneamiento.
- 3.- Arquitectura y cubiertas.
- 4.- Instalaciones.
- 5.- Instalaciones Provisionales de obra.
- 6.- Prevención de incendios.

## **5.1. MAQUINARIA PREVISTA PARA ESTA OBRA**

- Andamios sobre borriquetas
- Andamios metálicos tubulares
- Escaleras de mano metálicas
- Plataforma de soldador en altura (cesta de soldador)
- Puntales
- Andamios metálicos sobre ruedas
- Camión hormigonera
- Bomba para hormigón autopropulsada
- Camión grúa
- Dumper para movimiento de tierras
- Camión de Transporte
- Retroexcavadora sobre ruedas
- Mesa de sierra circular
- Soldadura por arco eléctrico

## **6. SEGURIDAD APLICADA A LAS UNIDADES DE OBRA**

### **6.1. PROTECCIÓN PERSONAL**

- Casco homologado en todo momento.
- Guantes de cuero para el manejo de medios auxiliares.
- Mono de trabajo.
- Botas de agua.
- Trajes de agua.

### **6.2. RIESGOS MÁS FRECUENTES**

- Golpes contra objetos y atrapamientos.
- Caídas de objetos.
- Caídas de personas al mismo o distinto nivel.

- Heridas punzantes en pies y manos.
- Hundimientos.
- Cortes en manos.
- Afecciones de la piel.
- Oculares por la presencia de elementos extremos en aserrados de madera, etc.
- Electroclusiones, debido a conexiones defectuosas, mal realizados, falta de disyuntor diferencial y toma de tierra, etc.
- Pinchazos, producidos por alambres o hierros.
- Proyección de partículas.

### **6.3. DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS**

Para los trabajos específicos cuya ejecución se asimile a otros comprendidos en los capítulos precedentes, se aplicará la metodología y especificaciones que se detallan en los apartados que correspondan. Será responsabilidad del encargado de seguridad de la obra el cumplimiento de las normas citadas y la observación de cuantas medidas de seguridad hay que tomar en el transcurso de la ejecución del presente proyecto. El promotor exigirá a la empresa instaladora la realización del correspondiente plan de seguridad.

Soria, junio de 2024

Fdo:

Alumno: Alonso Sanz Tejedor



# **DOCUMENTO Nº 5: PRESUPUESTO**

| <b>CAPÍTULO 1: PANELES E INVERSORES</b> |     |       |                                |            |             |
|-----------------------------------------|-----|-------|--------------------------------|------------|-------------|
| ID.                                     | UD. | CANT. | DESCRIPCIÓN                    | IMPORTE    |             |
|                                         |     |       |                                | UNITARIO   | TOTAL       |
| 1.1.                                    | Ud. | 60    | Panel JA SOLAR JAM72S20-460/MR | 189,90 €   | 11.394,00 € |
| 1.2.                                    | Ud. | 1     | Inversor Huawei SUN2000-30KTL  | 2.800,00 € | 2.800,00 €  |
| 1.3.                                    | Ud. | 1     | Smart Logger 3000 A            | 750,00 €   | 750,00 €    |

**SUBTOTAL CAPÍTULO 1: 14.944,00 €**

| <b>CAPÍTULO 2: CABLEADO, CAJAS Y PROTECCIONES</b> |     |       |                                |            |            |
|---------------------------------------------------|-----|-------|--------------------------------|------------|------------|
| ID.                                               | UD. | CANT. | DESCRIPCIÓN                    | IMPORTE    |            |
|                                                   |     |       |                                | UNITARIO   | TOTAL      |
| 2.1.                                              | Ud. | 1     | Cableado, cajas y protecciones | 2.437,00 € | 2.437,00 € |
| 2.2.                                              | Ud. | 1     | Cuadro de protecciones C.C.    | 350,00 €   | 350,00 €   |
| 2.3.                                              | Ud. | 1     | Cuadros Protección C.A.        | 500,00 €   | 500,00 €   |

**SUBTOTAL CAPÍTULO 2: 3.287,00 €**

| <b>CAPÍTULO 3: ESTRUCTURAS FIJAS</b> |     |       |                   |          |            |
|--------------------------------------|-----|-------|-------------------|----------|------------|
| ID.                                  | UD. | CANT. | DESCRIPCIÓN       | IMPORTE  |            |
|                                      |     |       |                   | UNITARIO | TOTAL      |
| 3.1.                                 | Ud. | 12    | Estructuras fijas | 130,00 € | 1.560,00 € |

**SUBTOTAL CAPÍTULO 3: 1.560,00 €**

| <b>CAPÍTULO 4: COMUNICACIÓN Y MONITORIZACIÓN</b> |     |       |                                  |          |        |
|--------------------------------------------------|-----|-------|----------------------------------|----------|--------|
| ID.                                              | UD. | CANT. | DESCRIPCIÓN                      | IMPORTE  |        |
|                                                  |     |       |                                  | UNITARIO | TOTAL  |
| 4.1.                                             | Ud. | 1     | S. de Comunicación Ethernet      | 0,00 €   | 0,00 € |
| 4.2.                                             | Ud. | 1     | Software para obtención de datos | 0,00 €   | 0,00 € |

**SUBTOTAL CAPÍTULO 4: 0,00 €**

| <b>CAPÍTULO 5: MANO DE OBRA E INSTALACIÓN</b> |     |       |                                                   |            |            |
|-----------------------------------------------|-----|-------|---------------------------------------------------|------------|------------|
| ID.                                           | UD. | CANT. | DESCRIPCIÓN                                       | IMPORTE    |            |
|                                               |     |       |                                                   | UNITARIO   | TOTAL      |
| 5.1.                                          | Ud. | 1     | Mano de obra montaje, trabajadores especializados | 3.500,00 € | 3.500,00 € |

**SUBTOTAL CAPÍTULO 5: 3.500,00 €**

|                                                      |                   |
|------------------------------------------------------|-------------------|
| <b>Total presupuesto de ejecución material</b>       | <b>23.291 €</b>   |
| IVA (21%)                                            | 4.891,11 €        |
| <b>Presupuesto de ejecución por contrata con IVA</b> | <b>28.182,11€</b> |

El presupuesto de ejecución por contrata con IVA asciende a la cantidad de **VEINTIOCHO MIL CIENTO OCHENTA Y DOS EUROS Y ONCE CÉNTIMOS.**

Soria, junio de 2024

Fdo:

Alumno: Alonso Sanz Tejedor