

UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE

ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ELCHE

GRADO EN INGENIERÍA ELECTRÓNICA
Y AUTOMÁTICA INDUSTRIAL



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Biblioteca

“DIMENSIONAMIENTO Y DISEÑO DE
DIVERSOS ESCENARIOS EN UNA
INSTALACIÓN SOLAR
FOTOVOLTAICA PARA UNA
VIVIENDA UNIFAMILIAR EN
VALVERDE, ELCHE”

TRABAJO FIN DE GRADO

Marzo – 2025

AUTOR: Raúl Soto Liborio

DIRECTOR: Sergio Valero Verdú

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
1.1. OBJETIVOS.....	5
1.2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE	6
1.3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN	7
1.3.1. UBICACIÓN DE LA VIVIENDA Y ENTORNO	9
1.3.2. ANÁLISIS DE LOS TEJADOS DISPONIBLES.....	9
1.4. DESCRIPCIÓN DE POSIBLES ESCENARIOS EN UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA	10
1.4.1. ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE LA VIVIENDA	11
1.4.2. OPCIONES DE CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN	12
1.4.2.1. ESTRUCTURA PARA LOS MÓDULOS.....	12
1.4.2.2. ESCENARIO 1: INSTALACIÓN DE 2,325 kWp	13
1.4.2.2.1. ANÁLISIS GENERACIÓN FOTOVOLTAICA.....	15
1.4.2.2.2. MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	15
1.4.2.2.3. INVERSOR.....	16
1.4.2.2.4. BATERÍA (OPCIONAL).....	16
1.4.2.3. ESCENARIO 2: INSTALACIÓN DE 3 kWp	17
1.4.2.3.1. ANÁLISIS GENERACIÓN FOTOVOLTAICA.....	18
1.4.2.3.2. MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	18
1.4.2.3.3. INVERSOR.....	19
1.4.2.3.4. BATERÍA (OPCIONAL).....	20
1.4.2.4. ESCENARIO 3: INSTALACIÓN AISLADA DE LA RED.....	21
1.4.2.4.1. ANÁLISIS GENERACIÓN FOTOVOLTAICA.....	21
1.4.2.4.2. MÓDULO FOTOVOLTAICO.....	22
1.4.2.4.3. INVERSOR.....	22
1.4.2.4.4. BATERÍA.....	23

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	24
2.1. JUSTIFICACIÓN ELECCIÓN DEL TEJADO	24
2.2. CÁLCULOS DE LA ISF DE 2,325 kWp	26
2.2.1. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN DIARIA PROMEDIO	26
2.2.2. DIMENSIONAMIENTO DEL CABLEADO	32
2.2.3. JUSTIFICACIÓN ELECCIÓN DEL INVERSOR.....	39
2.2.4. JUSTIFICACIÓN USO DE BATERÍAS Y SU CAPACIDAD	41
2.3. CÁLCULOS DE LA ISF DE 3 kWp	47
2.3.1. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN DIARIA PROMEDIO	47
2.3.2. DIMENSIONAMIENTO DEL CABLEADO	48
2.3.3. JUSTIFICACIÓN ELECCIÓN DEL INVERSOR.....	52
2.3.4. JUSTIFICACIÓN USO DE BATERÍAS Y SU CAPACIDAD	53
2.4. CÁLCULOS DE LA ISF AISLADA DE RED.....	58
2.4.1. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN DIARIA PROMEDIO	58
2.4.2. DIMENSIONAMIENTO DEL CABLEADO	60
2.4.3. JUSTIFICACIÓN ELECCIÓN DEL INVERSOR.....	64
2.4.4. JUSTIFICACIÓN CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS	65
ANEXO I. ESTUDIO ECONÓMICO	72
1. INTRODUCCIÓN.....	72
2. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA	72
2.1. CÁLCULO DE GASTOS MENSUALES SIN LA ISF.....	72
2.2. ANÁLISIS ECONÓMICO ISF 2,325 kWp	74
2.2.1. CÁLCULO DE GASTOS MENSUALES SIN BATERÍAS	74
2.2.2. CÁLCULO DE GASTOS MENSUALES CON BATERÍAS	75
2.2.3. AHORRO ECONÓMICO	76
2.2.4. ANÁLISIS COMPENSACIÓN DE EXCEDENTES	77

2.2.5.	RENTABILIDAD USO DE BATERÍAS.....	78
2.2.6.	TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN.....	79
2.3.	ANÁLISIS ECONÓMICO ISF 3 kWp	81
2.3.1.	CÁLCULO DE GASTOS MENSUALES SIN BATERÍAS	81
2.3.2.	CÁLCULO DE GASTOS MENSUALES CON BATERÍAS	82
2.3.3.	AHORRO ECONÓMICO	83
2.3.4.	ANÁLISIS COMPENSACIÓN DE EXCEDENTES	83
2.3.5.	RENTABILIDAD USO DE BATERÍAS.....	85
2.3.6.	TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN.....	85
2.4.	ANÁLISIS ECONÓMICO ISF AISLADA DE RED	87
2.4.1.	TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN.....	87
3.	CONCLUSIONES.....	88
4.	BIBLIOGRAFÍA.....	90
ANEXO II. FICHAS TÉCNICAS.....		92
•	MÓDULO FOTOVOLTAICO JAM72S20-465/MR	
•	INVERSOR HUAWEI SUN2000-2KTL-L1	
•	BATERÍA HUAWEI LUNA2000-5-S0	
•	MÓDULO FOTOVOLTAICO EM600-PH-V1	
•	INVERSOR TENSITE AH3M-2	
•	BATERÍA L5000-LV-DC	
•	INVERSOR TENSITE AH4M-2	

1. INTRODUCCIÓN

El presente **Trabajo de Fin de Grado** consiste en el **diseño y dimensionamiento** de diversos escenarios de una **Instalación Solar Fotovoltaica (ISF)** para una **vivienda unifamiliar** ubicada en Valverde, Elche. Este estudio aborda de manera integral las distintas etapas necesarias para lograr una solución **energética autosuficiente, eficiente y sostenible**, teniendo en cuenta las características específicas de la ubicación y las necesidades energéticas de la vivienda.

En primer lugar, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de la **ubicación** y el **entorno** de la vivienda, considerando factores como la radiación solar y las condiciones climáticas locales. Además, se realizará un estudio detallado de la **demanda energética** del chalé, identificando los patrones de consumo a nivel diario, mensual y anual.

A partir de estos datos, se dimensionan los componentes clave del sistema, que incluyen **los paneles solares**, el **inversor**, el sistema de almacenamiento basado en **baterías**, si es necesario, y su **conexión**, garantizando que la instalación sea capaz de cubrir la mayor demanda energética que requerirá la vivienda de forma autónoma.

Posteriormente, se realizará un estudio de cada uno de los escenarios contemplados sobre la **generación fotovoltaica** de cada una de las instalaciones y como se han llegado a obtener dichos componentes del sistema.

Finalmente, se evaluarán las **ventajas económicas** de la instalación, incluyendo el **ahorro económico** a largo plazo y el **retorno de la inversión**, asimismo, se asegurará el cumplimiento de la **normativa vigente aplicable**.

1.1. OBJETIVOS

El objetivo principal es proporcionar diferentes **soluciones energéticas** para la vivienda, maximizando el aprovechamiento de la energía solar disponible en la ubicación y asegurando la autonomía energética. Esto permitirá **reducir** significativa o totalmente la **dependencia de fuentes externas de energía** y contribuir al **desarrollo sostenible** mediante el uso **de fuentes renovables**, para ello se deberán cumplir los siguientes objetivos:

- **Analizar los consumos energéticos** diarios, mensuales y anuales de la vivienda.

- **Calcular la potencia** necesaria de los **paneles solares** para cubrir las necesidades energéticas de la vivienda.
- **Estimar el número de módulos fotovoltaicos** requeridos según su eficiencia y capacidad nominal.
- Considerar el **sobredimensionamiento** necesario para cubrir pérdidas del sistema y posibles aumentos futuros de consumo.
- **Determinar la capacidad de almacenamiento en baterías** necesaria para garantizar autonomía energética en días nublados o de baja producción solar.
- **Diseñar el sistema de inversores** para convertir la corriente continua generada en los paneles solares en corriente alterna para la vivienda.
- **Estimar el coste total del sistema**, incluyendo paneles, baterías, inversores, instalación y mantenimiento.
- **Calcular el ahorro económico anual** esperado gracias a la reducción de consumo de energía externa.
- **Determinar el tiempo** necesario para **recuperar la inversión inicial** mediante los ahorros generados.

1.2. LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

1.2.1. Normativa nacional

1.2.1.1. Real Decreto 244/2019, de 5 de abril:

- Regula las condiciones administrativas, técnicas y económicas del autoconsumo de energía eléctrica.

1.2.1.2. Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico:

- Tiene como objeto establecer la regulación del sector eléctrico con la finalidad de garantizar el suministro de energía eléctrica, y de adecuarlo a las necesidades de los consumidores en términos de seguridad, calidad, eficiencia, objetividad, transparencia y al mínimo coste

1.2.1.3. Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT) - Real Decreto 842/2002:

- Normativa técnica esencial para la instalación eléctrica, incluyendo los apartados sobre protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

1.2.1.4. Real Decreto 413/2014, de 6 de junio:

- Constituye el objeto de la regulación del régimen jurídico y económico de la actividad de producción de energía eléctrica a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos.

1.2.2. Normativa autonómica (Comunidad Valenciana)

1.2.2.1. Ley 14/2011, de 23 de diciembre, de la Generalitat, de Energías Renovables y Ahorro de Energía de la Comunidad Valenciana:

- Fomenta el uso de energías renovables y regula las ayudas y subvenciones disponibles para proyectos de este tipo.

1.2.2.2. Plan Energético de la Comunidad Valenciana:

- Documento estratégico que marca las directrices para la transición energética en la región, apoyando sistemas renovables y de autoconsumo.

1.2.3. Normas técnicas aplicables

1.2.3.1. UNE-EN 61427-1:

- Normativa para sistemas de almacenamiento basados en baterías en instalaciones fotovoltaicas.

1.2.3.2. UNE-EN 61730:

- Requisitos de seguridad para módulos fotovoltaicos.

1.2.3.3. UNE-EN 61215:

- Especificaciones para el diseño y funcionamiento de módulos fotovoltaicos de silicio cristalino.

1.2.3.4. UNE-EN 50583:

- Aplicaciones de sistemas fotovoltaicos integrados en edificios.

1.3. EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

La vivienda unifamiliar se encuentra ubicada en Valverde, Elche, con las coordenadas geográficas: **Latitud 38,24596 / Longitud -0,5829**. La propiedad consta de **dos edificaciones principales**: una casa y un almacén, ambos con cubiertas que podrían ser utilizadas para la instalación del sistema fotovoltaico.

- **Casa principal:**
 - Está formada por dos tejados con características distintas:
 1. **Tejado naranja:** Tiene una inclinación de **12,5°** y está orientado hacia el **Sureste (SE)** con un ángulo de **20°** respecto al Sur.
 2. **Tejado negro:** Presenta una inclinación de **10,5°** y una orientación de **160°** hacia el **Noroeste (NO)**.
- **Almacén:**
 - Cuenta con un **tejado plano**, lo que ofrece **flexibilidad** para la orientación de los paneles.



Imagen 1. Edificaciones de la vivienda unifamiliar.

En etapas posteriores, se llevará a cabo un **estudio técnico detallado** (1.3.2. ANÁLISIS DE LOS TEJADOS DISPONIBLES) para determinar cuál es el más adecuado para la instalación, considerando factores como inclinación, orientación y capacidad estructural.

1.3.1. UBICACIÓN DE LA VIVIENDA Y ENTORNO

La ubicación de la vivienda, situada en **Elche**, más concretamente en la pedanía de **Valverde**, al **sureste** de **España**, presenta características óptimas para la instalación de un sistema solar fotovoltaico.

El sureste de España es conocido por su **clima mediterráneo** semiárido, con más de 300 días de sol al año y una irradiación solar media anual elevada, en torno a los 5-6 kWh/m² diarios. Esto garantiza **una excelente generación** de energía fotovoltaica durante prácticamente todo el año, optimizando el rendimiento del sistema.

España, y especialmente la **Comunidad Valenciana**, promueve activamente la transición hacia energías renovables. Existen **incentivos fiscales**, como deducciones en el **Impuesto de Bienes Inmuebles (IBI)**, donde en concreto el Ayuntamiento de Elche ofrece una bonificación del 50% en la cuota íntegra del IBI durante los tres primeros años, y además de acuerdo con la Ordenanza Reguladora del **Impuesto sobre Construcciones, Instalaciones y Obras (ICIO)** existe una **bonificación del 95% en la tasa** para aquellas **instalaciones** u obras que incorporen sistemas de **autoconsumo de energía solar**.

La ubicación en una región con **alta irradiación solar** no solo garantiza un buen retorno de la inversión, sino que también contribuye a los **objetivos globales de sostenibilidad**. La generación de energía renovable en esta vivienda ayuda a **reducir** las **emisiones** de **CO₂**, fomentando un estilo de vida más respetuoso con el medio ambiente.

1.3.2. ANÁLISIS DE LOS TEJADOS DISPONIBLES

La vivienda dispone de **tres tejados** que serán evaluados para determinar cuál es el más adecuado para la instalación fotovoltaica o si es necesario combinar dos de ellos. A continuación, se realiza un **análisis detallado** de las características de cada tejado:

1. **Tejado Sureste (Tejado Naranja)**

Este tejado, con unas dimensiones de **45,39 m²**, cuenta con una **captación solar** muy favorable. La orientación hacia el **Sureste (SE)** se aproxima mucho a la óptima (Sur), que permite **maximizar la irradiancia solar** a lo largo del día, especialmente en invierno cuando el sol está más bajo. La inclinación de **12,5°** también se encuentra dentro de un rango aceptable para esta ubicación geográfica, lo que evita pérdidas significativas por desviación de la inclinación óptima. Este tejado tiene un gran potencial para la instalación fotovoltaica, tanto por su orientación como por su superficie disponible.

2. Tejado Noroeste (Tejado Negro)

Este tejado tiene una superficie mayor, de **63 m²**, pero presenta una orientación hacia el **Noroeste (NO)**, lo cual representa un inconveniente considerable. Los tejados orientados hacia el norte reciben menos irradiancia solar durante el día, especialmente en invierno, lo que **reduce** significativamente **su capacidad** de generar energía. Además, al estar orientado al Noroeste, la incidencia del sol en las horas de mayor generación (mediodía) es mínima, lo que lo convierte en la opción menos eficiente. Por tanto, este tejado, a pesar de su mayor tamaño, resulta desfavorable para la instalación de paneles fotovoltaicos.

3. Tejado Plano (Tejado Rojo)

El tejado plano, con un área de **15 m²**, ofrece **flexibilidad** en cuanto a orientación e inclinación, lo que permite ajustarse a las condiciones óptimas para la captación solar (orientación al Sur e inclinación de unos **34°** para esta latitud). Sin embargo, su principal desventaja es la **limitada superficie útil**, lo que restringe la cantidad de paneles que se pueden instalar. Esta opción podría ser complementaria si se requiere aumentar la capacidad de generación, pero por sí sola no sería suficiente para cubrir las necesidades energéticas de la vivienda.

1.4. DESCRIPCIÓN DE POSIBLES ESCENARIOS EN UNA INSTALACIÓN SOLAR FOTOVOLTAICA

La instalación finalmente se realizará sobre la cubierta del **tejado Sureste**. Los paneles irán fijados a través de **un sistema de soporte y anclaje** de forma que queden instalados e **inclinados 20° extra** para maximizar la irradiancia en los meses de invierno.

Se llevará a cabo el **diseño y dimensionamiento** de tres escenarios diferentes, con el objetivo de analizar su viabilidad técnica y económica.

En primer lugar, se analizará una **Instalación Solar Fotovoltaica (ISF)** con una potencia instalada de **2,325 kWp**, considerando dos variantes: **con y sin baterías**, para evaluar las diferencias en el almacenamiento y uso de energía.

En segundo lugar, se realizará el mismo estudio para una instalación con una potencia instalada de **3 kWp**, que permitirá comparar el rendimiento de una mayor capacidad instalada.

Por último, se evaluará una **ISF** completamente **aislada de la red eléctrica**, lo que incluirá el análisis de su autonomía y capacidad para satisfacer las necesidades energéticas de la vivienda en diferentes condiciones.

En los dos primeros casos se conectará la instalación fotovoltaica de autoconsumo con la red eléctrica existente para cubrir los posibles excesos de consumo.

La tensión de suministro de energía eléctrica de la instalación fotovoltaica será realizada en baja tensión a **230 V**.

Cada instalación estará formada por los siguientes componentes principales:

- Módulos fotovoltaicos.
- Estructura de fijación de los módulos fotovoltaicos.
- Inversor.
- Baterías (Opcional).
- Elementos de protección.
- Cableado.

1.4.1. ANÁLISIS DE LOS CONSUMOS DE LA VIVIENDA

Para este estudio, se ha considerado el periodo comprendido entre **septiembre de 2023** y **agosto de 2024** para realizar un análisis del consumo eléctrico a lo largo de un año completo. En la **Imagen 2**, se presentan los consumos mensuales de la vivienda, que suman un total de **2854,99 kW**.

Al analizar los datos mensuales, se observa que los meses con mayor consumo son **enero, julio, agosto y diciembre**. Este patrón coincide con las estaciones de **invierno** y **verano**, cuando el uso de dispositivos de climatización, como aires acondicionados en verano y estufas eléctricas en invierno, incrementa significativamente la demanda energética.

Por el contrario, durante los meses de **primavera** y **otoño**, los consumos disminuyen, reflejando la ausencia de necesidades extremas de climatización, lo que indica una tendencia estacional habitual en viviendas unifamiliares.

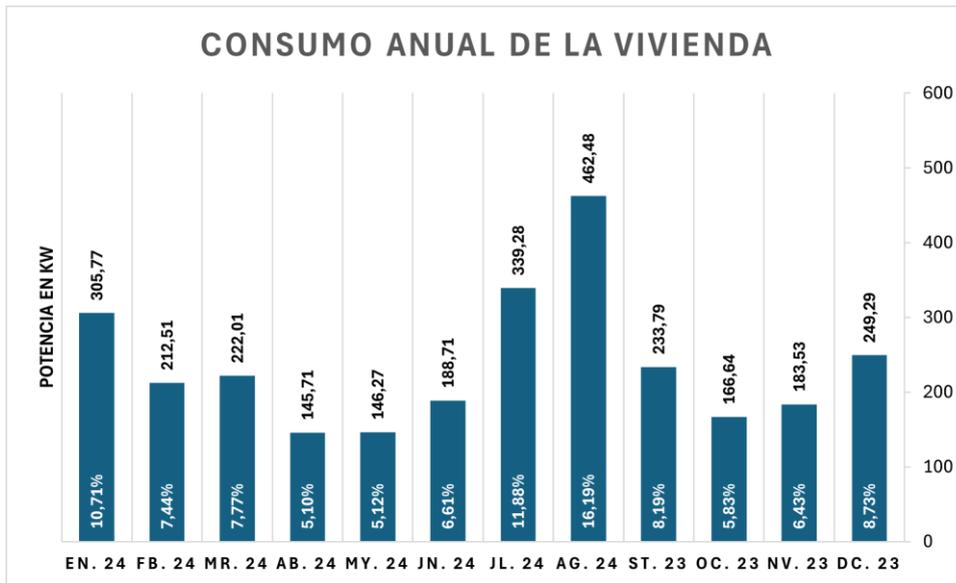


Imagen 2. Consumos mensuales de la vivienda.

1.4.2. OPCIONES DE CONFIGURACIÓN DE LA INSTALACIÓN

1.4.2.1. ESTRUCTURA PARA LOS MÓDULOS

Para cada una de las instalaciones, se ha seleccionado una estructura inclinada ajustable, diseñada específicamente para su colocación sobre cubiertas con tejas. Este sistema permite alcanzar los **20° de inclinación**, logrando que la instalación alcance una inclinación efectiva de **32,5°**, ideal para **maximizar la captación de irradiancia** durante los meses de **invierno**. La elección de esta inclinación responde a las condiciones óptimas para la localización, donde las inclinaciones ideales oscilan entre **30° y 35° para maximizar la eficiencia energética**.

Esta estructura, además de ser adecuada para tejados inclinados con tejas, garantiza estabilidad y durabilidad frente a las condiciones meteorológicas, como viento o lluvia.

Su diseño permite una instalación relativamente sencilla y asegura una óptima ventilación de los módulos, mejorando así su rendimiento térmico.

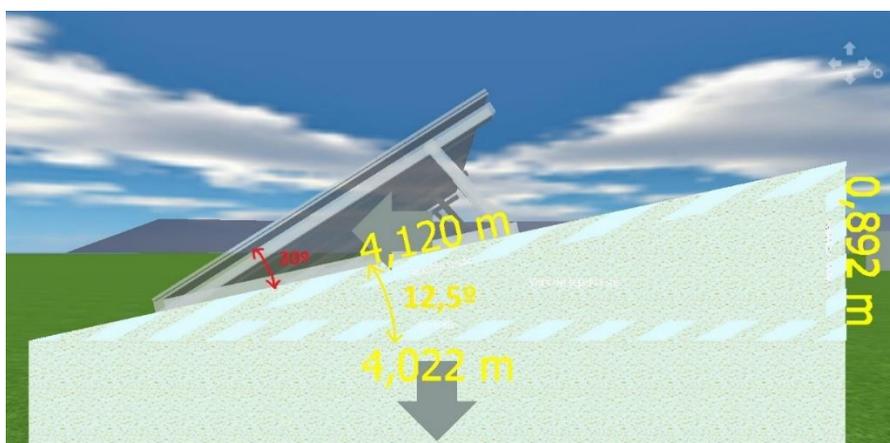


Imagen 3. Esquema de inclinación de paneles fotovoltaicos sobre tejado.

1.4.2.2. ESCENARIO 1: INSTALACIÓN DE 2,325 kWp

Para determinar la **previsión de potencia** de la instalación fotovoltaica, se ha tomado como referencia el consumo anual de la vivienda, que asciende a **2854,99 kWh**.

En el diseño de este tipo de instalaciones, es habitual sobredimensionar la potencia instalada entre un **25%** y un **30%** respecto al consumo anual.

El sobredimensionamiento tiene como finalidad varios objetivos:

1. **Compensar pérdidas del sistema:** Existen pérdidas inevitables en los inversores, cableado, y módulos fotovoltaicos debido a factores como temperatura, polvo y degradación de los paneles.
2. **Optimizar la generación en días menos favorables:** Durante los meses con menos radiación solar (como en invierno o días nublados), la mayor capacidad instalada permite garantizar que la vivienda reciba suficiente energía para cubrir una mayor proporción de su consumo.
3. **Gestión de excedentes:** En sistemas con compensación de excedentes (según el Real Decreto 244/2019), el exceso de energía generado durante las horas pico puede ser vertido a la red, lo que contribuye a reducir el costo de la factura eléctrica.

En este caso, se ha estimado que la instalación fotovoltaica tendrá una potencia instalada de **2,325 kWp**, ya que según el programa *PVGis (Photovoltaic Geographical Information System)*, una herramienta reconocida a nivel internacional para la simulación de sistemas fotovoltaicos, como se puede observar en la **Imagen 4**, con **1 kWp** instalado en las condiciones previstas de la instalación generaría aproximadamente al año **1598,42 kWh**, por lo tanto, se necesitaría una potencia pico instalada aproximada para cubrir la demanda de **2854,99 kWh** anuales de: $\frac{2854,99}{1598,42} = 1,786$ kWp. Sin embargo, al incrementar entre un **25%** y un **30%** la potencia pico instalada se obtienen los **2,325 kWp** finales.

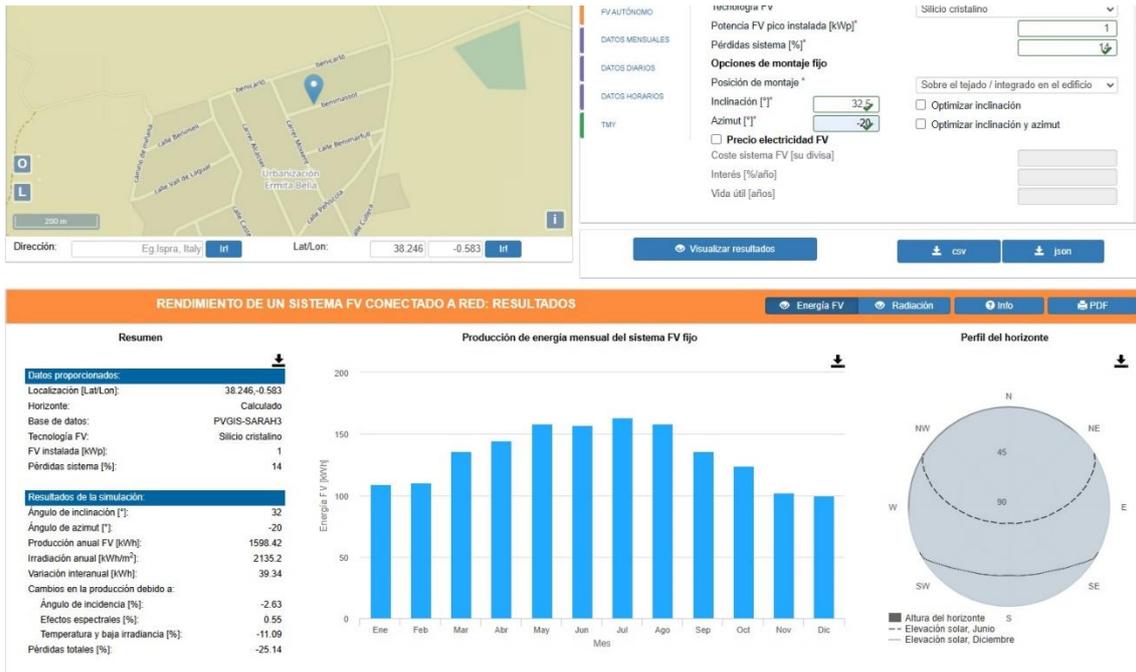


Imagen 4. Simulación en PVGIS con 1 kWp.

Según las simulaciones, esta potencia generará aproximadamente **3716,32 kWh/año**, como se puede observar en la **Imagen 5**, lo que supone una sobredimensión del **30%** respecto al consumo anual de la vivienda.



PVGIS-5 valores estimados de la producción eléctrica solar:

Datos proporcionados:
 Latitud/Longitud: 38.246,-0.583
 Horizonte: Calculado
 Base de datos: PVGIS-SARAH3
 Tecnología FV: Silicio cristalino
 FV instalado: 2.325 kWp
 Pérdidas sistema: 14 %

Resultados de la simulación
 Ángulo de inclinación: 32 °
 Ángulo de azimut: -20 °
 Producción anual FV: 3716.32 kWh
 Irradiación anual: 2135.2 kWh/m²
 Variación interanual: 91.48 kWh
 Cambios en la producción debido a:
 Ángulo de incidencia: -2.63 %
 Efectos espectrales: 0.55 %
 Temperatura y baja irradiancia: -11.09 %
 Pérdidas totales: -25.14 %

Perfil del horizonte en la localización seleccionada

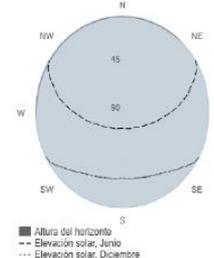


Imagen 5. Simulación en PVGIS con 2,325 kWp.

Este nivel de **sobredimensionamiento** asegura un **rendimiento óptimo** de la instalación, al mismo tiempo que aporta mayor resiliencia frente a variaciones en el consumo, **condiciones climáticas desfavorables** o **pérdidas** propias del sistema, como las derivadas del inversor, cableado o degradación de los módulos a lo largo del tiempo.

1.4.2.2.1. ANÁLISIS GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

Al comparar el **consumo energético** de la vivienda con la producción estimada proporcionada por *PVGis*, se concluye que durante los meses de **enero, agosto y diciembre** se produce un **excedente** de consumo energético que el sistema fotovoltaico no puede cubrir completamente. En estas situaciones, la energía adicional requerida deberá ser suministrada por la **red eléctrica**. Esta situación se puede observar de manera clara en la **Imagen 6**, donde se visualizan las diferencias entre la demanda energética y la generación fotovoltaica en dichos meses.

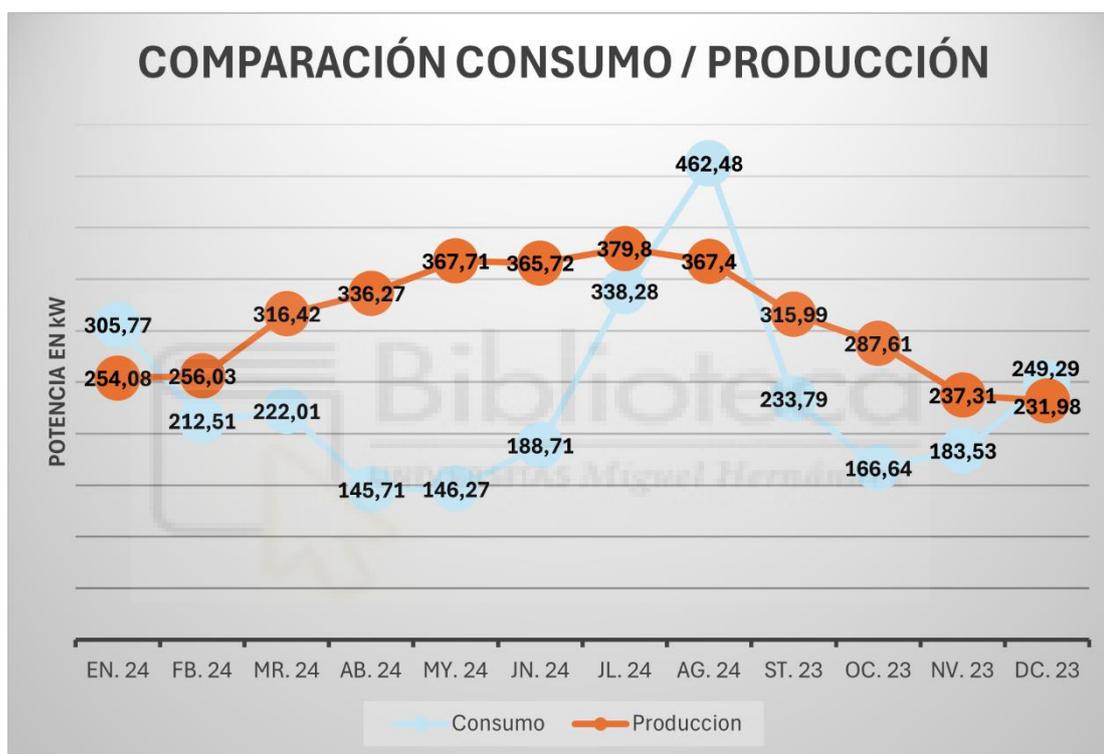


Imagen 6. Comparación consumo / producción.

1.4.2.2.2. MÓDULO FOTOVOLTAICO

Para la selección de los módulos fotovoltaicos, se ha optado por un modelo cuya potencia se adecue a los **2,325 kWp** requeridos para la instalación. En este caso, se ha seleccionado el módulo **JAM72S20-465/MR** de la empresa JA Solar, un panel de tipo monocristalino con una potencia nominal de **465 W** por módulo. Para alcanzar los **2,325 kWp**, se necesitarán un total de **cinco** módulos.

Este modelo destaca por su **alta eficiencia inicial**, con una capacidad de producción estimada del **98%** durante el primer año. Sin embargo, esta producción experimenta una **degradación** anual aproximada del **0,55%**, lo cual es común en paneles solares debido

al envejecimiento natural de sus componentes. A partir de los **25 años**, se estima que el módulo mantendrá alrededor del **84,95%** de su capacidad inicial, lo que garantiza un rendimiento sostenido y fiable a largo plazo.

El resto de las **especificaciones técnicas** del módulo, como su eficiencia nominal, coeficiente térmico y características estructurales, pueden encontrarse en la **ficha técnica proporcionada por el fabricante** (ANEXO II - FICHAS TÉCNICAS).

1.4.2.2.3. INVERSOR

Para la selección del inversor se ha optado por la marca **HUAWEI**, reconocida por su alta fiabilidad, eficiencia energética y tecnología avanzada en el ámbito fotovoltaico.

El modelo elegido es el **SUN2000-2KTL-L1**, un inversor diseñado para instalaciones de autoconsumo con una potencia nominal de 2000 W.

Este inversor es compatible con los módulos **JAM72S20-465/MR** de JA Solar, ya que puede gestionar una potencia total en DC de 2325 W (ligeramente sobredimensionada, lo cual es óptimo para maximizar el rendimiento). Incorpora dos seguidores **MPPT** con un amplio rango de trabajo, lo que permite una gestión eficiente de los módulos.

Además, ofrece características avanzadas como:

- Compatibilidad con baterías de litio para aumentar la ratio de autoconsumo.
- Uso de optimizadores para maximizar el rendimiento de cada panel, incluso bajo sombras parciales.
- Wifi interno para un monitoreo sencillo.
- Garantía del fabricante de 5 años, asegurando su durabilidad y calidad.

Este modelo asegura una operación óptima de la instalación, maximizando la producción y asegurando flexibilidad para posibles ampliaciones futuras.

1.4.2.2.4. BATERÍA (OPCIONAL)

En caso de incorporar baterías al sistema para el almacenamiento de energía, dado que se ha decidido realizar un análisis comparativo de la instalación, tanto con baterías como sin ellas, se ha seleccionado la batería de litio **Huawei Luna2000**, específicamente configurada con dos módulos de 5 kWh, alcanzando una capacidad total de **10 kWh**.

La **Huawei Luna2000-10 kWh** está compuesta por:

- **2 módulos de batería LUNA2000-5-EO (5 kWh cada uno).**

- **1 módulo BMS (Battery Management System)**, encargado de gestionar la carga/descarga, optimizar el rendimiento, y garantizar protección frente a sobrecargas o cortocircuitos.

Además, ofrece descarga total para maximizar la energía aprovechada y presenta una degradación mínima tras ciclos de uso, asegurando una larga vida útil.

El inversor y la batería trabajan en conjunto para optimizar el almacenamiento y el suministro energético según las necesidades de la vivienda.

La justificación de si la instalación deba usar baterías o no se realizará posteriormente un análisis de ello. (2.2.4. JUSTIFICACIÓN USO DE BATERÍAS Y SU CAPACIDAD).

1.4.2.3. ESCENARIO 2: INSTALACIÓN DE 3 kWp

Tras analizar la instalación de **2,325 kWp**, se ha identificado que una sobredimensión del **30%** podría resultar insuficiente para cubrir la demanda energética de manera holgada. Este margen podría ser ajustado si el consumo de la vivienda aumenta en el futuro, lo que implicaría un posible **déficit energético**. Por ello, incrementar la capacidad a **3 kWp** permitiría asegurar un mayor nivel de cobertura, ofreciendo mayor flexibilidad y capacidad para afrontar incrementos en el consumo.

Según las simulaciones, esta potencia generará aproximadamente **4795,26 kWh/año**, como se puede observar en la **Imagen 7**, lo que supone una sobredimensión del **68%** respecto al consumo anual de la vivienda.

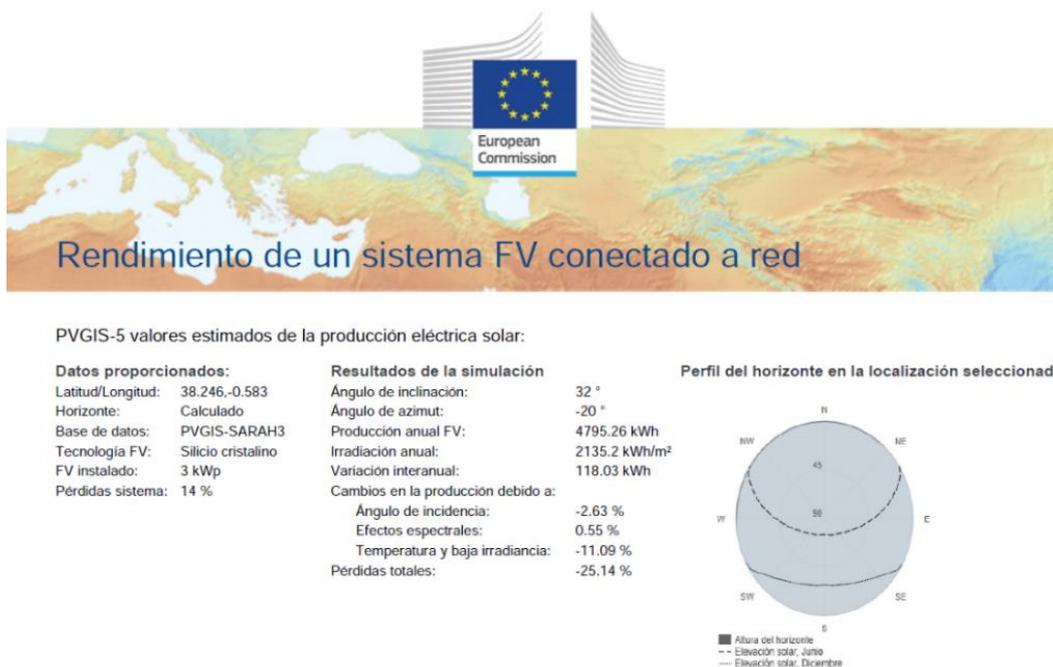


Imagen 7. Simulación en PVGIS con 3 kWp.

1.4.2.3.1. ANÁLISIS GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

Al comparar el **consumo energético** de la vivienda con la producción estimada proporcionada por *PVGis*, se concluye que se producirá suficiente energía para cubrir cada uno de los meses del año, pero durante los meses de **enero, agosto y diciembre** la diferencia entre consumo y producción es mínima. Esta situación se puede observar de manera clara en la **Imagen 8**, donde se visualizan las diferencias entre la demanda energética y la generación fotovoltaica en dichos meses.

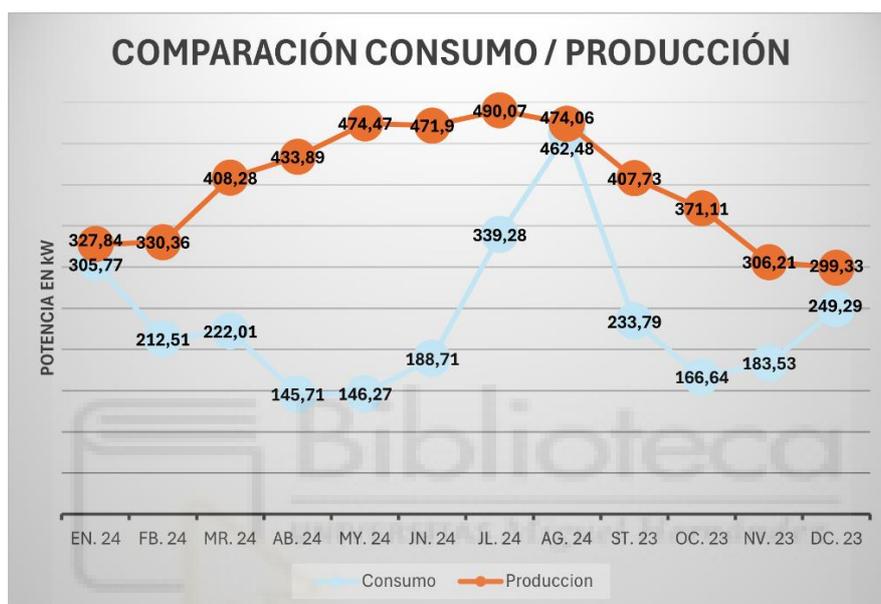


Imagen 8. Comparación consumo / producción.

1.4.2.3.2. MÓDULO FOTOVOLTAICO

Para la selección de los módulos fotovoltaicos, se ha optado por un modelo cuya potencia se adecue a los **3 kWp** requeridos para la instalación. En este caso, se ha seleccionado el módulo **EM600-PH** de la empresa **Tensite**, un panel de tipo monocristalino con una potencia nominal de **600 W** por módulo. Para alcanzar los **3 kWp**, se necesitarán un total de **cinco** módulos.

Este modelo destaca por su alta eficiencia, con un **rendimiento del 98%** durante el primer año de operación. No obstante, se prevé una degradación anual aproximada, siguiendo una curva de rendimiento garantizado, que indica una capacidad del **90,6%** a los **15 años** y del **84%** a los **30 años**. Estas cifras aseguran un rendimiento sostenido y confiable a largo plazo.

El módulo **EM600-PH** ofrece una **eficiencia del 23,20%**, un coeficiente térmico de potencia de **-0,26%/°C** y un diseño mecánico robusto que soporta cargas de viento de

hasta 2400 Pa y de nieve de hasta 5400 Pa, lo que lo hace adecuado para diversas condiciones climáticas.

El resto de las especificaciones técnicas del módulo, como la tensión máxima del sistema, coeficientes de temperatura y características estructurales, pueden consultarse en la **ficha técnica proporcionada por el fabricante** (ANEXO II - FICHAS TÉCNICAS).

1.4.2.3.3. INVERSOR

Para la selección del inversor se ha optado por la marca **Tensite**, reconocida por su fiabilidad, eficiencia energética y tecnología avanzada en el ámbito fotovoltaico.

El modelo **AH3M-2** es un inversor **monofásico** diseñado para instalaciones de autoconsumo con una potencia activa nominal de **3000 W**, permitiendo una gestión eficiente de la generación de energía.

Este inversor es compatible con los módulos **EM600-PH**, ya que puede manejar una potencia total en corriente continua (DC) de hasta **4500 Wp**, proporcionando un margen de sobredimensionamiento óptimo para maximizar el rendimiento del sistema.

El **AH3M-2** incorpora dos seguidores **MPPT** independientes con un amplio rango de operación de **40 V a 530 V**, permitiendo una gestión eficiente de los módulos incluso en condiciones variables de irradiación.

Además, ofrece características avanzadas como:

- Alta eficiencia energética, con una eficiencia máxima del **97,6%** y una eficiencia europea del **97%**, asegurando un aprovechamiento óptimo de la energía generada.
- Protección avanzada, que incluye dispositivos de desconexión en el lado de corriente continua, protección contra polaridad inversa, cortocircuitos y monitoreo de corriente residual.
- Monitorización remota, gracias a su interfaz de comunicación Wi-Fi integrada y opciones para 4G y RS485, permitiendo un seguimiento detallado del rendimiento del sistema.
- Diseño compacto y resistente, con grado de protección IP66, garantizando su operatividad en condiciones ambientales adversas.
- Garantía del fabricante de 10 años, asegurando su durabilidad y calidad a largo plazo

El resto de las especificaciones técnicas del inversor, pueden consultarse en la **ficha técnica proporcionada por el fabricante** (ANEXO II - FICHAS TÉCNICAS).

1.4.2.3.4. BATERÍA (OPCIONAL)

Nos encontramos ante una situación similar a la del sistema fotovoltaico de 2,325 kWp (1.4.2.2.4. BATERÍA (OPCIONAL)); sin embargo, al aumentar la potencia pico instalada, todos los parámetros del sistema se ven afectados.

En caso de incorporar baterías al sistema para el almacenamiento de la energía generada, se ha seleccionado la batería **DC-L5000/LV** de la marca DC Solar Energy, una solución avanzada basada en tecnología de litio LiFePO₄ que ofrece un alto rendimiento, seguridad y una larga vida útil.

Se instalarán **tres unidades**, cada una con una energía total de **5,12 kWh**, lo que proporciona una capacidad combinada de **15,36 kWh**, con una energía utilizable efectiva de **14,7 kWh**. Este sistema permitirá optimizar el autoconsumo, almacenando el excedente de energía durante el día para su uso en horarios nocturnos o en momentos de baja generación fotovoltaica.

Las principales características de la batería DC-L5000/LV incluyen:

- **Alta eficiencia y durabilidad**, con más de **6000 ciclos de vida útil** al 80% de profundidad de descarga (DOD), asegurando un funcionamiento fiable durante más de **15 años**.
- **Capacidad de carga y descarga**, con una potencia nominal de **3,0 kW** para carga/descarga continua y una potencia máxima de descarga de **6,4 kW** durante 3 segundos, lo que permite cubrir picos de demanda momentáneos.
- **Gestión avanzada del estado de carga (SOC)**, mediante ajuste automático al alcanzar un voltaje de carga de **56,5 V**, lo que optimiza el equilibrio entre las celdas y maximiza la eficiencia energética.
- **Flexibilidad de instalación**, con la posibilidad de montaje en pared de forma vertical o en suelo de forma horizontal, adaptándose a las necesidades del espacio disponible.
- **Garantía del fabricante de 5 años**, asegurando la calidad y fiabilidad del sistema de almacenamiento.

Con la incorporación de este sistema de almacenamiento, la instalación fotovoltaica podrá optimizar el uso de la energía generada, reducir la dependencia de la red eléctrica y mejorar la autosuficiencia energética.

La justificación de si la instalación debe usar baterías o no se realizará posteriormente un análisis de ello. (2.3.4. JUSTIFICACIÓN USO DE BATERÍAS Y SU CAPACIDAD).

1.4.2.4. ESCENARIO 3: INSTALACIÓN AISLADA DE RED

Para determinar la potencia pico en una instalación fotovoltaica aislada de la red, es fundamental calcular una capacidad que garantice, con total seguridad, el suministro de energía para cubrir todos los consumos de la vivienda en cualquier circunstancia.

Según el estudio realizado, se ha considerado que para los consumos de esta vivienda es necesario instalar una potencia pico de **4,8 kWp**, donde generará aproximadamente **7672,43 kWh/año**, como se puede observar en la **Imagen 9**, lo que supone una sobredimensión del **168,64%** respecto al consumo anual de la vivienda.

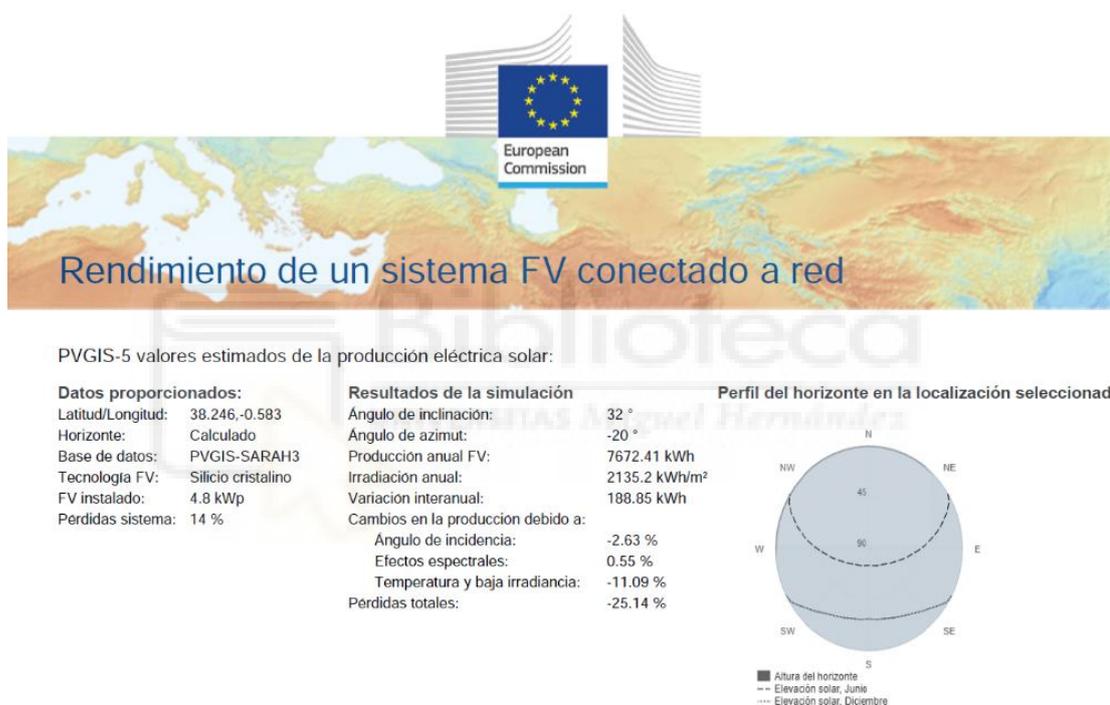


Imagen 9. Simulación en PVGIS con 4,8 kWp.

1.4.2.4.1. ANÁLISIS GENERACIÓN FOTOVOLTAICA

Al comparar el **consumo energético** de la vivienda con la producción estimada proporcionada por **PVGis**, se concluye que se producirá excesiva energía para cubrir cada uno de los meses del año. Esta situación se puede observar de manera clara en la **Imagen 10**, donde se visualizan las diferencias entre la demanda energética y la generación fotovoltaica en dichos meses, dicha diferencia es considerable ya que necesitaremos almacenar suficiente energía para almacenarla en baterías y utilizarlas posteriormente en las horas de nula producción.

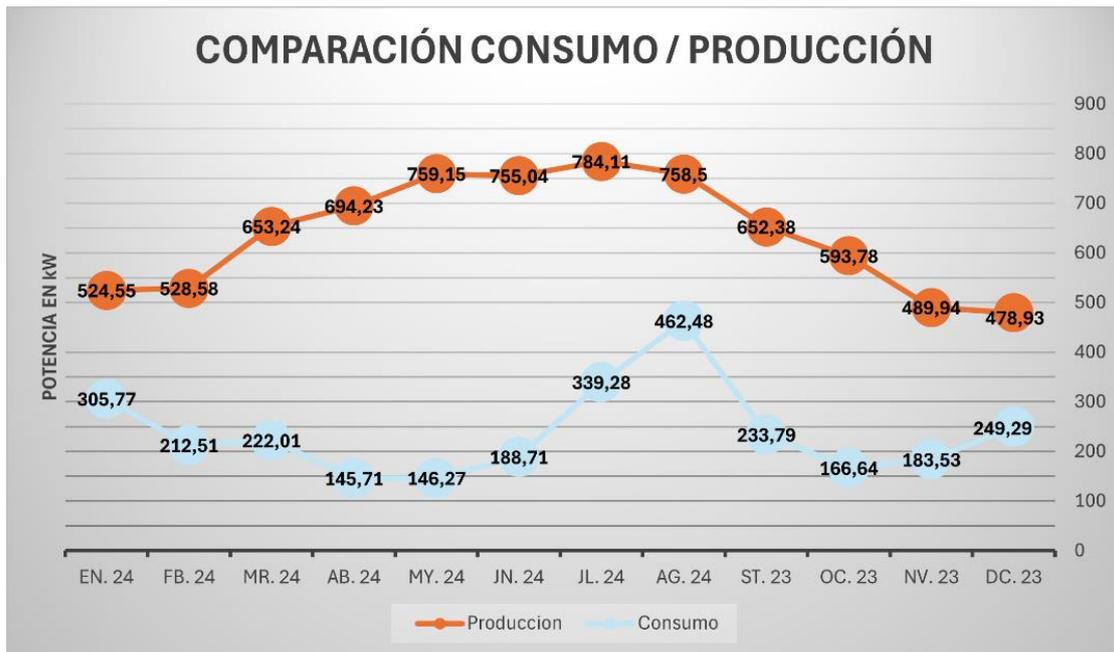


Imagen 10. Comparación consumo / producción.

1.4.2.4.2. MÓDULO FOTOVOLTAICO

Para la selección de los módulos fotovoltaicos, se ha optado por un modelo cuya potencia se adecue a los **4,8 kWp** requeridos para la instalación. En este caso, se ha seleccionado el módulo **EM600-PH** de la empresa **Tensite**, un panel de tipo monocristalino con una potencia nominal de **600 W** por módulo. Para alcanzar los **4,8 kWp**, se necesitarán un total de **ocho** módulos.

El resto de las especificaciones técnicas del módulo, como la tensión máxima del sistema, coeficientes de temperatura y características estructurales, pueden consultarse en la **ficha técnica proporcionada por el fabricante** (ANEXO II - FICHAS TÉCNICAS).

1.4.2.4.3. INVERSOR

Para la selección del inversor se ha optado por la marca **Tensite**, reconocida por su fiabilidad, eficiencia energética y tecnología avanzada en el ámbito fotovoltaico.

El modelo elegido es el **AH4M-2**, un inversor monofásico diseñado para instalaciones de autoconsumo con una potencia activa nominal de **4000 W**, lo que permite gestionar eficientemente la generación de energía.

Este inversor es compatible con los módulos **EM600-PH**, ya que puede manejar una potencia total en corriente continua (DC) de hasta **6500 Wp**, proporcionando un margen de sobredimensionamiento óptimo para maximizar el rendimiento del sistema.

El **AH4M-2** incorpora dos seguidores **MPPT** independientes con un amplio rango de operación de **40 V** a **530 V**, permitiendo una gestión eficiente de los módulos incluso en condiciones variables de irradiación.

Además, ofrece características avanzadas como:

- Alta eficiencia energética, con una eficiencia máxima del **97,6%** y una eficiencia europea del **97%**, asegurando un aprovechamiento óptimo de la energía generada.

- Protección avanzada, que incluye dispositivos de desconexión en el lado de corriente continua, protección contra polaridad inversa, cortocircuitos y monitoreo de corriente residual.

- Monitorización remota, gracias a su interfaz de comunicación Wi-Fi integrada y opciones para 4G y RS485, permitiendo un seguimiento detallado del rendimiento del sistema.

- Diseño compacto y resistente, con grado de protección IP66, garantizando su operatividad en condiciones ambientales adversas.

- Garantía del fabricante de 10 años, asegurando su durabilidad y calidad a largo plazo

El resto de las especificaciones técnicas del inversor, pueden consultarse en la **ficha técnica proporcionada por el fabricante** (ANEXO II - FICHAS TÉCNICAS).

1.4.2.4.4. BATERÍAS

Para la selección de las baterías se ha optado por la batería **DC-L5000/LV** de la marca **DC Solar Energy**, totalmente compatible con el inversor.

Se instalarán **tres unidades**, cada una con una energía total de **5,12 kWh**, lo que proporciona una capacidad combinada de **15,36 kWh**, con una energía utilizable efectiva de **14,7 kWh**. Este sistema permitirá optimizar el autoconsumo, almacenando el excedente de energía durante el día para su uso en horarios nocturnos o en momentos de baja generación fotovoltaica.

Estas baterías ofrecen una solución eficiente y escalable, ya que permiten la conexión en paralelo de hasta **16 unidades**, lo que brinda flexibilidad para futuras ampliaciones de la capacidad de almacenamiento.

Con la incorporación de este sistema de almacenamiento, la instalación fotovoltaica podrá optimizar el uso de la energía generada, reducir totalmente la dependencia de la red eléctrica.

2. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Los cálculos justificativos presentados a continuación tienen como objetivo fundamentar cada uno de los aspectos técnicos relacionados con la instalación fotovoltaica. Estos cálculos están organizados en diferentes secciones para cubrir todos los factores clave:

1. **Justificación de la elección del tejado**, donde se evalúan las características de los tejados disponibles para seleccionar el más adecuado.
2. **Cálculo de la producción estimada de cada sistema**, incluyendo curvas diarias que permiten prever el comportamiento energético de la instalación.
3. **Cálculo de las secciones de conexión**, incluyendo cada uno de los tramos necesarios de cada instalación.
4. **Justificación elección del inversor**, donde se valorará su compatibilidad con el módulo fotovoltaico y sus especificaciones técnicas.
5. **Justificación uso de baterías y su capacidad**, donde se evalúa el uso o no de baterías y su capacidad.

Cada apartado incluye un análisis detallado para garantizar una instalación eficiente y bien dimensionada.

2.1. JUSTIFICACIÓN ELECCIÓN TEJADO

Sabiendo las condiciones mencionadas anteriormente de cada uno de los tejados, se ha realizado un estudio de cada uno de ellos, exceptuando el tejado Sureste, ya seleccionado como la mejor opción.

El primer **tejado** a analizar es el del **almacén**, resulta **potencialmente óptimo**, ya que permite elegir tanto la inclinación como la orientación más adecuada.

En este caso, los paneles fotovoltaicos deberían instalarse con una inclinación de **35°** y orientados a **2° hacia el Sur**. Según los datos generados por **PVGis**, una instalación sobredimensionada al **30,98%** requeriría **2,3 kWp** para alcanzar una producción de **3739,6kWh/año**.

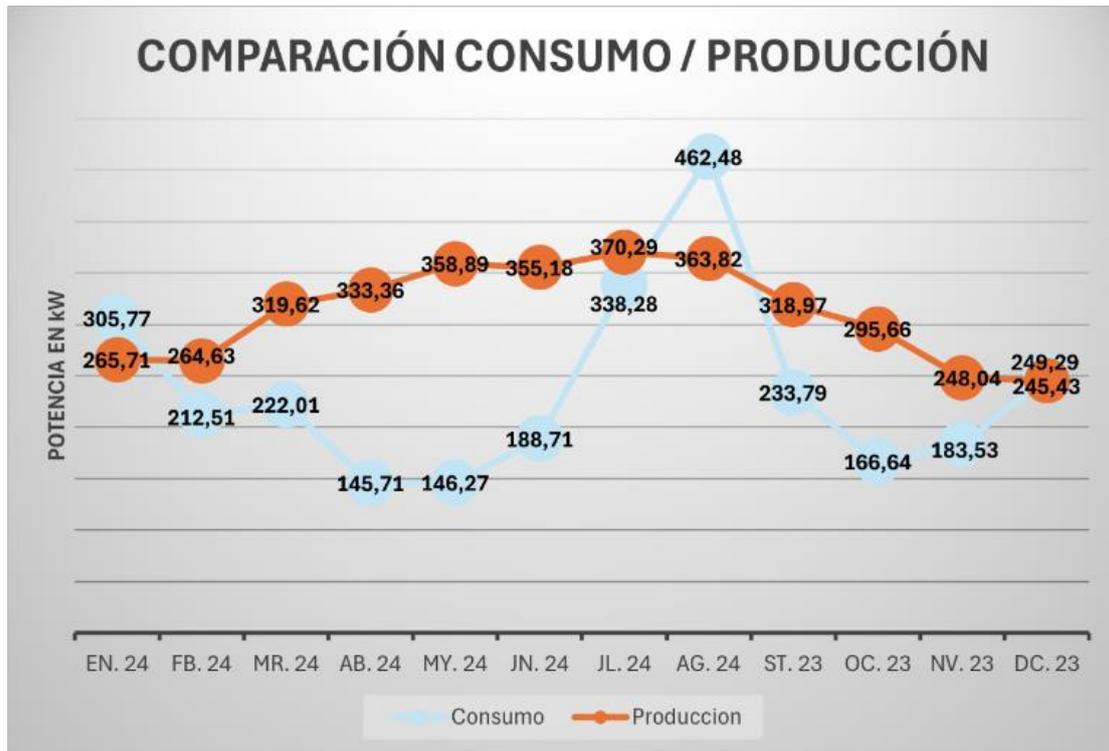


Imagen 11. Comparación del tejado del almacén.

Al comparar el consumo y la producción, como se muestra en la **Imagen 11**, se observa un déficit de producción durante los meses de **enero, agosto y diciembre**. Sin embargo, esta carencia es similar a la experimentada en el tejado seleccionado.

El principal inconveniente del tejado del almacén radica en su **limitada superficie de 15 m²**, que restringe la instalación a **5 paneles de 460 W cada uno** (área total de **11,1 m²**). Debido a la disposición en **dos filas**, sería necesario dejar espacio entre paneles para la estructura, generando **sombras que reducirían el rendimiento**. Por lo tanto, esta opción es **descartada**, ya que ni siquiera como apoyo resulta eficiente, dado que el tejado seleccionado tiene suficiente superficie disponible.

Por otro lado tenemos el tejado orientado hacia el **Noroeste**, aunque cuenta con la mayor área disponible, es la opción menos favorable debido a su inclinación de **10,5°** y orientación de **160° respecto al Sur**. Bajo estas condiciones, sería necesario instalar **2,9 kWp**, lo que equivale a **5 módulos de 580 W** cada uno. Esto permitiría generar **3720,97 kWh**, con un sobredimensionamiento del **30,33%**.

Sin embargo, como muestra la **Imagen 12**, hay un **déficit de producción** significativo en los meses de **enero, febrero, agosto, noviembre y diciembre**, descartando este tejado al no ser eficiente ni aportar beneficios reales a la instalación.

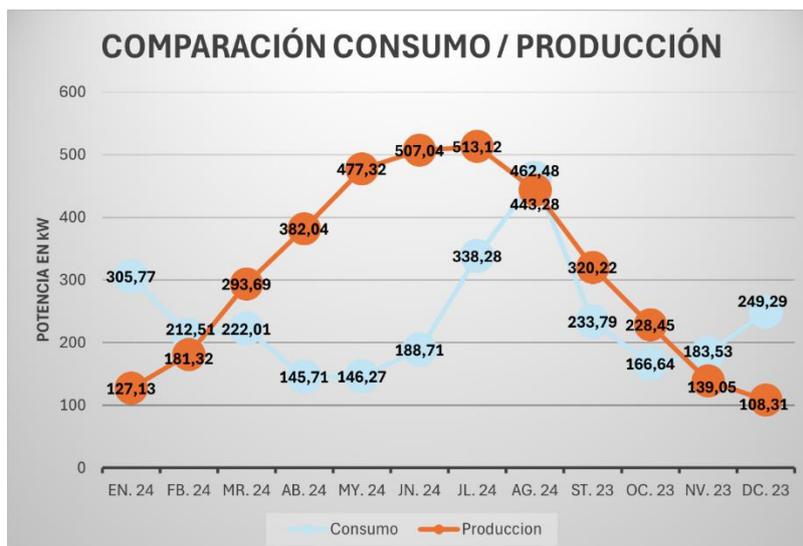


Imagen 12. Comparación del tejado orientado al NO.

2.2. CÁLCULOS DE LA ISF DE 2,325 kWp

2.2.1. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN DIARIA PROMEDIO

A través de la herramienta *PVGis* se ha obtenido la estimación de producción mensual de cada mes del año, pero para realizar un análisis más profundo y exhaustivo es necesario calcular la producción diaria promedio de cada mes.

Para ello se ha utilizado el **Pliego de Condiciones Técnicas de Instalaciones Conectadas a Red** (PCT-C-REV - julio 2011), donde se ha hecho uso del **artículo 2.9** de “Medida de la potencia instalada de una central fotovoltaica conectada a la red eléctrica”, se puede observar en la **Imagen 13** las fórmulas empleadas.

2.9 Ecuaciones:

$$P_{cc, inv} = P_{cc, fov} (1 - L_{cab}) \quad (1)$$

$$P_{cc, fov} = P_o R_{to, var} [1 - g(T_c - 25)] E / 1000 \quad (2)$$

$$T_c = T_{amb} + (TONC - 20) E / 800 \quad (3)$$

- $P_{cc, fov}$ Potencia de CC inmediatamente a la salida de los paneles FV, en W.
- L_{cab} Pérdidas de potencia en los cableados de CC entre los paneles FV y la entrada del inversor, incluyendo, además, las pérdidas en fusibles, conmutadores, conexiones, diodos antiparalelo si hay, etc.
- E Irradiancia solar, en W/m^2 , medida con la CTE calibrada.
- g Coeficiente de temperatura de la potencia, en $1/^\circ C$.
- T_c Temperatura de las células solares, en $^\circ C$.
- T_{amb} Temperatura ambiente en la sombra, en $^\circ C$, medida con el termómetro.
- $TONC$ Temperatura de operación nominal del módulo.
- P_o Potencia nominal del generador en CEM, en W.
- $R_{to, var}$ Rendimiento, que incluye los porcentajes de pérdidas debidas a que los módulos fotovoltaicos operan, normalmente, en condiciones diferentes de las CEM.
- L_{tem} Pérdidas medias anuales por temperatura. En la ecuación (2) puede sustituirse el término $[1 - g(T_c - 25)]$ por $(1 - L_{tem})$.

$$R_{to, var} = (1 - L_{pol})(1 - L_{dis})(1 - L_{ref}) \quad (4)$$

- L_{pol} Pérdidas de potencia debidas al polvo sobre los módulos FV.
- L_{dis} Pérdidas de potencia por dispersión de parámetros entre módulos.
- L_{ref} Pérdidas de potencia por reflectancia angular espectral, cuando se utiliza un piranómetro como referencia de medidas. Si se utiliza una célula de tecnología equivalente (CTE), el término L_{ref} es cero.

Imagen 13. Artículo 2.9 del PCT-C-REV - julio 2011.

Para la realización de estos cálculos es necesario obtener todos los datos, en la **Imagen 14** se puede observar cada uno de los datos empleados.

POTENCIA MODULO [W]	465
NUMERO DE MODULOS	5
Po [W]	2325
Lcable	0,03
Ldispe	0,03
Lreflect	0,04
g (Coeficiente de variacion de la potencia con la Tª)	0,0035
TONC [°C]	45
Linv	0,03
Lpolv	0,05
Rto, var [Ω]	0,88464

Imagen 14. Tabla de datos.

El coeficiente de variación de la potencia con la temperatura y la Temperatura de Operación Nominal de la Célula (TONC) se han obtenido a través de la ficha técnica del módulo solar **JAM72S20-465/MR** y cada una de las pérdidas son los valores máximos típicos obtenidos a lo largo de los años.

CALCULADO							CALCULADO							CALCULADO						
ENERO							FEBRERO							MARZO						
HORA	E	Tambiente	Tcélula	Pcc, fov	Pcc, inv	Pca	HORA	E	Tambiente	Tcélula	Pcc, fov	Pcc, inv	Pca	HORA	E	Tambiente	Tcélula	Pcc, fov	Pcc, inv	Pca
0:00	0	11,34	11,34	0,00	0,00	0,00	0:00	0	11,95	11,95	0,00	0,00	0,00	0:00	0	13,32	13,32	0,00	0,00	0,00
1:00	0	11,08	11,08	0,00	0,00	0,00	1:00	0	11,68	11,68	0,00	0,00	0,00	1:00	0	13,00	13,00	0,00	0,00	0,00
2:00	0	10,83	10,83	0,00	0,00	0,00	2:00	0	11,42	11,42	0,00	0,00	0,00	2:00	0	12,77	12,77	0,00	0,00	0,00
3:00	0	10,54	10,54	0,00	0,00	0,00	3:00	0	11,11	11,11	0,00	0,00	0,00	3:00	0	12,44	12,44	0,00	0,00	0,00
4:00	0	10,45	10,45	0,00	0,00	0,00	4:00	0	10,96	10,96	0,00	0,00	0,00	4:00	0	12,29	12,29	0,00	0,00	0,00
5:00	0	10,31	10,31	0,00	0,00	0,00	5:00	0	10,80	10,80	0,00	0,00	0,00	5:00	0	12,12	12,12	0,00	0,00	0,00
6:00	0	10,16	10,16	0,00	0,00	0,00	6:00	0	10,63	10,63	0,00	0,00	0,00	6:00	0	11,95	11,95	0,00	0,00	0,00
7:00	0	10,08	10,08	0,00	0,00	0,00	7:00	0	10,53	10,53	0,00	0,00	0,00	7:00	2,2	11,86	11,93	4,73	4,59	4,45
8:00	0	9,99	9,99	0,00	0,00	0,00	8:00	40,11	10,43	11,68	86,34	83,75	81,24	8:00	184,12	12,04	17,79	388,25	376,60	365,30
9:00	275,09	10,42	19,02	577,65	560,32	543,51	9:00	316,23	11,27	21,15	659,18	639,40	620,22	9:00	414,52	13,56	26,51	848,06	822,62	797,94
10:00	475,52	11,28	26,14	974,14	944,92	916,57	10:00	517,2	12,24	28,40	1051,10	1019,57	988,98	10:00	615,21	14,50	33,73	1226,71	1189,91	1154,22
11:00	630,44	13,24	32,94	1260,64	1222,82	1186,14	11:00	663,25	14,01	34,74	1317,68	1278,15	1239,80	11:00	739,95	15,99	39,11	1446,74	1403,34	1361,24
12:00	697,75	14,02	35,82	1380,75	1339,33	1299,15	12:00	749,52	14,66	38,08	1471,02	1426,89	1384,08	12:00	826,47	16,48	42,31	1596,90	1549,00	1502,53
13:00	706,48	14,57	36,65	1393,84	1352,03	1311,47	13:00	766,22	15,13	39,07	1498,32	1453,37	1409,77	13:00	792,6	16,79	41,56	1535,73	1489,66	1444,97
14:00	635,77	14,93	34,80	1262,80	1224,92	1188,17	14:00	712,57	15,40	37,67	1400,62	1358,61	1317,85	14:00	747,68	16,91	40,28	1455,60	1411,94	1369,58
15:00	526,5	15,34	31,79	1057,15	1025,44	994,67	15:00	590,85	15,70	34,16	1176,27	1140,99	1106,76	15:00	617,58	17,05	36,35	1219,77	1183,18	1147,69
16:00	348,99	15,28	26,19	714,82	693,37	672,57	16:00	419,79	15,58	28,70	852,24	826,68	801,87	16:00	447,25	16,85	30,83	901,14	874,10	847,88
17:00	158,78	15,08	20,04	332,24	322,28	312,61	17:00	223,44	15,36	22,34	463,84	449,93	436,43	17:00	258,63	16,62	24,70	532,50	516,53	501,03
18:00	0,24	14,11	14,12	0,51	0,50	0,48	18:00	35,86	14,58	15,70	76,16	73,87	71,66	18:00	77,64	15,91	18,34	163,41	158,51	153,76
19:00	0	13,46	13,46	0,00	0,00	0,00	19:00	0	14,08	14,08	0,00	0,00	0,00	19:00	0,71	15,53	15,55	1,51	1,46	1,42
20:00	0	13,08	13,08	0,00	0,00	0,00	20:00	0	13,70	13,70	0,00	0,00	0,00	20:00	0	15,18	15,18	0,00	0,00	0,00
21:00	0	12,64	12,64	0,00	0,00	0,00	21:00	0	13,24	13,24	0,00	0,00	0,00	21:00	0	14,69	14,69	0,00	0,00	0,00
22:00	0	11,99	11,99	0,00	0,00	0,00	22:00	0	12,59	12,59	0,00	0,00	0,00	22:00	0	14,07	14,07	0,00	0,00	0,00
23:00	0	11,63	11,63	0,00	0,00	0,00	23:00	0	12,19	12,19	0,00	0,00	0,00	23:00	0	13,57	13,57	0,00	0,00	0,00
TOTAL	4456	Tmáxima	36,65	PRODUZCO	8425,34		TOTAL	5035	Tmáxima	39,07	PRODUZCO	9458,66		TOTAL	5725	Tmáxima	42,31	PRODUZCO	10652,00	
				En kW	8,43						En kW	9,46						En kW	10,65	
				En kW / Mes	261,19						En kW / Mes	293,22						En kW / Mes	330,21	

Tablas: Potencia diaria promedio de cada uno de los meses.

CALCULADO							CALCULADO							CALCULADO															
ABRIL							MAYO							JUNIO															
HORA	E	Tambiente	Tcétula	Pcc, fov	Pcc, inv	Pca	HORA	E	Tambiente	Tcétula	Pcc, fov	Pcc, inv	Pca	HORA	E	Tambiente	Tcétula	Pcc, fov	Pcc, inv	Pca									
0:00	0	15,23	15,23	0,00	0,00	0,00	0:00	0	18,27	18,27	0,00	0,00	0,00	0:00	0	21,95	21,95	0,00	0,00	0,00									
1:00	0	14,94	14,94	0,00	0,00	0,00	1:00	0	17,94	17,94	0,00	0,00	0,00	1:00	0	21,62	21,62	0,00	0,00	0,00									
2:00	0	14,71	14,71	0,00	0,00	0,00	2:00	0	17,70	17,70	0,00	0,00	0,00	2:00	0	21,41	21,41	0,00	0,00	0,00									
3:00	0	14,39	14,39	0,00	0,00	0,00	3:00	0	17,35	17,35	0,00	0,00	0,00	3:00	0	21,07	21,07	0,00	0,00	0,00									
4:00	0	14,33	14,33	0,00	0,00	0,00	4:00	0	17,38	17,38	0,00	0,00	0,00	4:00	0	21,12	21,12	0,00	0,00	0,00									
5:00	0	14,19	14,19	0,00	0,00	0,00	5:00	0	17,25	17,25	0,00	0,00	0,00	5:00	0	20,98	20,98	0,00	0,00	0,00									
6:00	0	14,04	14,04	0,00	0,00	0,00	6:00	8,94	17,16	17,44	18,87	18,31	17,76	6:00	19,86	20,94	21,56	41,34	40,10	38,90									
7:00	85,02	14,08	16,74	179,93	174,53	169,29	7:00	151,85	17,55	22,30	315,28	305,82	296,65	7:00	165,17	21,43	26,59	337,83	327,69	317,86									
8:00	291,39	14,77	23,88	601,69	583,63	566,13	8:00	352,49	18,44	29,46	713,69	692,28	671,51	8:00	361,93	22,26	33,57	722,08	700,42	679,41									
9:00	497,54	16,36	31,91	998,59	968,63	939,57	9:00	553,51	20,00	37,30	1089,45	1056,77	1025,07	9:00	563,46	23,76	41,37	1092,53	1059,75	1027,96									
10:00	684,16	17,15	38,53	1340,54	1300,32	1261,31	10:00	733,75	20,65	43,58	1411,03	1368,70	1327,64	10:00	743,73	24,34	47,58	1408,79	1366,53	1325,54									
11:00	810,23	18,28	43,60	1557,99	1511,25	1465,91	11:00	859,02	21,60	48,44	1621,84	1573,19	1525,99	11:00	876,92	25,24	52,64	1629,13	1580,26	1532,85									
12:00	878,6	18,57	46,03	1674,11	1623,88	1575,17	12:00	916,25	21,78	50,41	1716,91	1665,41	1615,44	12:00	936,99	25,38	54,66	1727,12	1675,31	1625,05									
13:00	850,89	18,71	45,30	1625,75	1576,98	1529,67	13:00	899,6	21,82	49,93	1688,82	1638,16	1589,01	13:00	932,91	25,42	54,57	1720,19	1668,58	1618,53									
14:00	784,74	18,74	43,26	1510,87	1465,55	1421,58	14:00	804,83	21,76	46,91	1528,42	1482,57	1438,09	14:00	848,06	25,38	51,88	1580,17	1532,76	1486,78									
15:00	644,88	18,75	38,90	1261,84	1223,99	1187,27	15:00	668,17	21,74	42,62	1289,53	1250,84	1213,32	15:00	709,71	25,40	47,58	1344,37	1304,04	1264,92									
16:00	474,8	18,55	33,39	947,89	919,46	891,87	16:00	487,39	21,52	36,75	961,23	932,39	904,42	16:00	524,77	25,20	41,60	1016,63	986,14	956,55									
17:00	275,97	18,35	26,97	563,69	546,78	530,38	17:00	292,43	21,35	30,49	589,91	572,22	555,05	17:00	328,68	25,03	35,30	651,65	632,10	613,14									
18:00	97,71	17,75	20,80	203,92	197,80	191,87	18:00	117,5	20,83	24,50	242,09	234,83	227,79	18:00	139,42	24,53	28,89	282,86	274,37	266,14									
19:00	22,07	17,40	18,09	46,49	45,10	43,74	19:00	49,28	20,52	22,06	102,40	99,33	96,35	19:00	67,82	24,22	26,34	138,84	134,67	130,63									
20:00	0	17,09	17,09	0,00	0,00	0,00	20:00	0,12	20,20	20,20	0,25	0,24	0,24	20:00	6,44	23,87	24,07	13,29	12,89	12,50									
21:00	0	16,63	16,63	0,00	0,00	0,00	21:00	0	19,66	19,66	0,00	0,00	0,00	21:00	0	23,28	23,28	0,00	0,00	0,00									
22:00	0	15,99	15,99	0,00	0,00	0,00	22:00	0	19,06	19,06	0,00	0,00	0,00	22:00	0	22,69	22,69	0,00	0,00	0,00									
23:00	0	15,46	15,46	0,00	0,00	0,00	23:00	0	18,48	18,48	0,00	0,00	0,00	23:00	0	22,12	22,12	0,00	0,00	0,00									
TOTAL	6398	Tmáxima	46,03	PRODUZCO	11773,76	En kW	11,77	TOTAL	6895	Tmáxima	50,41	PRODUZCO	12504,32	En kW	12,50	TOTAL	7226	Tmáxima	54,66	PRODUZCO	12896,74	En kW	12,90	En kW / Mes	364,99	En kW / Mes	387,63	En kW / Mes	399,80

Tablas: Potencia diaria promedio de cada uno de los meses.

CALCULADO							CALCULADO							CALCULADO															
JULIO							AGOSTO							SEPTIEMBRE															
HORA	E	Tambiente	Tcétula	Pcc, fov	Pcc, inv	Pca	HORA	E	Tambiente	Tcétula	Pcc, fov	Pcc, inv	Pca	HORA	E	Tambiente	Tcétula	Pcc, fov	Pcc, inv	Pca									
0:00	0	24,84	24,84	0,00	0,00	0,00	0:00	0	25,32	25,32	0,00	0,00	0,00	0:00	0	22,89	22,89	0,00	0,00	0,00									
1:00	0	24,61	24,61	0,00	0,00	0,00	1:00	0	25,18	25,18	0,00	0,00	0,00	1:00	0	22,79	22,79	0,00	0,00	0,00									
2:00	0	24,43	24,43	0,00	0,00	0,00	2:00	0	24,99	24,99	0,00	0,00	0,00	2:00	0	22,59	22,59	0,00	0,00	0,00									
3:00	0	24,10	24,10	0,00	0,00	0,00	3:00	0	24,65	24,65	0,00	0,00	0,00	3:00	0	22,25	22,25	0,00	0,00	0,00									
4:00	0	24,08	24,08	0,00	0,00	0,00	4:00	0	24,53	24,53	0,00	0,00	0,00	4:00	0	22,09	22,09	0,00	0,00	0,00									
5:00	0	23,96	23,96	0,00	0,00	0,00	5:00	0	24,40	24,40	0,00	0,00	0,00	5:00	0	21,96	21,96	0,00	0,00	0,00									
6:00	8,24	23,85	24,11	17,00	16,49	16,00	6:00	0	24,25	24,25	0,00	0,00	0,00	6:00	0	21,79	21,79	0,00	0,00	0,00									
7:00	145,88	24,19	28,75	296,11	287,22	278,61	7:00	106,61	24,35	27,68	217,22	210,70	204,38	7:00	48,47	21,74	23,25	100,30	97,29	94,37									
8:00	345,07	24,98	35,76	683,00	662,51	642,63	8:00	316,06	25,08	34,96	627,41	608,59	590,33	8:00	271,33	22,21	30,69	546,96	530,55	514,63									
9:00	560,93	26,47	44,00	1077,00	1044,69	1013,35	9:00	536,24	26,59	43,35	1032,11	1001,14	971,11	9:00	495,36	23,70	39,18	968,28	939,24	911,06									
10:00	751,13	27,06	50,53	1406,85	1364,65	1323,71	10:00	731,66	27,25	50,11	1372,59	1331,41	1291,47	10:00	673,9	24,48	45,54	1286,43	1247,84	1210,40									
11:00	882,87	27,98	55,57	1621,59	1572,94	1525,75	11:00	860,11	28,28	55,78	1615,17	1566,71	1519,71	11:00	815,2	25,68	51,16	1523,20	1477,51	1433,18									
12:00	952,31	28,10	57,86	1733,43	1681,43	1630,99	12:00	953,8	28,44	58,25	1733,49	1681,49	1631,04	12:00	877,78	25,98	53,41	1625,88	1577,11	1529,79									
13:00	945,72	28,14	57,69	1722,57	1670,89	1620,76	13:00	957,04	28,51	58,42	1738,20	1686,05	1635,47	13:00	866,96	26,14	53,23	1606,95	1558,74	1511,98									
14:00	875,65	28,14	55,50	1608,74	1560,48	1513,66	14:00	873,01	28,50	55,78	1602,15	1554,08	1507,46	14:00	777,54	26,17	50,47	1456,68	1412,98	1370,59									
15:00	744,66	28,22	51,49	1389,60	1347,91	1307,48	15:00	722,7	28,54	51,12	1350,53	1310,01	1270,71	15:00	627,45	26,20	45,81	1196,55	1160,65	1125,83									
16:00	557,71	28,04	45,47	1064,91	1032,97	1001,98	16:00	531,33	28,37	44,97	1016,43	985,94	956,36	16:00	446,88	26,01	39,98	870,96	844,83	819,49									
17:00	348,13	27,89	38,77	681,52	661,08	641,24	17:00	319,79	28,19	38,18	627,39	608,57	590,31	17:00	238,47	25,77	33,22	476,37	462,08	448,21									
18:00	148,69	27,36	32,01	298,32	289,37	280,69	18:00	121,04	27,58	31,36	243,41	236,11	229,02	18:00	62,28	25,06	27,01	127,20	123,38	119,68									
19:00	67,42	27,02	29,13	136,67	132,57	128,59	19:00	41,93	27,23	28,54	95,17	82,62	80,14	19:00	3,35	24,71	24,81	6,89	6,69	6,49									
20:00	5,63	26,65	26,83	11,51	11,16	10,83	20:00	0	26,94	26,94	0,00	0,00	0,00	20:00	0	24,49	24,49	0,00	0,00	0,00									
21:00	0	26,09	26,09	0,00	0,00	0,00	21:00	0	26,51	26,51	0,00	0,00	0,00	21:00	0	24,13	24,13	0,00	0,00	0,00									
22:00	0	25,54	25,54	0,00	0,00	0,00	22:00	0	25,98	25,98	0,00	0,00	0,00	22:00	0	23,56	23,56	0,00	0,00	0,00									
23:00	0	24,99	24,99	0,00	0,00	0,00	23:00	0	25,49	25,49	0,00	0,00	0,00	23:00	0	23,12	23,12	0,00	0,00	0,00									
TOTAL	7340	Tmáxima	57,86	PRODUZCO	12936,26	En kW	12,94	TOTAL	7091	Tmáxima	58,42	PRODUZCO	12477,52	En kW	12,48	TOTAL	6205	Tmáxima	53,41	PRODUZCO	11095,71	En kW	11,10	En kW / Mes	401,02	En kW / Mes	386,80	En kW / Mes	343,97

Tablas: Potencia diaria promedio de cada uno de los meses.

CALCULADO							CALCULADO							CALCULADO						
OCTUBRE							NOVIEMBRE							DICIEMBRE						
HORA	E	Tambiente	Tcétula	Pcc, fov	Pcc, inv	Pca	HORA	E	Tambiente	Tcétula	Pcc, fov	Pcc, inv	Pca	HORA	E	Tambiente	Tcétula	Pcc, fov	Pcc, inv	Pca
0:00	0	19,62	19,62	0,00	0,00	0,00	0:00	0	15,12	15,12	0,00	0,00	0,00	0:00	0	12,41	12,41	0,00	0,00	0,00
1:00	0	19,49	19,49	0,00	0,00	0,00	1:00	0	15,06	15,06	0,00	0,00	0,00	1:00	0	12,20	12,20	0,00	0	

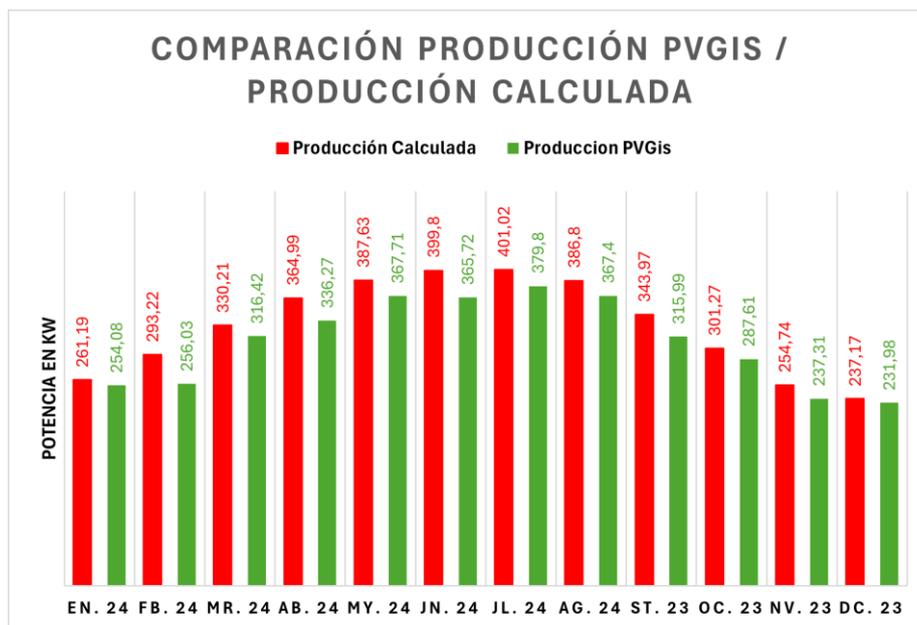


Imagen 15. Comparativa entre lo obtenido en PVGIS y lo calculado.

En todas las imágenes anteriores se pueden observar los resultados obtenidos de un día promedio de cada mes del año, en la **Imagen 15** se llega a la conclusión de que mediante estos cálculos se obtiene una ligera producción extra respecto a lo obtenido, a través de la herramienta *PVGis*, todo esto se puede atribuir a que hace un mayor hincapié en todas las posibles pérdidas existentes.

Por lo tanto, es necesario obtener exactamente la producción promedio diaria de cada mes que aporta *PVGis*, para ello será necesario hacer uso del **artículo 7**: “Cálculo de la producción anual esperada”, donde se obtendrán los datos diarios que nos proporciona *PVGis*.

7 Cálculo de la producción anual esperada

7.1 En la Memoria se incluirán las producciones mensuales máximas teóricas en función de la irradiancia, la potencia instalada y el rendimiento de la instalación.

7.2 Los datos de entrada que deberá aportar el instalador son los siguientes:

7.2.1 $G_{dm}(0)$.

Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre superficie horizontal, en kWh/(m²·día), obtenido a partir de alguna de las siguientes fuentes:

- Agencia Estatal de Meteorología.
- Organismo autonómico oficial.
- Otras fuentes de datos de reconocida solvencia, o las expresamente señaladas por el IDAE.

7.2.2 $G_{dm}(\alpha, \beta)$.

Valor medio mensual y anual de la irradiación diaria sobre el plano del generador en kWh/(m²·día), obtenido a partir del anterior, y en el que se hayan descontado las pérdidas por sombreado en caso de ser éstas superiores a un 10 % anual (ver anexo III). El parámetro α representa el azimut y β la inclinación del generador, tal y como se definen en el anexo II.

7.2.3 Rendimiento energético de la instalación o “performance ratio”, PR.

Eficiencia de la instalación en condiciones reales de trabajo, que tiene en cuenta:

- La dependencia de la eficiencia con la temperatura.
- La eficiencia del cableado.
- Las pérdidas por dispersión de parámetros y suciedad.
- Las pérdidas por errores en el seguimiento del punto de máxima potencia.
- La eficiencia energética del inversor.
- Otros.

7.2.4 La estimación de la energía inyectada se realizará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} PR}{G_{CEM}} \text{ kWh/día}$$

Donde:

P_{mp} = Potencia pico del generador

G_{CEM} = 1 kW/m²

Imagen 16. Artículo 7 del PCT-C-REV - julio 2011.

Para obtener los datos necesarios para realizar la estimación de la energía inyectada necesitaremos obtener cada uno de los datos. El valor de la potencia pico instalada (P_{mp}) son los 2325 W, el valor de $G_{dm}(\alpha, \beta)$ es el valor de irradiancia que nos proporciona *PVGis* y el PR obtenido en cada mes se puede observar en la **Imagen 17**.

MES	E _m [kWh]	H(i) _m [kWh/m ²]	PR
ENERO	109,28	138,12	0,79
FEBRERO	110,12	140,98	0,78
MARZO	136,09	177,46	0,77
ABRIL	144,63	191,94	0,75
MAYO	158,16	213,75	0,74
JUNIO	157,3	216,78	0,73
JULIO	163,36	227,54	0,72
AGOSTO	158,02	219,83	0,72
SEPTIEMBRE	135,91	186,15	0,73
OCTUBRE	123,7	165,27	0,75
NOVIEMBRE	102,07	131,98	0,77
DICIEMBRE	99,78	125,39	0,80

$$PR = \frac{E_m}{H(i)_m}$$

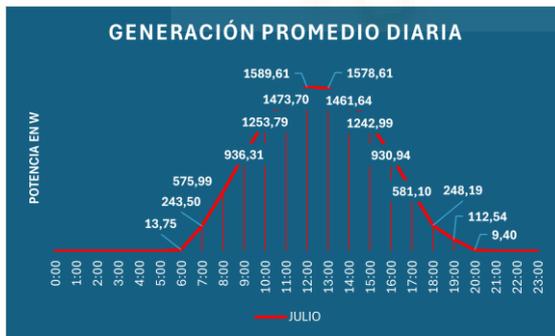
E_m: Producción de energía mensual promedio del sistema dado

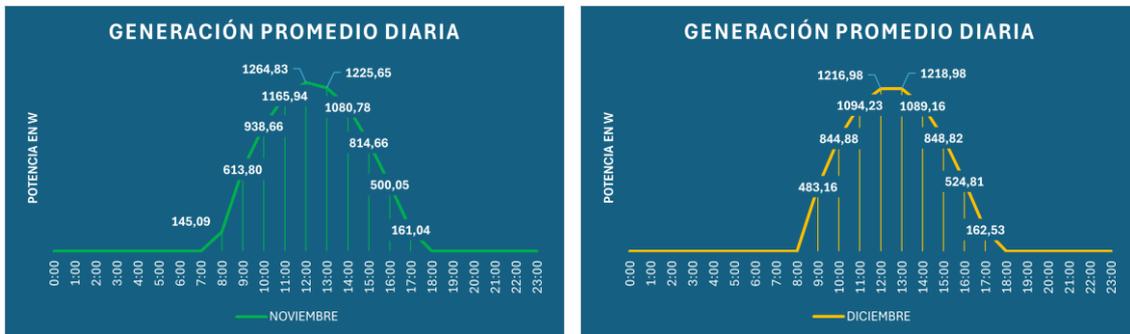
H(i)_m: Suma mensual promedio de irradianción global por metro cuadrado recibida por los módulos del sistema dado

PR: Rendimiento energético de la instalación

Imagen 17. Tabla del Rendimiento energético de la instalación.

En las siguientes imágenes se observa cada una de las producciones promedio diarias de cada uno de los meses del año que nos aporta el dato exacto de *PVGis*.





2.2.2. DIMENSIONAMIENTO DEL CABLEADO

En este apartado se realizarán los cálculos necesarios para determinar las secciones del cableado, los fusibles para la protección frente a sobrecorrientes y los interruptores magnetotérmicos para la protección frente a sobretensiones.

Los cálculos se aplicarán a los siguientes tramos de la instalación:

- **Tramo 1:** Conexión entre el conjunto de los cinco paneles solares y el inversor.
- **Tramo 2:** Conexión entre el inversor y la Caja General de Protección y Mando.
- **Tramo 3:** Conexión entre el inversor y las baterías.

Para determinar la sección del cableado en cada tramo, se empleará la fórmula basada en el cálculo de la caída de tensión máxima admisible, según la **Guía Técnica de Aplicación (GUÍA-BT-ANEXO 2)** del **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)**.

- **Verificación de la Intensidad Admisible del Cable**

Es necesario comprobar que el conductor es capaz de soportar la intensidad de corriente prevista sin superar los límites térmicos. Para ello, se utilizarán dos maneras distintas de realizar la comprobación para obtener la sección final.

Primero se calculará la intensidad máxima admisible que soportaría, con la siguiente fórmula $I_B = \frac{P}{V \cdot \cos(\varphi)}$, intensidad la cual será utilizada para determinar cuál es la sección en la tabla 1 de la **ITC-BT-19**, que establecen las intensidades admisibles en función del tipo de instalación, la temperatura ambiente y el aislamiento del cable.

Tabla 1. Intensidades admisibles (A) al aire 40 °C. N.º de conductores con carga y naturaleza del aislamiento

			3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
A		Conductores aislados en tubos empotrados en paredes aislantes											
A2		Cables multiconductores en tubos empotrados en paredes aislantes	3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR						
B		Conductores aislados en tubos en montaje superficial o empotrados en obra				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
B2		Cables multiconductores en tubos en montaje superficial o empotrados en obra		3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR					
C		Cables multiconductores directamente sobre la pared ²⁾				3x PVC	2x PVC		3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
E		Cables multiconductores al aire libre ³⁾ Distancia a la pared no inferior a 0.3D ³⁾					3x PVC	2x PVC	3x XLPE o EPR	2x XLPE o EPR			
F		Cables unipolares en contacto mutuo ⁴⁾ Distancia a la pared no inferior a D ⁴⁾					3x PVC			3x XLPE o EPR ¹⁾			
G		Cables unipolares separados mínimo D ⁵⁾							3x PVC ¹⁾		3x XLPE o EPR		
		mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Cobre		1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	-	18	21	24	-
		2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	-	25	29	33	-
		4	20	21	23	24	27	30	-	34	38	45	-
		6	25	27	30	32	36	37	-	44	49	57	-
		10	34	37	40	44	50	52	-	60	68	76	-
		16	45	49	54	59	66	70	-	80	91	105	-
		25	59	64	70	77	84	88	96	106	116	123	166
		35		77	86	96	104	110	119	131	144	154	206
		50		94	103	117	125	133	145	159	175	188	250
		70				149	160	171	188	202	224	244	321
		95				180	194	207	230	245	271	296	391
		120				208	225	240	267	284	314	348	455
		150				236	260	278	310	338	363	404	525
		185				268	297	317	354	386	415	464	601
	240				315	350	374	419	455	490	552	711	
	300				360	404	423	484	524	565	640	821	

Por otro lado, se emplea la misma intensidad, pero en cambio ahora se hará uso de la tabla 5 de caídas de tensión unitarias de la **GUÍA-BT-ANEXO 2**.

$$e_u = e / (L \cdot I) \quad [18]$$

- Donde e_u , caída de tensión unitaria en voltios.
 e , caída de tensión en voltios.
 L , longitud de la canalización en km.
 I , intensidad de servicio máxima prevista para el conductor, en amperios.

Imagen 18. Fórmula, caída de tensión unitaria.

S (mm ²)	Caída de tensión por A y km.											
	Cos φ = 0,8				Cos φ = 1				Cos φ = 0,9			
	40°C	60°C	80°C	90°C	40°C	60°C	70°C	90°C	40°C	60°C	70°C	90°C
1,5	18,255	19,573	20,891	21,550	22,604	24,252	25,899	26,723	20,469	21,951	23,434	24,175
2,5	11,216	12,023	12,830	13,234	13,843	14,852	15,860	16,365	12,562	13,469	14,377	14,831
4	7,024	7,526	8,028	8,279	8,612	9,240	9,867	10,181	7,848	8,413	8,978	9,261
6	4,732	5,068	5,403	5,571	5,754	6,173	6,592	6,802	5,272	5,650	6,027	6,216
10	2,846	3,045	3,244	3,344	3,419	3,668	3,917	4,042	3,157	3,382	3,606	3,718
16	1,820	1,945	2,070	2,133	2,148	2,305	2,461	2,540	2,007	2,148	2,289	2,359
25	1,184	1,263	1,342	1,382	1,358	1,457	1,556	1,606	1,293	1,382	1,471	1,516
35	0,878	0,935	0,992	1,020	0,979	1,050	1,122	1,157	0,950	1,014	1,078	1,110
50	0,672	0,714	0,757	0,778	0,723	0,776	0,828	0,855	0,719	0,766	0,814	0,837
70	0,491	0,520	0,549	0,564	0,501	0,537	0,574	0,592	0,516	0,549	0,582	0,598
95	0,378	0,399	0,420	0,431	0,361	0,387	0,413	0,426	0,390	0,413	0,437	0,449
120	0,315	0,332	0,349	0,357	0,286	0,307	0,327	0,338	0,320	0,339	0,358	0,367
150	0,271	0,284	0,298	0,304	0,232	0,249	0,265	0,274	0,271	0,286	0,301	0,309
185	0,234	0,244	0,255	0,261	0,185	0,199	0,212	0,219	0,229	0,241	0,253	0,259
240	0,197	0,205	0,213	0,217	0,141	0,151	0,161	0,167	0,188	0,197	0,206	0,211

Tabla 5. Caídas de tensión unitarias por A y km para cables de 0,6/1kV.

- **Cálculo de la sección del conductor**

De acuerdo con la normativa vigente, la sección del conductor debe garantizar una caída de tensión dentro de los límites establecidos para cada tipo de circuito. La fórmula empleada es:

En la práctica para instalaciones de baja tensión tanto interiores como de enlace es admisible despreciar el efecto piel y el efecto de proximidad, así como trabajar con el inverso de la resistividad que se denomina conductividad ("γ", en unidades m/Ω mm²). Además se suele utilizar la letra "e" para designar a la caída de tensión en voltios, tanto en monofásico como en trifásico, y la letra U para designar la tensión de línea en trifásico (400V) y la tensión de fase en monofásico (230V). Con estas simplificaciones se obtienen las expresiones siguientes para determinar la sección.

Para receptores trifásicos: [15]

$$S = \frac{P L}{\gamma e U}$$

Para receptores monofásicos: [16]

$$S = \frac{2PL}{\gamma e U}$$

Imagen 19. Fórmula, cálculo de sección.

Donde cada uno de los tramos tendrá sus datos correspondientes extraídos de las fichas técnicas del módulo solar fotovoltaico, del inversor y de las baterías.

- **Criterios adicionales de selección del conductor**

Además del cálculo de sección por caída de tensión y la verificación de la intensidad admisible, se deben considerar los siguientes aspectos:

- **Capacidad de cortocircuito:** La sección debe ser suficiente para soportar un posible cortocircuito sin daños térmicos.
- **Condiciones de instalación:** Se debe elegir el tipo de conductor adecuado según la disposición (enterrado, en bandeja, en tubo, etc.).
- **Coefficientes de corrección:** Si la temperatura ambiente supera los 40°C o los cables están agrupados, se aplicarán factores de reducción según la **ITC-BT-19**.

Para el cálculo del fusible y el magnetotérmico se ha hecho uso de la **ITC-BT-22**, como se observa en la **Imagen 20**.

MINISTERIO DE INDUSTRIA TURISMO Y COMERCIO	GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN: PROTECCIONES	GUÍA-BT-22
	PROTECCIÓN CONTRA SOBREENTENSIDADES	Edición: Oct 05 Revisión: 1

Producto	Norma de aplicación
Interruptores automáticos para instalaciones domésticas y análogas para la protección contra sobreenintensidades (IA modulares o magnetotérmicos)	UNE-EN 60898 (serie)
Interruptores automáticos (asociado a disparadores de sobrecarga y cortocircuito)	UNE-EN 60947-2
Interruptores diferenciales con dispositivo de protección contra sobreenintensidades incorporado (uso doméstico o análogo)	UNE-EN 61009 (serie)
Fusible con curva de fusión tipo "g"	UNE-60269 (serie)

Las características de funcionamiento de un dispositivo que protege un cable (o conductor) contra sobrecargas deben satisfacer las dos condiciones siguientes:

- 1) $I_B \leq I_n \leq I_2$
- 2) $I_2 \leq 1,45 I_2$

Siendo:

- I_B corriente para la que se ha diseñado el circuito según la previsión de cargas.
- I_2 corriente admisible del cable en función del sistema de instalación utilizado (ver GUÍA-BT-19 pto. 2.2.3 y la norma UNE 20460-5-523).
- I_n corriente asignada del dispositivo de protección.
Nota: Para los dispositivos de protección regulables, I_n es la intensidad de regulación seleccionada.
- I_2 corriente que asegura la actuación del dispositivo de protección para un tiempo largo (t_c tiempo convencional según norma).

El valor de I_2 se indica en la norma de producto o se puede leer en las instrucciones o especificaciones proporcionadas por el fabricante:

$$I_2 = 1,45 I_n \text{ (para interruptores según UNE EN 60898 o UNE EN 61009)}$$

$$I_2 = 1,30 I_n \text{ (para interruptores según UNE EN 60947-2)}$$

En el caso de fusibles, la característica equivalente a la I_2 de los interruptores automáticos es la denominada I_f (intensidad de funcionamiento) que para los fusibles del tipo gG toma los valores siguientes:

$$I_f = 1,60 I_n \quad \text{si} \quad I_n \geq 16A$$

$$I_f = 1,90 I_n \quad \text{si} \quad 4A < I_n < 16A$$

$$I_f = 2,10 I_n \quad \text{si} \quad I_n \leq 4A$$

Imagen 20. Criterios protección contra sobreenintensidades.

2	4	6	10	16	20	25	35
40	50	63	80	100	125	160	200
250	315	400	425	500	630	800	1000

Intensidades Nominales normalizadas de los fusibles de BT

El factor de **1,25** para la selección de un magnetotérmico en relación con la corriente del fusible proviene de la **Instrucción Técnica Complementaria (ITC)** del **Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión (REBT)**, específicamente en el apartado relacionado con la **protección contra sobrecargas**.

TRAMO 1 - ESCENARIO 1 (2,325 kWp)	
DATOS	
Potencia [W]	2325
Longitud [m]	25
Tensión Nominal [V]	212,15
Caída de tensión [%]	1,5
Caída de tensión [V]	3,18
Conductividad [m/Ω mm ²]	56
Factor de Potencia	0,8

Paso 1: Uso de la tabla de intensidades admisibles

$$I_B = \frac{2325}{212,15 * \cos(0,8)} = 10,96 \text{ A}$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 1 de intensidades admisibles y el cable tipo **XLPE 2x** (monofásico), y se hace uso de la primera intensidad superior a la calculada que es de $I_z = 21 \text{ A}$, que equivale a la sección de **1,5 mm²**.

Paso 2: Uso de la tabla de caída de tensión unitaria

$$e_u = \frac{3,18}{0,025 * 10,96} = 11,6 \text{ V/A km}$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 5 de caídas de tensión unitaria a **90°** y factor de potencia **0,8** y obtenemos que la sección a la intensidad inferior a la calculada es de **4 mm²**.

Paso 3: Cálculo de la sección

$$S = \frac{2 * 25 * 2325}{56 * 3,18 * 212,15} = 3,08 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, tras todas estas comprobaciones se determina que la sección empleada será de un cable unipolar **RV-K 0.6/1 kV 4 mm²**.

Por otro lado, queda determinar el amperaje del fusible y del magnetotérmico, haciendo uso de las dos intensidades obtenidas $I_B = 10,96 \text{ A}$ e $I_z = 38 \text{ A}$.

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$, $10,96 \leq I_n \leq 38$, se hace uso de la tabla de intensidades nominales de los fusibles y se obtiene que I_n debe ser **16 A**.

2) $I_2 \leq 1,45 I_z$, $I_2 \leq 55,1 A$, como $I_n \geq 16 A$, $I_F = 1,6 I_n$, $I_F = 25,6 A$, para que cumpla $I_F \leq I_2$, cosa que ocurre, por lo tanto, se puede hacer uso del **fusible de 16 A**.

Y en cuanto al magnetotérmico, se determina que debe ser un **25 %** superior al fusible, se hará uso de un **magnetotérmico de 20 A**.

TRAMO 2 - ESCENARIO 1 (2,325 kWp)	
DATOS	
Potencia [W]	2000
Longitud [m]	30
Tensión Nominal [V]	230
Caída de tensión [%]	1,5
Caída de tensión [V]	3,45
Conductividad [$m/\Omega mm^2$]	56
Factor de Potencia	0,8

Paso 1: Uso de la tabla de intensidades admisibles

$$I_B = \frac{2000}{230 * \cos(0,8)} = 8,69 A$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 1 de intensidades admisibles y el cable tipo **XLPE 2x** (monofásico), y se hace uso de la primera intensidad superior a la calculada que es de $I_z = 21 A$, que equivale a la sección de **1,5 mm²**.

Paso 2: Uso de la tabla de caída de tensión unitaria

$$e_u = \frac{3,45}{0,03 * 8,69} = 13,23 V/A km$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 5 de caídas de tensión unitaria a **90°** y factor de potencia **0,8** y obtenemos que la sección a la intensidad inferior a la calculada es de **4 mm²**.

Paso 3: Cálculo de la sección

$$S = \frac{2 * 30 * 2000}{56 * 3,45 * 230} = 2,7 mm^2$$

Por lo tanto, tras todas estas comprobaciones se determina que la sección empleada será de un **cable unipolar RV-K 0.6/1 kV 4 mm²**.

Por otro lado, queda determinar el amperaje del fusible y del magnetotérmico, haciendo uso de las dos intensidades obtenidas $I_B = 8,69 A$ e $I_z = 38 A$.

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$, $8,69 \leq I_n \leq 38$, se hace uso de la tabla de intensidades nominales de los fusibles y se obtiene que I_n debe ser 16 A.

2) $I_2 \leq 1,45 I_z$, $I_2 \leq 55,1 A$, como $I_n \geq 16 A$, $I_F = 1,6 I_n$, $I_F = 25,6 A$, para que cumpla $I_F \leq I_2$, cosa que ocurre, por lo tanto, se puede hacer uso del **fusible de 16 A**.

Y en cuanto al magnetotérmico, se determina que debe ser un **25 %** superior al fusible, se hará uso de un **magnetotérmico de 20 A**.

TRAMO 3 - ESCENARIO 1 (2,325 kWp)	
DATOS	
Potencia [W]	2000
Longitud [m]	4
Tensión Nominal [V]	550
Caída de tensión [%]	1,5
Caída de tensión [V]	8,25
Conductividad [m/Ω mm ²]	56
Factor de Potencia	0,8

Paso 1: Uso de la tabla de intensidades admisibles

$$I_B = \frac{2000}{550 * \cos(0,8)} = 3,64 A$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 1 de intensidades admisibles y el cable tipo **XLPE 2x** (monofásico), y se hace uso de la primera intensidad superior a la calculada que es de $I_z = 21 A$, que equivale a la sección de **1,5 mm²**.

Paso 2: Uso de la tabla de caída de tensión unitaria

$$e_u = \frac{8,25}{0,004 * 3,64} = 566,62 V/A km$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 5 de caídas de tensión unitaria a **90°** y factor de potencia **0,8** y obtenemos que la sección a la intensidad inferior a la calculada es de **1,5 mm²**.

Paso 3: Cálculo de la sección

$$S = \frac{2 * 4 * 2000}{56 * 8,25 * 550} = 0,06 mm^2$$

Por lo tanto, tras todas estas comprobaciones se determina que la sección empleada será de un **cable unipolar RV-K 0.6/1 kV 2,5 mm²**, ya que es la sección mínima.

Por otro lado, queda determinar el amperaje del fusible y del magnetotérmico, haciendo uso de las dos intensidades obtenidas $I_B = 8,69 A$ e $I_z = 29 A$.

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$, $8,69 \leq I_n \leq 29$, se hace uso de la tabla de intensidades nominales de los fusibles y se obtiene que I_n debe ser 16 A.

2) $I_2 \leq 1,45 I_z$, $I_2 \leq 42,05 A$, como $I_n \geq 16 A$, $I_F = 1,6 I_n$, $I_F = 25,6 A$, para que cumpla $I_F \leq I_2$, cosa que ocurre, por lo tanto, se puede hacer uso del **fusible de 16 A**.

Y en cuanto al magnetotérmico, se determina que debe ser un **25 %** superior al fusible, se hará uso de un **magnetotérmico de 20 A**.

2.2.3. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL INVERSOR

La elección del inversor **Huawei SUN2000-2KTL-L1** ha sido debidamente justificada al evaluar su **compatibilidad técnica** con los módulos fotovoltaicos seleccionados, garantizando un funcionamiento óptimo y eficiente del sistema. A continuación, se detallan los criterios de selección:

1. Capacidad de entrada en corriente continua (CC):

El inversor SUN2000-2KTL-L1 admite una potencia máxima recomendada de entrada de **3000 Wp**, lo que cumple ampliamente con la potencia pico instalada de **2325 Wp** (5 módulos de 465 Wp cada uno). Este margen adicional asegura que el sistema pueda operar de manera eficiente, incluso en condiciones de sobreproducción momentánea, garantizando una operación óptima con un margen adecuado.

2. Rango de tensión de operación del MPPT (Vmp):

Los módulos seleccionados proporcionan un **voltaje de máxima potencia (Vmp)** de **42,43 V** por módulo, que al conectar 5 módulos en serie genera una tensión total de **212,15 V**. Este valor se encuentra **dentro del rango de operación del MPPT** del inversor, que oscila entre **90 V y 560 V**, cumpliendo con los requisitos de funcionamiento óptimo.

3. Voltaje a circuito abierto (Voc):

El **voltaje a circuito abierto (Voc)** de los módulos es de **50,15 V**, lo que suma **250,75 V** para el string de 5 módulos. Este valor es **inferior a la tensión nominal de entrada máxima** del inversor de **600 V**, asegurando un funcionamiento seguro y sin riesgos de sobrevoltaje.

4. Corriente máxima de potencia (Imp):

La **corriente máxima de potencia (Imp)** de los módulos es de **10,96 A**, valor que coincide perfectamente con la capacidad del inversor, que permite una **corriente máxima de 12,5 A**. Esto garantiza que no habrá pérdidas por limitación de corriente.

5. Corriente de cortocircuito (Isc):

La **corriente de cortocircuito (Isc)** de los módulos es de **11,49 A**, lo que en un string de 5 módulos en serie mantiene la corriente en **11,49 A**. Este valor es inferior a la corriente máxima de cortocircuito permitida por el inversor de **18 A**, asegurando la seguridad y el correcto funcionamiento del sistema.

- **Comprobación de compatibilidad técnica**

La tabla presentada (**Imagen 21**) confirma que todos los parámetros de los módulos fotovoltaicos son compatibles y cumplen con las especificaciones técnicas del inversor seleccionado. Estos datos han sido obtenidos directamente de las fichas técnicas oficiales de cada componente.

	Módulo	String (5 mod.)	Inversor	
Vmp [V]	42,43	212,15	90 V - 560 V	CUMPLE
Voc [V]	50,15	250,75	600 V	CUMPLE
Isc [A]	11,49	11,49	18 A	CUMPLE
Imp [A]	10,96	10,96	12,5 A	CUMPLE
Pmáx [W]	465	2325	3000 W	CUMPLE

Vmp : Voltaje Máximo de Potencia / Rango de tensión de operación de MPPT

Voc : Voltaje a Circuito Abierto / Tensión Nominal de Entrada

Isc : Corriente de Cortocircuito / Máxima Intensidad por MPPT

Imp : Corriente Máxima de Potencia / Máxima Intensidad por MPPT

Pmáx : Potencia Máxima Nominal / Entrada de CC máxima recomendada

Imagen 21. Tabla compatibilidad paneles solares e inversor instalados.

Gracias a esta compatibilidad, se garantiza una **máxima eficiencia de conversión** de hasta el **98,2 %**, lo que minimiza las pérdidas energéticas y asegura un rendimiento óptimo del sistema. Además, al contar con una **conexión monofásica a la red eléctrica** y una **potencia de salida nominal de 2000 W**, el inversor cubre adecuadamente las necesidades de la instalación diseñada.

En conclusión, el **Huawei SUN2000-2KTL-L1** no solo es una opción eficiente y adecuada, sino también la mejor alternativa para garantizar la compatibilidad total con los módulos fotovoltaicos seleccionados, tal y como queda demostrado en la tabla adjunta.

2.2.4. JUSTIFICACIÓN DEL USO DE BATERÍAS Y SU CAPACIDAD

En el presente apartado se analiza la viabilidad del uso de baterías en la **Instalación Solar Fotovoltaica**, considerando su impacto en el autoconsumo. La incorporación de baterías en el sistema fotovoltaico presenta tanto ventajas como desafíos que deben ser evaluados para determinar su conveniencia en términos técnicos y financieros.

- **Análisis de la recuperación de la inversión**

El estudio económico revela una **brecha significativa en la recuperación de la inversión** (ANEXO I: 2.2.6. TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN) entre la instalación con y sin baterías. Sin la incorporación de almacenamiento, el periodo de amortización es menor debido a una inversión inicial más reducida. No obstante, esto implica una menor utilización de la energía generada, lo que conlleva un mayor vertido de excedentes a la red y, en consecuencia, una dependencia más elevada del suministro eléctrico convencional.

Por otro lado, la integración de baterías conlleva una inversión inicial más elevada, pero permite optimizar el uso de la energía generada, reduciendo la dependencia de la red eléctrica y maximizando el ahorro a largo plazo. Esta diferencia en los plazos de amortización es un factor clave en la toma de decisiones sobre la implementación del sistema de almacenamiento.

- **Impacto económico**

Desde una perspectiva económica, la instalación de baterías genera una brecha económica considerable, ya que el coste adicional que implican afecta la rentabilidad global del sistema. La evaluación del retorno de la inversión debe considerar tanto el ahorro energético derivado de la reducción del consumo de la red como la vida útil de las baterías y su mantenimiento.

En este sentido, es fundamental analizar si el incremento en la autosuficiencia energética compensa el gasto adicional en almacenamiento, teniendo en cuenta las tarifas de compensación por excedentes vertidos a la red y las fluctuaciones en los precios de la electricidad.

- **Autoconsumo energético**

El autoconsumo es un aspecto clave en la evaluación del uso de baterías. **Sin almacenamiento**, el autoconsumo se limita al consumo instantáneo de la energía generada, lo que significa que el excedente producido durante las horas de máxima radiación solar debe ser inyectado a la red, a menudo a un precio inferior al coste de compra de la electricidad.

Con baterías, la capacidad de almacenamiento permite utilizar la energía generada en horas de nula producción (como en la noche o en días nublados), incrementando significativamente el porcentaje de autoconsumo y reduciendo la dependencia de la red.

A continuación, se presentarán imágenes que muestran los **porcentajes de autoconsumo de cada mes** sin baterías, con baterías **cargadas al 100%** y con las baterías **totalmente descargadas**, los cuales permitirán visualizar la variabilidad en el uso de la energía generada a lo largo del año y evaluar cómo influye la incorporación de almacenamiento en la optimización de los recursos energéticos.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO			
ene-24				feb-24			
Hora	Consumo (Wh)	0% BAT.	100% BAT.	Hora	Consumo (Wh)	0% BAT.	100% BAT.
0:00	1503	-1.503,00	8.457,00	0:00	638	-938,00	9.162,00
1:00	1389	-2.892,00	7.106,00	1:00	100	-938,00	9.062,00
2:00	1522	-4.414,00	5.586,00	2:00	79	-1.017,00	8.983,00
3:00	243	-4.657,00	5.343,00	3:00	73	-1.090,00	8.910,00
4:00	87	-4.744,00	5.256,00	4:00	89	-1.178,00	8.821,00
5:00	93	-4.837,00	5.163,00	5:00	80	-1.238,00	8.761,00
6:00	90	-4.927,00	5.073,00	6:00	90	-1.328,00	8.671,00
7:00	65	-4.992,00	5.008,00	7:00	60	-1.388,00	8.611,00
8:00	82	-5.074,00	4.926,00	8:00	94	-21,16	-1.410,16
9:00	88	418,04	5.344,04	9:00	73	501,29	5.091,14
10:00	224	650,73	1.068,77	10:00	229	710,27	1.211,56
11:00	450	709,71	1.778,48	11:00	149	1.055,51	2.267,07
12:00	566	717,53	2.496,02	12:00	588	775,18	3.042,25
13:00	507	792,59	3.288,61	13:00	90	1.301,51	4.343,75
14:00	1283	-113,48	3.175,13	14:00	110	1.184,07	5.527,83
15:00	1682	-713,49	2.461,64	15:00	356	717,02	6.244,85
16:00	1606	-964,02	1.497,62	16:00	497	265,37	6.510,22
17:00	1501	-1.208,92	288,70	17:00	1722	-1.315,22	5.194,00
18:00	1465	-1.464,56	-1.175,86	18:00	1437	-1.371,88	3.822,12
19:00	1469	-2.644,86	2.281,14	19:00	1954	1.868,12	5.357,91
20:00	1409	-4.053,86	872,14	20:00	2330	-461,88	3.027,91
21:00	1620	-5.673,86	-747,86	21:00	1289	-1.750,88	1.738,91
22:00	2239	-7.912,86	-2.986,86	22:00	1188	-2.938,88	550,91
23:00	2559	-10.471,86	-5.545,86	23:00	1166	-4.104,88	-615,09
TOTAL	23742			TOTAL	14659		
Cons. Medio	989,25			Cons. Medio	610,79		
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	14,37	15.545,86	<< Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías	Consumo en Horas de 0 producción [kW]	9,32	5.515,03	<< Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías
CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES 18,28				CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES 18,83			
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	7,73%			AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	14,26%		
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	72,97%			AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	92,05%		
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	33,30%			AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	49,14%		

Tablas: Análisis Autoconsumo meses de enero y febrero.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO			
mar-24			
Hora	Consumo (Wh)	0% BAT.	100% BAT.
0:00	1043	0,00	10.000,00
1:00	1107	-1.043,00	8.957,00
2:00	247	-2.150,00	7.850,00
3:00	67	-2.397,00	7.603,00
4:00	92	-2.464,00	7.536,00
5:00	72	-2.556,00	7.444,00
6:00	76	-2.628,00	7.372,00
7:00	168	-2.704,00	7.296,00
8:00	137	-164,08	-2.868,08
9:00	96	191,28	191,28
10:00	526	191,28	7.323,21
11:00	572	643,08	834,37
12:00	142	570,91	1.405,28
13:00	89	747,32	2.152,60
14:00	331	1.331,59	3.484,19
15:00	782	1.325,20	4.809,39
16:00	324	1.002,11	5.811,49
17:00	293	319,14	6.130,63
18:00	691	473,44	6.604,07
19:00	1585	258,13	6.862,21
20:00	1883	-552,57	6.309,64
21:00	1358	-1.583,73	4.725,91
22:00	2656	2.842,91	5.980,70
23:00	1409	1.484,91	4.622,70
Cons. Medio	652,29	-1.171,09	1.966,70
TOTAL	15655	-2.580,09	557,70
Consumo en Horas de 0 producción [kWh]	10,81	5.448,17	<< Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO			
abr-24			
Hora	Consumo (Wh)	0% BAT.	100% BAT.
0:00	1003	0,00	10.000,00
1:00	793	-1.003,00	8.997,00
2:00	78	-1.796,00	8.204,00
3:00	92	-1.874,00	8.126,00
4:00	100	-1.966,00	8.034,00
5:00	85	-2.066,00	7.934,00
6:00	100	-2.131,00	7.869,00
7:00	69	-2.231,00	7.769,00
8:00	96	79,95	79,95
9:00	84	414,49	494,44
10:00	416	787,65	1.282,10
11:00	220	782,60	2.064,69
12:00	169	1.199,46	3.264,16
13:00	75	1.370,24	4.634,40
14:00	230	1.415,70	6.050,10
15:00	1487	1.144,81	7.194,90
16:00	1255	-357,22	6.837,69
17:00	202	-423,19	6.414,50
18:00	170	281,48	6.695,96
19:00	163	1,18	6.697,16
20:00	149	-124,33	6.572,83
21:00	234	6.423,83	9.726,67
22:00	262	6.189,83	9.492,67
23:00	1134	5.927,63	9.230,67
Cons. Medio	360,25	4.793,83	8.096,67
TOTAL	8646	2.231,00	<< Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías
Consumo en Horas de 0 producción [kWh]	4,01	2.231,00	<< Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES	20,21
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	20,45%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	100,00%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	55,69%

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES	21,21
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	20,02%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	100,00%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	74,20%

Tablas: Análisis Autoconsumo meses de marzo y abril.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO			
may-24			
Hora	Consumo (Wh)	0% BAT.	100% BAT.
0:00	133	0,00	10.000,00
1:00	97	-133,00	9.867,00
2:00	81	-230,00	9.770,00
3:00	83	-311,00	9.689,00
4:00	93	-394,00	9.606,00
5:00	96	-487,00	9.513,00
6:00	93	-583,00	9.417,00
7:00	77	-77,62	-678,00
8:00	569	184,23	184,23
9:00	209	37,40	221,63
10:00	108	743,22	964,86
11:00	93	1.154,30	2.119,16
12:00	91	1.384,80	3.503,96
13:00	463	1.485,26	4.989,22
14:00	263	1.084,62	6.073,83
15:00	215	1.121,58	7.195,41
16:00	118	934,48	8.129,89
17:00	120	720,47	8.850,36
18:00	111	383,08	9.233,44
19:00	107	91,14	9.324,58
20:00	168	-22,22	9.302,36
21:00	1810	9.134,36	9.809,78
22:00	1549	7.324,36	7.999,78
23:00	194	5.775,36	6.450,78
Cons. Medio	289,21	5.581,36	6.256,78
TOTAL	6941	676,00	<< Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías
Consumo en Horas de 0 producción [kWh]	4,30	676,00	<< Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO			
jun-24			
Hora	Consumo (Wh)	0% BAT.	100% BAT.
0:00	887	0,00	10.000,00
1:00	341	-887,00	9.113,00
2:00	211	-1.228,00	8.772,00
3:00	164	-1.439,00	8.561,00
4:00	165	-1.603,00	8.397,00
5:00	126	-1.768,00	8.232,00
6:00	160	-1.894,00	8.106,00
7:00	132	-2.020,49	7.979,51
8:00	141	146,65	146,65
9:00	174	469,60	616,25
10:00	279	776,60	1.392,85
11:00	454	975,72	2.368,57
12:00	181	1.025,42	3.393,99
13:00	169	1.399,77	4.793,76
14:00	126	1.404,88	6.198,64
15:00	890	1.304,73	7.503,38
16:00	1644	307,33	7.810,71
17:00	1383	-758,68	7.052,03
18:00	1078	-828,49	6.223,53
19:00	1157	-842,79	5.380,74
20:00	424	-1.042,58	4.338,16
21:00	345	-413,14	3.925,03
22:00	529	3.925,03	5.769,32
23:00	1763	3.051,03	5.240,32
Cons. Medio	538,46	1.288,03	3.477,32
TOTAL	12923	2.020,49	<< Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías
Consumo en Horas de 0 producción [kWh]	4,53	2.020,49	<< Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES	21,86
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	35,11%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	100,00%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	90,26%

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES	22,19
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	19,70%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	100,00%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	84,11%

Tablas: Análisis Autoconsumo meses de mayo y junio.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO			
jul-24			
Hora	Consumo (Wh)	0% BAT.	100% BAT.
0:00	748	0,00	10.000,00
1:00	960	-748,00	9.252,00
2:00	1687	-1.708,00	8.292,00
3:00	1635	-3.395,00	6.605,00
4:00	1617	-5.030,00	4.970,00
5:00	1555	-6.647,00	3.353,00
6:00	1424	-8.202,00	1.796,00
7:00	1422	-1.410,25	-9.612,25
8:00	1488	-1.178,50	-10.790,74
9:00	1498	-922,01	-11.712,75
10:00	1518	-578,69	-12.291,44
11:00	1526	-272,21	-12.563,64
12:00	1557	-83,30	-12.646,95
13:00	1564	25,61	25,61
14:00	1572	6,61	32,21
15:00	1032	429,64	461,85
16:00	136	1.106,99	1.568,85
17:00	474	456,94	2.025,78
18:00	1616	-1.034,90	990,88
19:00	1246	-997,81	-6,92
20:00	350	-237,46	-244,38
21:00	637	-627,60	-871,98
22:00	563	-1.434,98	-1.434,98
23:00	2600	4.034,98	-4.034,98
23:00	2275	-6.309,98	-6.309,98
TOTAL	31209		
Cons. Medio	1300,38		

Consumo en Horas de 0 producción [kW] 13,64 18.956,93 << Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO			
ago-24			
Hora	Consumo (Wh)	0% BAT.	100% BAT.
0:00	1438	0,00	10.000,00
1:00	1367	-1.438,00	8.562,00
2:00	1257	-2.805,00	7.195,00
3:00	1021	-4.062,00	5.938,00
4:00	962	-5.083,00	4.917,00
5:00	991	-6.045,00	3.955,00
6:00	992	-7.036,00	2.964,00
7:00	347	-1.036,00	1.972,00
8:00	278	-168,83	2.053,40
9:00	148	748,20	2.952,22
10:00	146	1.076,81	2.075,23
11:00	140	1.330,91	3.406,14
12:00	272	1.322,06	4.728,20
13:00	457	1.142,48	6.031,38
14:00	1239	220,04	7.378,85
15:00	1452	-244,17	8.783,89
16:00	1530	-642,00	10.209,31
17:00	1508	-971,54	11.636,18
18:00	479	-2.761,71	13.112,48
19:00	1070	-999,92	14.592,30
20:00	1280	1.676,37	16.068,67
21:00	2451	-774,63	17.543,04
22:00	1278	2.050,63	19.013,67
23:00	1141	-3.191,63	20.485,04
TOTAL	23240		
Cons. Medio	968,33		

Consumo en Horas de 0 producción [kW] 14,18 10.396,45 << Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES	22,25
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	15,31%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	51,33%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	20,49%

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES	21,85
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	11,53%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	69,60%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	43,02%

Tablas: Análisis Autoconsumo meses de julio y agosto.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO			
sep-23			
Hora	Consumo (Wh)	0% BAT.	100% BAT.
0:00	647	0,00	10.000,00
1:00	632	-647,00	9.353,00
2:00	539	-1.279,00	8.712,00
3:00	516	-1.818,00	8.182,00
4:00	674	-2.334,00	7.656,00
5:00	1010	-3.208,00	6.792,00
6:00	804	-4.218,00	5.782,00
7:00	680	-5.022,00	4.978,00
8:00	178	-5.619,72	4.380,28
9:00	413	-597,72	3.802,56
10:00	178	282,58	2.825,98
11:00	143	427,88	2.106,04
12:00	121	965,95	1.676,41
13:00	196	1.676,41	6.056,69
14:00	179	1.240,81	7.297,50
15:00	1108	2.917,22	7.297,50
16:00	1825	1.340,81	2.917,22
17:00	1472	1.369,04	4.386,25
18:00	1382	1.369,04	8.666,53
19:00	1330	1.285,67	9.952,20
20:00	1407	1.140,88	11.093,08
21:00	1386	1.140,88	12.233,96
22:00	1618	-42,90	13.374,86
23:00	1355	-1.066,42	14.421,30
TOTAL	19983	-1.066,42	5.603,48
Cons. Medio	832,63	-1.067,20	4.536,29

Consumo en Horas de 0 producción [kW] 10,79 9.450,03 << Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO			
oct-23			
Hora	Consumo (Wh)	0% BAT.	100% BAT.
0:00	2 049,00	0,00	10.000,00
1:00	284	-2.049,00	7.951,00
2:00	240	-2.333,00	6.618,00
3:00	204	-2.573,00	5.285,00
4:00	151	-2.777,00	3.952,00
5:00	138	-2.928,00	2.620,00
6:00	128	-3.066,00	1.287,00
7:00	111	-3.194,00	0.000,00
8:00	140	-3.304,41	6.695,59
9:00	464	-110,41	5.731,18
10:00	234	243,71	4.787,47
11:00	196	304,94	3.802,53
12:00	207	837,65	2.825,98
13:00	290	1.079,53	1.848,46
14:00	124	1.148,49	818,46
15:00	284	1.103,70	304,94
16:00	799	4.718,03	548,65
17:00	195	5.809,15	7.244,25
18:00	152	6.474,14	8.681,90
19:00	225	6.872,59	10.000,00
20:00	226	6.999,81	11.318,46
21:00	211	7.200,00	12.636,96
22:00	274	7.474,00	13.955,46
23:00	254	7.728,00	15.273,96
TOTAL	7540		
Cons. Medio	314,17		

Consumo en Horas de 0 producción [kW] 4,38 3.304,41 << Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES	20,53
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	7,00%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	93,22%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	49,65%

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES	19,28
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	27,77%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	100,00%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	56,17%

Tablas: Análisis Autoconsumo meses de septiembre y octubre.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO			
nov-23		0% BAT.	100% BAT.
Hora	Consumo (Wh)		
0:00	103	-103,00	9.897,00
1:00	161	-264,00	9.736,00
2:00	167	-431,00	9.569,00
3:00	93	-524,00	9.476,00
4:00	88	-612,00	9.386,00
5:00	80	-692,00	9.308,00
6:00	69	-761,00	9.239,00
7:00	76	-837,00	9.163,00
8:00	140	5,09	9.168,09
9:00	93	520,80	9.688,89
10:00	81	857,66	1.383,55
11:00	78	1.087,94	2.471,49
12:00	879	389,83	2.861,32
13:00	514	711,65	3.572,98
14:00	71	1.009,78	4.582,76
15:00	92	722,66	5.305,42
16:00	75	425,05	5.730,47
17:00	77	84,04	5.814,51
18:00	163	5.651,51	9.837,00
19:00	1391	4.260,51	8.446,00
20:00	1533	2.727,51	6.913,00
21:00	2796	-68,49	4.117,00
22:00	1854	-1.922,49	2.263,00
23:00	1036	-2.958,49	1.227,00
TOTAL	11706		
Cons. Medio	487,75		
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	9,81	3.795,49	<< Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO			
dic-23		0% BAT.	100% BAT.
Hora	Consumo (Wh)		
0:00	2255	-2.255,00	7.745,00
1:00	2049	-4.304,00	5.696,00
2:00	853	-5.157,00	4.843,00
3:00	56	-5.213,00	4.787,00
4:00	76	-5.289,00	4.711,00
5:00	70	-5.359,00	4.641,00
6:00	54	-5.413,00	4.587,00
7:00	84	-5.497,00	4.503,00
8:00	109	-5.606,00	4.394,00
9:00	237	246,16	4.640,16
10:00	158	686,88	5.327,05
11:00	81	1.013,23	6.340,27
12:00	64	1.152,96	7.493,25
13:00	63	1.155,98	8.649,23
14:00	652	437,16	9.086,39
15:00	2721	-1.872,18	7.214,21
16:00	2557	-2.032,19	5.182,02
17:00	2546	-2.383,47	2.798,56
18:00	1935	-3.530,44	863,56
19:00	1888	-5.418,44	-1.024,44
20:00	1157	-6.575,44	-2.181,44
21:00	361	-6.936,44	-2.542,44
22:00	585	-7.521,44	-3.127,44
23:00	1739	-9.260,44	-4.866,44
TOTAL	22350		
Cons. Medio	931,25		
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	13,27	14.896,44	<< Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES		17,91
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	17,91%	
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	100,00%	
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	44,28%	

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES		17,48
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	5,62%	
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	74,30%	
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	29,23%	

Tablas: Análisis Autoconsumo meses de noviembre y diciembre.

Tras analizar todas las imágenes presentadas anteriormente, así como el autoconsumo medio anual reflejado en la **Imagen 22**, se concluye que el sistema fotovoltaico sin baterías alcanzaría un nivel de autoconsumo inferior al 20 %, mientras que la incorporación de baterías permitiría elevar dicho porcentaje a un rango aproximado del 50 % al 60 %.

No obstante, la decisión final sobre la viabilidad del uso de baterías será justificada en función del estudio económico, el cual evaluará la rentabilidad de la inversión y el ahorro energético obtenido (ANEXO I: 2.2.5. RENTABILIDAD USO DE BATERÍAS).

AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	16,87%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	89,46%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	52,46%

Imagen 22. Tabla Autoconsumo Medio Anual.

Para la selección de la capacidad de las baterías en el sistema, se ha realizado un estudio detallado de los excedentes y déficits energéticos diarios para cada mes del año.

Este análisis se resume en la gráfica presentada, donde se observa el comportamiento energético en términos de superávit o déficit diario.

- Análisis del Estudio de Excedentes / Déficits

En la gráfica adjunta (**Imagen 23**), se aprecia que:

- **El excedente y el déficit diario de energía nunca supera los 10 kWh**, incluso en los meses de mayor variabilidad como enero, febrero, y diciembre.
- El sistema tiene una tendencia a fluctuaciones moderadas, permitiendo una gestión energética eficiente sin requerir baterías de mayor capacidad.

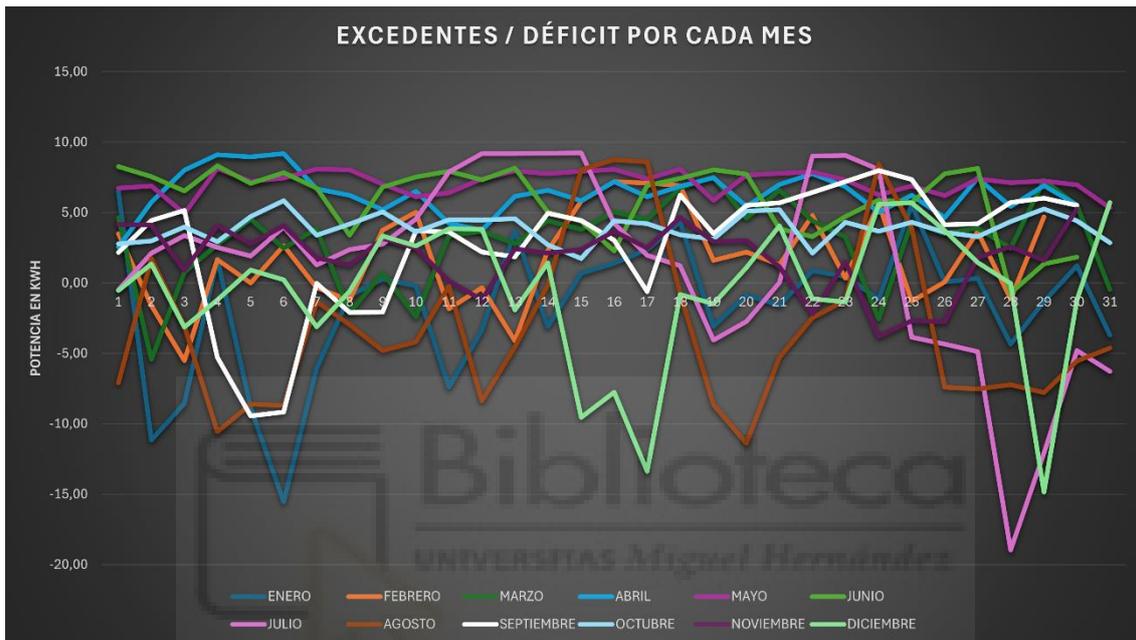


Imagen 23. Gráfico de los excedentes y déficits mensual

- Elección de la Capacidad de las Baterías

Basado en estos resultados, se han seleccionado **dos baterías de 5 kWh cada una**, configurando un sistema de almacenamiento total de **10 kWh**. Esta elección responde a los siguientes criterios:

- 1. Capacidad Suficiente:** Los 10 kWh cubren tanto los excedentes como los déficits diarios, permitiendo almacenar energía sobrante durante el día y suministrar la necesaria durante la noche o en momentos de baja producción.
- 2. Optimización de Costes y Espacio:** Una capacidad mayor sería innecesaria, ya que el estudio demuestra que no se requiere más de 10 kWh para balancear los flujos energéticos.
- 3. Escalabilidad y Modularidad:** Al utilizar baterías modulares como las Huawei Luna2000, es posible ampliar el sistema si las necesidades energéticas cambian en el futuro.

En conclusión, la elección de dos baterías de **5 kWh** está plenamente justificada por el comportamiento energético del sistema, maximizando la eficiencia operativa y garantizando la viabilidad económica del proyecto.

2.3. CÁLCULOS DE LA ISF DE 3 kWp

2.3.1. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN DIARIA PROMEDIO

Para realizar el cálculo de la producción diaria promedio se ha empleado el mismo método que en el escenario anterior, haciendo uso de los mismos datos, en cambio el único dato que varía es el de la potencia pico instalada.

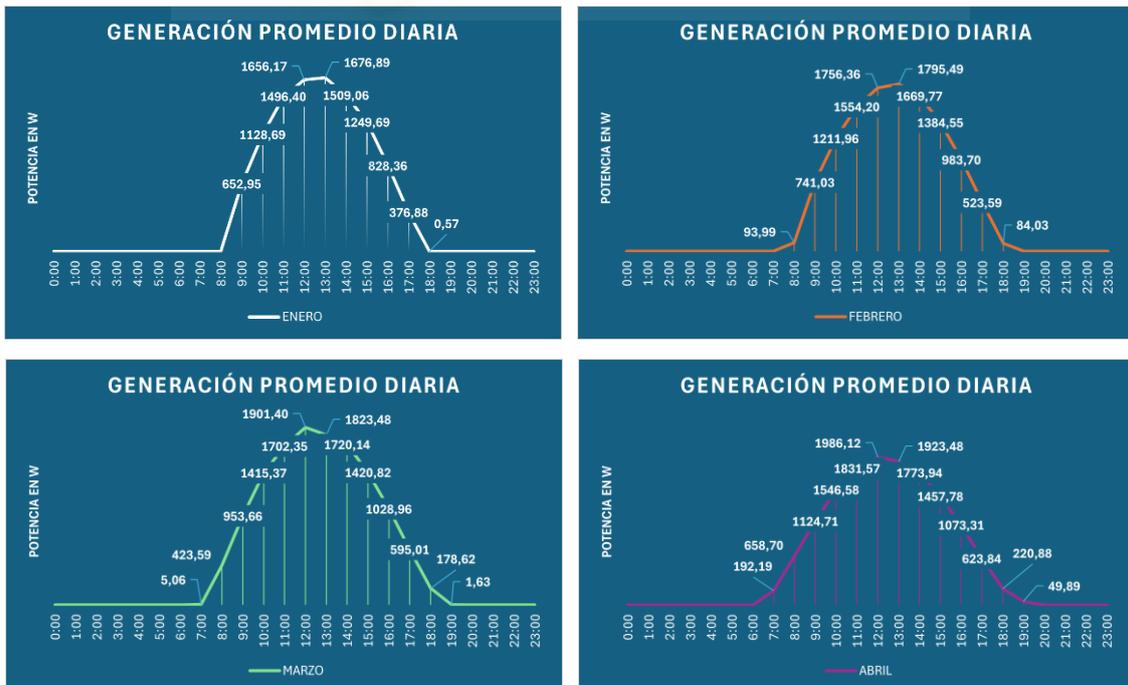
$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} PR}{G_{CEM}} \text{ kWh/día}$$

Donde:

P_{mp} = Potencia pico del generador

$G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$

Imagen 24. Artículo 7 del PCT-C-REV - julio 2011.





2.3.2. DIMENSIONAMIENTO DEL CABLEADO

Para determinar el dimensionamiento del cableado en este caso, se van a realizar los mismos pasos con las mismas fórmulas que en el **escenario 1** (2.2.2. DIMENSIONAMIENTO DEL CABLEADO), la única modificación son los datos, ya que las baterías, el inversor y los módulos son totalmente distintos, en este caso se haría uso de una cantidad de 5 módulos

TRAMO 1 - ESCENARIO 2 (3 kWp)	
DATOS	
Potencia [W]	3000
Longitud [m]	25
Tensión Nominal [V]	223,4
Caída de tensión [%]	1,5
Caída de tensión [V]	3,35
Conductividad [m/Ω mm ²]	56
Factor de Potencia	0,8

Paso 1: Uso de la tabla de intensidades admisibles

$$I_B = \frac{3000}{223,4 * \cos(0,8)} = 13,43 \text{ A}$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 1 de intensidades admisibles y el cable tipo **XLPE 2x** (monofásico), y se hace uso de la primera intensidad superior a la calculada que es de $I_z = 21 \text{ A}$, que equivale a la sección de **1,5 mm²**.

Paso 2: Uso de la tabla de caída de tensión unitaria

$$e_u = \frac{3,35}{0,025 * 13,43} = 9,97 \text{ V/A km}$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 5 de caídas de tensión unitaria a **90°** y factor de potencia **0,8** y obtenemos que la sección a la intensidad inferior a la calculada es de **4 mm²**.

Paso 3: Cálculo de la sección

$$S = \frac{2 * 25 * 3000}{56 * 3,35 * 223,4} = 3,58 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, tras todas estas comprobaciones se determina que la sección empleada será de un **cable unipolar RV-K 0.6/1 kV 4 mm²**.

Por otro lado, queda determinar el amperaje del fusible y del magnetotérmico, haciendo uso de las dos intensidades obtenidas $I_B = 13,43 \text{ A}$ e $I_z = 38 \text{ A}$.

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$, $13,43 \leq I_n \leq 38$, se hace uso de la tabla de intensidades nominales de los fusibles y se obtiene que I_n debe ser **16 A**.

2) $I_2 \leq 1,45 I_z$, $I_2 \leq 55,1 \text{ A}$, como $I_n \geq 16 \text{ A}$, $I_F = 1,6 I_n$, $I_F = 25,6 \text{ A}$, para que cumpla $I_F \leq I_2$, cosa que ocurre, por lo tanto, se puede hacer uso del **fusible de 16 A**.

Y en cuanto al magnetotérmico, se determina que debe ser un **25 %** superior al fusible, se hará uso de un **magnetotérmico de 20 A**.

TRAMO 2 - ESCENARIO 2 (3 kWp)	
DATOS	
Potencia [W]	3000
Longitud [m]	30
Tensión Nominal [V]	230
Caída de tensión [%]	1,5
Caída de tensión [V]	3,45
Conductividad [m/Ω mm ²]	56
Factor de Potencia	0,8

Paso 1: Uso de la tabla de intensidades admisibles

$$I_B = \frac{3000}{230 * \cos(0,8)} = 13,04 \text{ A}$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 1 de intensidades admisibles y el cable tipo **XLPE 2x** (monofásico), y se hace uso de la primera intensidad superior a la calculada que es de $I_z = 21 \text{ A}$, que equivale a la sección de **1,5 mm²**.

Paso 2: Uso de la tabla de caída de tensión unitaria

$$e_u = \frac{3,45}{0,03 * 13,04} = 8,82 \text{ V/A km}$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 5 de caídas de tensión unitaria a **90°** y factor de potencia **0,8** y obtenemos que la sección a la intensidad inferior a la calculada es de **4 mm²**.

Paso 3: Cálculo de la sección

$$S = \frac{2 * 30 * 3000}{56 * 3,45 * 230} = 4,05 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, tras todas estas comprobaciones se determina que la sección empleada será de un **cable unipolar RV-K 0.6/1 kV 6 mm²**.

Por otro lado, queda determinar el amperaje del fusible y del magnetotérmico, haciendo uso de las dos intensidades obtenidas $I_B = 17,39 \text{ A}$ e $I_z = 49 \text{ A}$.

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$, $17,39 \leq I_n \leq 49$, se hace uso de la tabla de intensidades nominales de los fusibles y se obtiene que I_n debe ser 20 A.

2) $I_2 \leq 1,45 I_z$, $I_2 \leq 71,05 \text{ A}$, como $I_n \geq 16 \text{ A}$, $I_F = 1,6 I_n$, $I_F = 32 \text{ A}$, debe cumplir que $I_F \leq I_2$, cosa que ocurre, por lo tanto, se puede hacer uso del **fusible de 20 A**.

Y en cuanto al magnetotérmico, se determina que debe ser un **25 %** superior al fusible, se hará uso de un **magnetotérmico de 25 A**.

TRAMO 3 - ESCENARIO 2 (3 kWp)	
DATOS	
Potencia [W]	3000
Longitud [m]	4
Tensión Nominal [V]	57
Caída de tensión [%]	1,5
Caída de tensión [V]	0,86
Conductividad [m/Ω mm ²]	56
Factor de Potencia	0,8

Paso 1: Uso de la tabla de intensidades admisibles

$$I_B = \frac{3000}{57 * \cos(0,8)} = 52,64 A$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 1 de intensidades admisibles y el cable tipo **XLPE 2x** (monofásico), y se hace uso de la primera intensidad superior a la calculada que es de $I_z = 68 A$, que equivale a la sección de **10 mm²**.

Paso 2: Uso de la tabla de caída de tensión unitaria

$$e_u = \frac{0,86}{0,004 * 52,64} = 4,08 V/A km$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 5 de caídas de tensión unitaria a **90°** y factor de potencia **0,8** y obtenemos que la sección a la intensidad inferior a la calculada es de **10 mm²**.

Paso 3: Cálculo de la sección

$$S = \frac{2 * 4 * 3000}{56 * 0,86 * 57} = 8,74 mm^2$$

Por lo tanto, tras todas estas comprobaciones se determina que la sección empleada será de un **cable unipolar RV-K 0.6/1 kV 10 mm²**.

Por otro lado, queda determinar el amperaje del fusible y del magnetotérmico, haciendo uso de las dos intensidades obtenidas $I_B = 52,64 A$ e $I_z = 68 A$.

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$, $52,64 \leq I_n \leq 68$, se hace uso de la tabla de intensidades nominales de los fusibles y se obtiene que I_n debe ser 63 A.

2) $I_2 \leq 1,45 I_z$, $I_2 \leq 98,6 A$, como $I_n \geq 16 A$, $I_F = 1,6 I_n$, $I_F = 100,8 A$, debe cumplir que $I_F \leq I_2$ cosa que no ocurre, por lo tanto, se debe **aumentar la sección a 16 mm²** que corresponde a una $I_z = 91 A$ y a un fusible de **80 A** donde su $I_F = 100,8 A$ e, $I_2 \leq 131,95 A$, se cumple el segundo criterio.

Y en cuanto al magnetotérmico, se determina que debe ser un **25 %** superior al fusible,

se hará uso de un **magnetotérmico de 100 A**.

2.3.3. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL INVERSOR

La elección del inversor **Tensite AH3M-2** ha sido debidamente justificada al evaluar su **compatibilidad técnica** con los módulos fotovoltaicos seleccionados, garantizando un funcionamiento óptimo y eficiente del sistema. A continuación, se detallan los criterios de selección:

1. Capacidad de entrada en corriente continua (CC):

El inversor AH3M-2 admite una potencia máxima recomendada de entrada de **5500 Wp**, lo que cumple ampliamente con la potencia pico instalada de **3000 Wp** (5 módulos de 600 Wp cada uno). Este margen adicional asegura que el sistema pueda operar de manera eficiente, incluso en condiciones de sobreproducción momentánea, garantizando una operación óptima con un margen adecuado.

2. Rango de tensión de operación del MPPT (V_{mp}):

Los módulos seleccionados proporcionan un **voltaje de máxima potencia (V_{mp})** de **44,68 V** por módulo, que al conectar 5 módulos en serie genera una tensión total de **223,4 V**. Este valor se encuentra **dentro del rango de operación del MPPT** del inversor, que oscila entre **40 V y 530 V**, cumpliendo con los requisitos de funcionamiento óptimo.

3. Voltaje a circuito abierto (V_{oc}):

El **voltaje a circuito abierto (V_{oc})** de los módulos es de **53,99 V**, lo que suma **269,95 V** para el string de 5 módulos. Este valor es **inferior a la tensión nominal de entrada máxima** del inversor de **550 V**, asegurando un funcionamiento seguro y sin riesgos de sobrevoltaje.

4. Corriente máxima de potencia (I_{mp}):

La **corriente máxima de potencia (I_{mp})** de los módulos es de **13,43 A**, valor que coincide perfectamente con la capacidad del inversor, que permite una **corriente máxima de 16 A**. Esto garantiza que no habrá pérdidas por limitación de corriente.

5. Corriente de cortocircuito (I_{sc}):

La **corriente de cortocircuito (I_{sc})** de los módulos es de **15,95 A**, lo que en un string de 5 módulos en serie mantiene la corriente en **15,95 A**. Este valor es inferior a la corriente máxima de cortocircuito permitida por el inversor de **20 A**, asegurando la seguridad y el correcto funcionamiento del sistema.

Comprobación de compatibilidad técnica

La tabla presentada (**Imagen 25**) confirma que todos los parámetros de los módulos fotovoltaicos son compatibles y cumplen con las especificaciones técnicas del inversor seleccionado. Estos datos han sido obtenidos directamente de las fichas técnicas oficiales de cada componente.

	Módulo	String (5 mod.)	Inversor	
V _{mp} [V]	44,68	223,4	40 V - 530 V	CUMPLE
V _{oc} [V]	53,99	269,95	550 V	CUMPLE
I _{sc} [A]	15,95	15,95	20 A	CUMPLE
I _{mp} [A]	13,43	13,43	16 A	CUMPLE
P _{máx} [W]	600	3000	5500 W	CUMPLE

V_{mp} : Voltaje Máximo de Potencia / Rango de tensión de operación de MPPT

V_{oc} : Voltaje a Circuito Abierto / Tensión Nominal de Entrada

I_{sc} : Corriente de Cortocircuito / Máxima Intensidad por MPPT

I_{mp} : Corriente Máxima de Potencia / Máxima Intensidad por MPPT

P_{máx} : Potencia Máxima Nominal / Entrada de CC máxima recomendada

Imagen 25. Tabla compatibilidad paneles solares e inversor instalados.

Gracias a esta compatibilidad, se garantiza una **máxima eficiencia de conversión** de hasta el **97,5 %**, lo que minimiza las pérdidas energéticas y asegura un rendimiento óptimo del sistema. Además, al contar con una **conexión monofásica a la red eléctrica** y una **potencia de salida nominal de 3000 W**, el inversor cubre adecuadamente las necesidades de la instalación diseñada.

En conclusión, el **Tensite AH3M-2** no solo es una opción eficiente y adecuada, sino también la mejor alternativa para garantizar la compatibilidad total con los módulos fotovoltaicos seleccionados, tal y como queda demostrado en la tabla adjunta.

2.3.4. JUSTIFICACIÓN DEL USO DE BATERÍAS y SU CAPACIDAD

A continuación, se presentan imágenes que ilustran los porcentajes de autoconsumo para cada mes bajo tres escenarios: sin baterías, con baterías completamente cargadas y con baterías totalmente descargadas. Estos datos permitirán visualizar la variabilidad en el aprovechamiento de la energía generada a lo largo del año, así como evaluar el impacto de la incorporación del almacenamiento en la optimización de los recursos energéticos disponibles.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO

ene-24		0% BAT.	100% BAT.
Hora	Consumo (Wh)		
0:00	1503	-1.503,00	13.197,00
1:00	1389	-2.892,00	11.808,00
2:00	1922	-4.414,00	10.296,00
3:00	243	-4.657,00	10.043,00
4:00	87	-4.744,00	9.956,00
5:00	93	-4.837,00	9.863,00
6:00	90	-4.927,00	9.770,00
7:00	65	-4.992,00	9.706,00
8:00	82	-5.074,00	9.626,00
9:00	88	564,95	10.190,95
10:00	224	904,69	1.469,64
11:00	450	1.046,40	2.516,04
12:00	566	1.090,17	3.606,22
13:00	507	1.169,89	4.776,11
14:00	1283	226,06	5.002,16
15:00	1682	-432,31	4.569,85
16:00	1606	-777,64	3.792,22
17:00	1501	-1.124,12	2.668,09
18:00	1465	-1.464,43	1.203,66
19:00	1469	-265,34	9.360,66
20:00	1409	-1.674,34	7.951,66
21:00	1620	-3.294,34	6.331,66
22:00	2239	-5.533,34	4.092,66
23:00	2559	-8.092,34	1.533,66
TOTAL	23742		
Cons. Medio	869,25		

Consumo en Horas de 0 producción [KW] **14,37** **13.186,34** <- Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERIAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES **25,28**

AUTOCONSUMO SIN BATERIAS	13,13%
AUTOCONSUMO CON BATERIAS AL 100%	100,00%
AUTOCONSUMO CON BATERIAS AL 0%	39,47%

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO

feb-24		0% BAT.	100% BAT.
Hora	Consumo (Wh)		
0:00	838	-838,00	13.862,00
1:00	100	-938,00	13.762,00
2:00	79	-1.017,00	13.683,00
3:00	73	-1.090,00	13.610,00
4:00	89	-1.179,00	13.521,00
5:00	60	-1.239,00	13.461,00
6:00	90	-1.329,00	13.371,00
7:00	60	-1.389,00	13.311,00
8:00	94	-1.389,01	13.310,99
9:00	73	668,03	13.979,02
10:00	229	982,96	1.650,99
11:00	149	1.405,20	3.056,19
12:00	586	1.170,36	4.226,55
13:00	90	1.705,49	5.932,04
14:00	110	1.559,77	7.491,81
15:00	356	1.028,55	8.520,36
16:00	497	486,70	9.007,05
17:00	1722	-1.198,41	7.808,64
18:00	1437	-1.352,97	6.455,67
19:00	1954	4.501,67	10.194,62
20:00	2330	2.171,67	7.864,62
21:00	1289	882,67	6.575,62
22:00	1188	-305,33	5.387,62
23:00	1166	-1.471,33	4.221,62
TOTAL	14659		
Cons. Medio	610,79		

Consumo en Horas de 0 producción [KW] **9,32** **2.860,33** <- Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERIAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES **23,53**

AUTOCONSUMO SIN BATERIAS	14,26%
AUTOCONSUMO CON BATERIAS AL 100%	100,00%
AUTOCONSUMO CON BATERIAS AL 0%	73,62%

Tablas: Análisis Autoconsumo meses de enero y febrero.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO

mar-24		0% BAT.	100% BAT.
Hora	Consumo (Wh)		
0:00	1043	-1.043,00	13.657,00
1:00	1107	-2.150,00	12.550,00
2:00	247	-2.397,00	12.303,00
3:00	67	-2.484,00	12.236,00
4:00	92	-2.556,00	12.144,00
5:00	72	-2.628,00	12.072,00
6:00	76	-2.704,00	11.996,00
7:00	168	-162,94	11.833,06
8:00	137	286,59	12.119,65
9:00	96	857,66	1.144,25
10:00	526	889,77	2.033,62
11:00	572	1.130,35	3.163,97
12:00	142	1.759,40	4.923,38
13:00	88	1.735,48	6.658,86
14:00	331	1.389,14	8.047,99
15:00	782	638,82	8.686,82
16:00	324	704,96	9.391,77
17:00	203	392,01	9.783,79
18:00	691	-512,38	9.271,41
19:00	1585	-1.583,37	7.688,04
20:00	1883	5.805,04	10.721,25
21:00	1358	4.447,04	9.363,25
22:00	2656	1.791,04	6.707,25
23:00	1409	382,04	5.298,25
TOTAL	15655		
Cons. Medio	652,29		

Consumo en Horas de 0 producción [KW] **10,01** **2.866,94** <- Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERIAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES **27,87**

AUTOCONSUMO SIN BATERIAS	20,45%
AUTOCONSUMO CON BATERIAS AL 100%	100,00%
AUTOCONSUMO CON BATERIAS AL 0%	81,85%

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO

abr-24		0% BAT.	100% BAT.
Hora	Consumo (Wh)		
0:00	1003	-1.003,00	13.697,00
1:00	793	-1.796,00	12.904,00
2:00	78	-1.874,00	12.826,00
3:00	92	-1.966,00	12.734,00
4:00	100	-2.066,00	12.634,00
5:00	65	-2.131,00	12.569,00
6:00	100	-2.231,00	12.489,00
7:00	69	123,19	12.592,19
8:00	96	562,70	13.154,89
9:00	84	1.040,71	1.726,61
10:00	416	1.130,58	2.857,19
11:00	229	1.611,57	4.468,75
12:00	169	1.817,12	6.285,87
13:00	75	1.848,48	8.134,35
14:00	230	1.543,94	9.678,29
15:00	1487	-29,22	9.649,08
16:00	1255	-181,69	9.467,39
17:00	202	421,84	9.889,23
18:00	170	50,88	9.940,11
19:00	163	-113,11	9.827,00
20:00	149	9.678,00	14.437,89
21:00	234	9.444,00	14.203,89
22:00	262	9.182,00	13.941,89
23:00	1134	8.048,00	12.807,89
TOTAL	8646		
Cons. Medio	360,25		

Consumo en Horas de 0 producción [KW] **4,01** **2.231,00** <- Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERIAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES **29,16**

AUTOCONSUMO SIN BATERIAS	20,02%
AUTOCONSUMO CON BATERIAS AL 100%	100,00%
AUTOCONSUMO CON BATERIAS AL 0%	74,20%

Tablas: Análisis Autoconsumo meses de marzo y abril.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO

may-24		0% BAT.	100% BAT.	
Hora	Consumo (Wh)			
0:00	133	-133,00	14.700,00	
1:00	97	-230,00	14.470,00	
2:00	81	-311,00	14.389,00	
3:00	83	-394,00	14.306,00	
4:00	93	-487,00	14.213,00	
5:00	96	-583,00	14.117,00	
6:00	83	-73,16	14.043,84	
7:00	77	260,08	14.303,92	
8:00	569	213,45	473,53	14.517,37
9:00	209	1.019,68	1.493,20	14.700,00
10:00	108	1.520,77	3.013,97	14.700,00
11:00	93	1.813,84	4.827,82	14.700,00
12:00	91	1.942,88	6.770,70	14.700,00
13:00	463	1.533,92	8.304,62	14.700,00
14:00	263	1.523,55	9.828,18	14.700,00
15:00	215	1.268,20	11.096,37	14.700,00
16:00	118	963,90	12.060,26	14.700,00
17:00	120	529,13	12.589,41	14.700,00
18:00	111	149,83	12.739,23	14.700,00
19:00	107	2,39	12.741,63	14.700,00
20:00	168		12.573,63	14.532,00
21:00	1810		10.763,63	12.722,00
22:00	1549		9.214,63	11.173,00
23:00	194		9.020,63	10.975,00
TOTAL	6941			
Cons. Medio	269,21			

Consumo en Horas de 0 producción [kW] 4,30 676,00 << Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES 30,01

AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	36,65%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	100,00%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	90,26%

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO

jun-24		0% BAT.	100% BAT.	
Hora	Consumo (Wh)			
0:00	887	-887,00	14.700,00	
1:00	341	-1.228,00	13.472,00	
2:00	211	-1.428,00	13.261,00	
3:00	164	-1.603,00	13.097,00	
4:00	165	-1.768,00	12.932,00	
5:00	126	-1.894,00	12.806,00	
6:00	160	-116,77	12.689,23	
7:00	132	227,55	12.916,78	
8:00	141	646,87	874,42	13.563,66
9:00	174	1.052,57	1.927,00	14.616,23
10:00	279	1.340,00	3.266,99	14.700,00
11:00	454	1.454,83	4.721,93	14.700,00
12:00	181	1.858,70	6.580,63	14.700,00
13:00	169	1.861,82	8.442,44	14.700,00
14:00	126	1.720,11	10.162,55	14.700,00
15:00	890	654,94	10.817,49	14.700,00
16:00	1644	-501,85	10.315,84	14.198,35
17:00	1383	-667,51	9.648,33	13.530,84
18:00	1078	-774,50	8.873,83	12.756,34
19:00	1157	-1.009,37	7.864,47	11.746,98
20:00	424	-409,98	7.454,48	11.336,99
21:00	345		7.105,48	10.991,99
22:00	529		6.580,48	10.462,99
23:00	1763		4.817,48	8.699,99
TOTAL	12923			
Cons. Medio	538,46			

Consumo en Horas de 0 producción [kW] 4,53 2.010,77 << Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES 30,43

AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	19,70%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	100,00%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	84,11%

Tablas: Análisis Autoconsumo meses de mayo y junio.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO

jul-24		0% BAT.	100% BAT.	
Hora	Consumo (Wh)			
0:00	748	-748,00	13.952,00	
1:00	960	-1.708,00	12.992,00	
2:00	1687	-3.395,00	11.305,00	
3:00	1635	-5.030,00	9.670,00	
4:00	1617	-6.647,00	8.053,00	
5:00	1555	-8.202,00	6.498,00	
6:00	1424	-1.406,25	5.091,75	
7:00	1422	-1.107,80	3.983,95	
8:00	1498	-794,78	3.229,16	
9:00	1515	-306,86	2.922,31	
10:00	1526	91,80	3.014,10	
11:00	1557	344,54	3.358,65	
12:00	1564	487,10	3.845,75	
13:00	1572	464,91	4.310,66	
14:00	1032	853,99	5.164,65	
15:00	136	1.467,86	6.632,52	
16:00	474	727,21	7.359,73	
17:00	1616	-866,19	6.493,53	
18:00	1246	-925,75	5.567,78	
19:00	350	-204,79	5.362,99	
20:00	637	-624,87	4.738,12	
21:00	563		4.175,12	
22:00	2600		1.763,53	1.575,12
23:00	2275		-4.058,53	-899,88
TOTAL	31209			
Cons. Medio	1300,38			

Consumo en Horas de 0 producción [kW] 13,64 15.836,22 << Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES 30,51

AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	25,19%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	92,71%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	39,33%

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO

ago-24		0% BAT.	100% BAT.	
Hora	Consumo (Wh)			
0:00	1438	-1.438,00	13.262,00	
1:00	1367	-2.805,00	11.895,00	
2:00	1257	-4.062,00	10.638,00	
3:00	1021	-5.083,00	9.617,00	
4:00	962	-6.045,00	8.655,00	
5:00	991	-7.036,00	7.664,00	
6:00	992	-7.036,00	6.672,00	
7:00	347	-117,10	6.554,90	
8:00	278	403,58	6.958,48	
9:00	148	1.006,39	1.411,97	7.966,87
10:00	146	1.431,81	2.843,79	9.398,69
11:00	140	1.757,94	4.601,73	11.156,63
12:00	272	1.784,85	6.386,58	12.941,49
13:00	457	1.606,84	7.993,43	14.548,33
14:00	1239	643,63	8.637,06	14.700,00
15:00	1452	106,49	8.743,55	14.700,00
16:00	1530	-384,20	8.359,35	14.315,80
17:00	1506	-816,38	7.542,98	13.499,43
18:00	479	-217,98	7.325,00	13.281,45
19:00	1070	-979,58	6.345,42	12.301,87
20:00	1260		5.065,42	11.021,87
21:00	2451		2.614,42	8.570,87
22:00	1276		1.338,42	7.294,87
23:00	1141		197,42	6.153,87
TOTAL	23240			
Cons. Medio	968,33			

Consumo en Horas de 0 producción [kW] 14,18 7.153,10 << Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES 29,99

AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	17,76%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	100,00%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	63,96%

Tablas: Análisis Autoconsumo meses de julio y agosto.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				
sep-23		0% BAT.	100% BAT.	
Hora	Consumo (Wh)			
0:00	647	0,00	14.700,00	
1:00	632	-647,00	14.053,00	
2:00	539	-1.279,00	13.421,00	
3:00	516	-1.818,00	12.882,00	
4:00	874	-2.334,00	12.366,00	
5:00	1010	-3.208,00	11.492,00	
6:00	804	-4.218,00	10.482,00	
7:00	680	-5.022,00	9.678,00	
8:00	178	-5.585,83	9.104,17	
9:00	413	416,30	416,30	9.520,47
10:00	178	672,00	1.088,30	10.192,47
11:00	143	1.298,06	2.386,37	11.490,53
12:00	121	1.642,56	4.028,93	13.133,09
13:00	186	1.801,63	5.830,55	14.700,00
14:00	179	1.712,93	7.543,48	14.700,00
15:00	1108	1.524,07	9.067,55	14.700,00
16:00	1825	266,32	9.333,87	14.700,00
17:00	1472	-846,19	8.487,68	13.853,81
18:00	1382	-949,67	7.538,02	12.904,14
19:00	1330	-1.245,59	6.292,43	11.658,56
20:00	1407	-1.322,66	4.969,77	10.335,89
21:00	1386		3.562,77	8.928,89
22:00	1618		2.176,77	7.542,89
23:00	1355		558,77	5.924,89
TOTAL	19983		-796,23	4.569,89
Cons. Medio	632,63			

Consumo en Horas de 0 producción [KW] 10,79 6.392,07 << Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				
oct-23		0% BAT.	100% BAT.	
Hora	Consumo (Wh)			
0:00	2.049,00	0,00	14.700,00	
1:00	284	-2.049,00	12.651,00	
2:00	240	-2.333,00	12.367,00	
3:00	204	-2.573,00	12.127,00	
4:00	151	-2.777,00	11.923,00	
5:00	138	-2.928,00	11.772,00	
6:00	128	-3.066,00	11.634,00	
7:00	111	-3.194,00	11.506,00	
8:00	140	-3.304,24	11.395,76	
9:00	464	355,11	355,11	11.750,88
10:00	234	528,18	883,30	12.279,06
11:00	196	1.148,77	2.032,07	13.427,83
12:00	207	1.449,85	3.481,91	14.700,00
13:00	250	1.542,02	5.023,94	14.700,00
14:00	124	1.496,71	6.520,65	14.700,00
15:00	284	1.443,91	7.964,55	14.700,00
16:00	799	940,49	8.905,05	14.700,00
17:00	195	-2,28	8.902,77	14.697,72
18:00	152	149,51	9.052,28	14.700,00
19:00	225	-126,72	8.925,56	14.573,28
20:00	226		8.700,56	14.348,28
21:00	211		8.474,56	14.122,28
22:00	274		8.263,56	13.911,28
23:00	254		7.989,56	13.637,28
TOTAL	7540		7.735,56	13.383,28
Cons. Medio	314,17			

Consumo en Horas de 0 producción [KW] 4,38 3.304,24 << Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES		28,29
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	12,54%	
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	100,00%	
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	64,68%	

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES		26,87
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	27,77%	
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	100,00%	
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	56,17%	

Tablas: Análisis Autoconsumo meses de septiembre y octubre.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				
nov-23		0% BAT.	100% BAT.	
Hora	Consumo (Wh)			
0:00	103	0,00	14.700,00	
1:00	161	-103,00	14.597,00	
2:00	167	-264,00	14.436,00	
3:00	93	-431,00	14.269,00	
4:00	88	-524,00	14.176,00	
5:00	80	-612,00	14.088,00	
6:00	69	-692,00	14.008,00	
7:00	76	-761,00	13.939,00	
8:00	140	-837,00	13.863,00	
9:00	93	47,21	47,21	13.910,21
10:00	81	699,00	746,21	14.609,21
11:00	78	1.130,17	1.876,38	14.700,00
12:00	875	1.426,44	3.302,82	14.700,00
13:00	514	757,05	4.059,87	14.700,00
14:00	71	1.067,49	5.127,36	14.700,00
15:00	92	1.323,56	6.450,91	14.700,00
16:00	75	959,18	7.410,09	14.700,00
17:00	77	570,23	7.980,32	14.700,00
18:00	163	130,79	8.111,11	14.700,00
19:00	1391	7.948,11	14.537,00	
20:00	1533	6.557,11	13.146,00	
21:00	2796	5.024,11	11.613,00	
22:00	1854	2.226,11	8.617,00	
23:00	1036	374,11	6.963,00	
TOTAL	11706		-681,89	5.927,00
Cons. Medio	487,75			

Consumo en Horas de 0 producción [KW] 9,61 1.498,89 << Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				
dic-23		0% BAT.	100% BAT.	
Hora	Consumo (Wh)			
0:00	2255	0,00	14.700,00	
1:00	2049	-2.255,00	12.445,00	
2:00	853	-4.304,00	10.396,00	
3:00	56	-5.157,00	9.543,00	
4:00	76	-5.213,00	9.487,00	
5:00	70	-5.289,00	9.411,00	
6:00	54	-5.359,00	9.341,00	
7:00	84	-5.413,00	9.287,00	
8:00	109	-5.457,00	9.203,00	
9:00	237	-5.606,00	9.094,00	
10:00	158	386,44	386,44	9.480,44
11:00	81	932,17	1.318,61	10.412,61
12:00	64	1.330,90	2.649,51	11.743,51
13:00	63	1.506,30	4.155,81	13.249,61
14:00	652	1.509,88	5.665,69	14.700,00
15:00	2721	753,36	6.419,05	14.700,00
16:00	2557	-1.625,74	4.793,31	13.074,26
17:00	2546	-1.879,83	2.913,48	11.194,43
18:00	1935	-2.336,28	577,20	8.856,15
19:00	1888	-1.357,80	6.923,15	
20:00	1157	-3.245,80	5.035,15	
21:00	361	-4.402,80	3.878,15	
22:00	585	-4.763,80	3.517,15	
23:00	1739	-5.349,80	2.932,15	
TOTAL	22350		-7.087,80	1.193,15
Cons. Medio	931,25			

Consumo en Horas de 0 producción [KW] 13,27 12.693,80 << Potencia que no se ha podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES		24,91
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	17,91%	
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	100,00%	
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	84,00%	

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES		24,36
AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	5,82%	
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	100,00%	
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	40,62%	

Tablas: Análisis Autoconsumo meses de noviembre y diciembre.

Tras analizar todas las imágenes presentadas anteriormente, así como el autoconsumo medio anual reflejado en la **Imagen 26**, se concluye que el sistema fotovoltaico sin baterías alcanzaría un nivel de autoconsumo inferior al 20 % igual que el escenario 1, mientras que la incorporación de baterías permitiría elevar dicho porcentaje a un rango aproximado del 60 % al 70 %.

No obstante, la decisión final sobre la viabilidad del uso de baterías será justificada en función del estudio económico, el cual evaluará la rentabilidad de la inversión y el ahorro energético obtenido (ANEXO I: 2.3.5. RENTABILIDAD USO DE BATERÍAS).

AUTOCONSUMO SIN BATERÍAS	19,25%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 100%	99,39%
AUTOCONSUMO CON BATERÍAS AL 0%	66,02%

Imagen 26. Tabla Autoconsumo Medio Anual.

Para la selección de la capacidad de las baterías en el sistema, se ha realizado un estudio detallado de los excedentes y déficits energéticos diarios para cada mes del año.

Este análisis se resume en la gráfica presentada, donde se observa el comportamiento energético en términos de superávit o déficit diario.

- **Análisis del Estudio de Excedentes / Déficits**

En la gráfica adjunta (**Imagen 27**), se aprecia que:

- **El excedente y el déficit diario de energía nunca supera los 15 kWh**, incluso en los meses de mayor variabilidad como enero, febrero, y diciembre.
- El sistema tiene una tendencia a fluctuaciones moderadas, permitiendo una gestión energética eficiente sin requerir baterías de mayor capacidad.

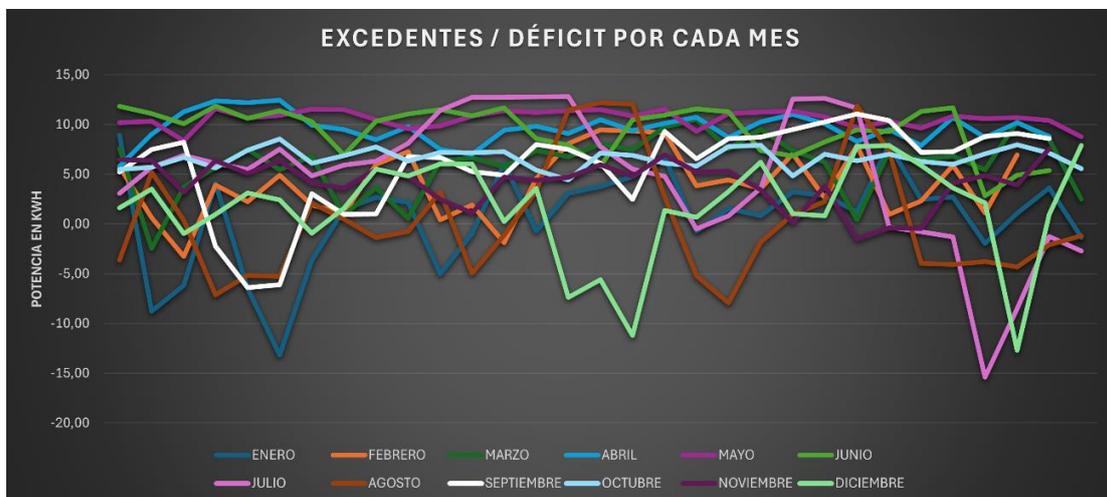


Imagen 27. Gráfico de los excedentes y déficits de cada mes.

- Elección de la Capacidad de las Baterías

Basado en estos resultados, se han seleccionado **tres baterías de 4,9 kWh cada una**, configurando un sistema de almacenamiento total de **14,7 kWh**. Esta elección responde a los siguientes criterios:

- 1. Capacidad Suficiente:** Los 14,7 kWh cubren tanto los excedentes como los déficits diarios, permitiendo almacenar energía sobrante durante el día y suministrar la necesaria durante la noche o en momentos de baja producción.
- 2. Optimización de Costes y Espacio:** Una capacidad mayor sería innecesaria, ya que el estudio demuestra que no se requiere más de 14,7 kWh para balancear los flujos energéticos.
- 3. Escalabilidad y Modularidad:** Al utilizar baterías modulares como las DC-L5000/LV, es posible ampliar el sistema si las necesidades energéticas cambian en el futuro.

En conclusión, la elección de tres baterías de **4,9 kWh** está plenamente justificada por el comportamiento energético del sistema, maximizando la eficiencia operativa y garantizando la **viabilidad económica** del proyecto.

2.4. CÁLCULOS DE LA ISF AISLADA DE RED

2.4.1. CÁLCULO DE LA PRODUCCIÓN DIARIA PROMEDIO

Para realizar el cálculo de la producción diaria promedio se ha empleado el mismo método que en el escenario anterior, haciendo uso de los mismos datos, en cambio el único dato que varía es el de la potencia pico instalada.

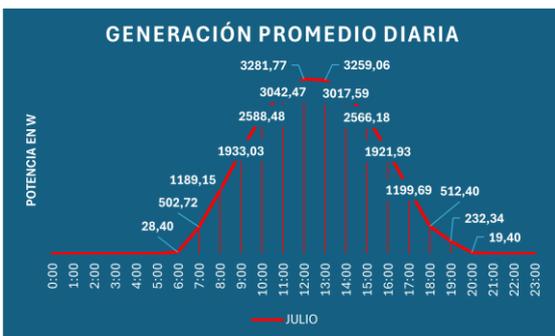
$$E_p = \frac{G_{dm}(\alpha, \beta) P_{mp} PR}{G_{CEM}} \quad \text{kWh/día}$$

Donde:

P_{mp} = Potencia pico del generador

$G_{CEM} = 1 \text{ kW/m}^2$

Imagen 28. Artículo 7 del PCT-C-REV - julio 2011.





En este escenario, es fundamental realizar un análisis más exhaustivo, ya que la instalación no depende de la red eléctrica, sino únicamente de la energía generada y almacenada. Como se observa en la **Imagen 29**, existe un excedente significativo de producción en los meses de **verano**, especialmente en julio y agosto, mientras que en **invierno** (enero y diciembre) los excedentes son mucho menores.

También se aprecia que las horas de mayor consumo anual suelen darse entre las **22:00** y la **1:00**, lo que implica la necesidad de utilizar baterías para cubrir la demanda nocturna. Alternativamente, se podría adaptar a una diferente rutina para concentrar el consumo en las horas de mayor generación solar, optimizando así el aprovechamiento de la energía producida y reduciendo la dependencia del almacenamiento.

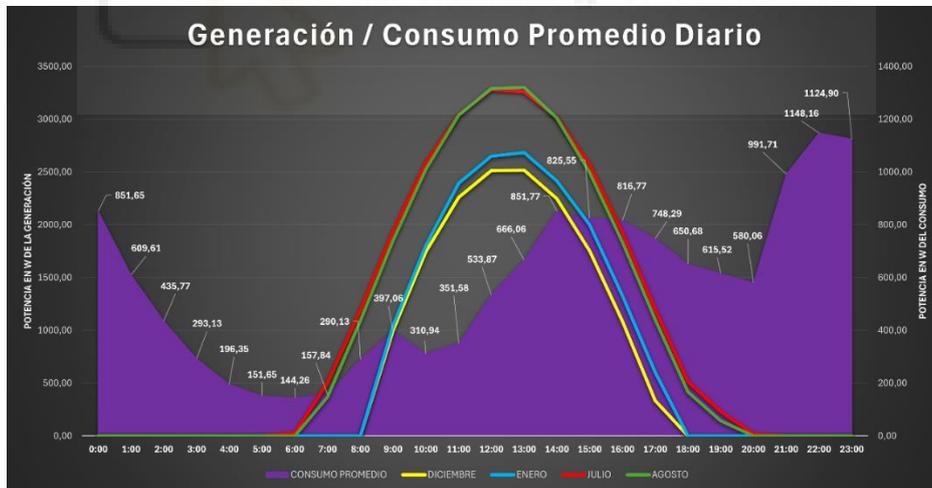


Imagen 29. Comparación generación mensual / consumo promedio

2.4.2. DIMENSIONAMIENTO DEL CABLEADO

Para determinar el dimensionamiento del cableado en este caso, se van a realizar los mismos pasos con las mismas fórmulas que en el **escenario 1** (2.2.2. DIMENSIONAMIENTO DEL CABLEADO), la única modificación son los datos, ya que las baterías, el inversor y los módulos son totalmente distintos, en este caso se haría uso de una cantidad de 8 módulos.

TRAMO 1 - ESCENARIO 3 (AISLADA)	
DATOS	
Potencia [W]	4800
Longitud [m]	25
Tensión Nominal [V]	357,44
Caída de tensión [%]	1,5
Caída de tensión [V]	5,36
Conductividad [m/Ω mm ²]	56
Factor de Potencia	0,8

Paso 1: Uso de la tabla de intensidades admisibles

$$I_B = \frac{4800}{357,44 * \cos(0,8)} = 13,43 \text{ A}$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 1 de intensidades admisibles y el cable tipo **XLPE 2x** (monofásico), y se hace uso de la primera intensidad superior a la calculada que es de $I_z = 21 \text{ A}$, que equivale a la sección de **1,5 mm²**.

Paso 2: Uso de la tabla de caída de tensión unitaria

$$e_u = \frac{5,36}{0,025 * 13,43} = 15,96 \text{ V/A km}$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 5 de caídas de tensión unitaria a **90°** y factor de potencia **0,8** y obtenemos que la sección a la intensidad inferior a la calculada es de **2,5 mm²**.

Paso 3: Cálculo de la sección

$$S = \frac{2 * 25 * 4800}{56 * 5,36 * 357,44} = 2,24 \text{ mm}^2$$

Por lo tanto, tras todas estas comprobaciones se determina que la sección empleada será de un **cable unipolar RV-K 0.6/1 kV 2,5 mm²**.

Por otro lado, queda determinar el amperaje del fusible y del magnetotérmico, haciendo uso de las dos intensidades obtenidas $I_B = 13,43 \text{ A}$ e $I_z = 29 \text{ A}$.

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$, $13,43 \leq I_n \leq 29$, se hace uso de la tabla de intensidades nominales de los fusibles y se obtiene que I_n debe ser 16 A.

2) $I_2 \leq 1,45 I_z$, $I_2 \leq 42,05 \text{ A}$, como $I_n \geq 16 \text{ A}$, $I_F = 1,6 I_n$, $I_F = 25,6 \text{ A}$, para que cumpla $I_F \leq I_2$, cosa que ocurre, por lo tanto, se puede hacer uso del **fusible de 16 A**.

Y en cuanto al magnetotérmico, se determina que debe ser un **25 %** superior al

fusible, se hará uso de un **magnetotérmico de 20 A**.

TRAMO 2 - ESCENARIO 3 (AISLADA)	
DATOS	
Potencia [W]	4000
Longitud [m]	30
Tensión Nominal [V]	230
Caída de tensión [%]	1,5
Caída de tensión [V]	3,45
Conductividad [m/Ω mm ²]	56
Factor de Potencia	0,8

Paso 1: Uso de la tabla de intensidades admisibles

$$I_B = \frac{4000}{230 * \cos(0,8)} = 17,39 A$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 1 de intensidades admisibles y el cable tipo **XLPE 2x** (monofásico), y se hace uso de la primera intensidad superior a la calculada que es de $I_z = 21 A$, que equivale a la sección de **1,5 mm²**.

Paso 2: Uso de la tabla de caída de tensión unitaria

$$e_u = \frac{3,45}{0,03 * 17,39} = 6,61 V/A km$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 5 de caídas de tensión unitaria a **90°** y factor de potencia **0,8** y obtenemos que la sección a la intensidad inferior a la calculada es de **6 mm²**.

Paso 3: Cálculo de la sección

$$S = \frac{2 * 30 * 4000}{56 * 3,45 * 230} = 5,4 mm^2$$

Por lo tanto, tras todas estas comprobaciones se determina que la sección empleada será de un **cable unipolar RV-K 0.6/1 kV 6 mm²**.

Por otro lado, queda determinar el amperaje del fusible y del magnetotérmico, haciendo uso de las dos intensidades obtenidas $I_B = 17,39 A$ e $I_z = 21 A$.

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$, $17,39 \leq I_n \leq 21$, se hace uso de la tabla de intensidades nominales de los fusibles y se obtiene que I_n debe ser **20 A**.

2) $I_2 \leq 1,45 I_z$, $I_2 \leq 30,45 A$, como $I_n \geq 16 A$, $I_F = 1,6 I_n$, $I_F = 32 A$, debe cumplir que $I_F \leq I_2$, cosa que ocurre, por lo tanto, se puede hacer uso del **fusible de 20 A**.

Y en cuanto al magnetotérmico, se determina que debe ser un **25 %** superior al fusible, se hará uso de un **magnetotérmico de 25 A**.

TRAMO 3 - ESCENARIO 3 (AISLADA)	
DATOS	
Potencia [W]	4000
Longitud [m]	4
Tensión Nominal [V]	57
Caída de tensión [%]	1,5
Caída de tensión [V]	0,86
Conductividad [m/Ω mm ²]	56
Factor de Potencia	0,8

Paso 1: Uso de la tabla de intensidades admisibles

$$I_B = \frac{4000}{57 * \cos(0,8)} = 70,18 A$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 1 de intensidades admisibles y el cable tipo **XLPE 2x** (monofásico), y se hace uso de la primera intensidad superior a la calculada que es de $I_z = 91 A$, que equivale a la sección de **16 mm²**.

Paso 2: Uso de la tabla de caída de tensión unitaria

$$e_u = \frac{0,86}{0,004 * 70,18} = 3,06 V/A km$$

Con este dato, hacemos uso de la tabla 5 de caídas de tensión unitaria a **90°** y factor de potencia **0,8** y obtenemos que la sección a la intensidad inferior a la calculada es de **10 mm²**.

Paso 3: Cálculo de la sección

$$S = \frac{2 * 4 * 4000}{56 * 0,86 * 57} = 11,66 mm^2$$

Por lo tanto, tras todas estas comprobaciones se determina que la sección empleada será de un **cable unipolar RV-K 0.6/1 kV 16 mm²**.

Por otro lado, queda determinar el amperaje del fusible y del magnetotérmico, haciendo uso de las dos intensidades obtenidas $I_B = 70,18 A$ e $I_z = 91 A$.

1) $I_B \leq I_n \leq I_z$, $70,18 \leq I_n \leq 91$, se hace uso de la tabla de intensidades nominales de los fusibles y se obtiene que I_n debe ser **80 A**.

2) $I_2 \leq 1,45 I_z$, $I_2 \leq 131,95 A$, como $I_n \geq 16 A$, $I_F = 1,6 I_n$, $I_F = 128 A$, debe cumplir que $I_F \leq I_2$.

Y en cuanto al magnetotérmico, se determina que debe ser un **25 %** superior al fusible, se hará uso de un **magnetotérmico de 100 A**.

2.4.3. JUSTIFICACIÓN DE LA ELECCIÓN DEL INVERSOR

La elección del inversor **Tensite AR4M-2** ha sido debidamente justificada al evaluar su **compatibilidad técnica** con los módulos fotovoltaicos seleccionados, garantizando un funcionamiento óptimo y eficiente del sistema. A continuación, se detallan los criterios de selección:

1. Capacidad de entrada en corriente continua (CC):

El inversor AR4M-2 admite una potencia máxima recomendada de entrada de **6500 Wp**, lo que cumple ampliamente con la potencia pico instalada de **4800 Wp** (8 módulos de 600 Wp cada uno). Este margen adicional asegura que el sistema pueda operar de manera eficiente, incluso en condiciones de sobreproducción momentánea, garantizando una operación óptima con un margen adecuado.

2. Rango de tensión de operación del MPPT (Vmp):

Los módulos seleccionados proporcionan un **voltaje de máxima potencia (Vmp)** de **44,68 V** por módulo, que al conectar 8 módulos en serie genera una tensión total de **357,44 V**. Este valor se encuentra **dentro del rango de operación del MPPT** del inversor, que oscila entre **40 V** y **530 V**, cumpliendo con los requisitos de funcionamiento óptimo.

3. Voltaje a circuito abierto (Voc):

El **voltaje a circuito abierto (Voc)** de los módulos es de **53,99 V**, lo que suma **431,92 V** para el string de 8 módulos. Este valor es **inferior a la tensión nominal de entrada máxima** del inversor de **550 V**, asegurando un funcionamiento seguro y sin riesgos de sobrevoltaje.

4. Corriente máxima de potencia (Imp):

La **corriente máxima de potencia (Imp)** de los módulos es de **13,43 A**, valor que coincide perfectamente con la capacidad del inversor, que permite una **corriente máxima de 16 A**. Esto garantiza que no habrá pérdidas por limitación de corriente.

5. Corriente de cortocircuito (Isc):

La corriente de cortocircuito (Isc) de los módulos es de **15,95 A**, lo que en un string de 8 módulos en serie mantiene la corriente en **15,95 A**. Este valor es inferior a la corriente máxima de cortocircuito permitida por el inversor de **20 A**, asegurando la seguridad y el correcto funcionamiento del sistema.

- **Comprobación de compatibilidad técnica**

La tabla presentada (**Imagen 30**) confirma que todos los parámetros de los módulos fotovoltaicos son compatibles y cumplen con las especificaciones técnicas del inversor seleccionado. Estos datos han sido obtenidos directamente de las fichas técnicas oficiales de cada componente.

	Módulo	String (8 mod.)	Inversor	
Vmp [V]	44,68	357,44	40 V - 530 V	CUMPLE
Voc [V]	53,99	431,92	550 V	CUMPLE
Isc [A]	15,95	15,95	20 A	CUMPLE
Imp [A]	13,43	13,43	16 A	CUMPLE
Pmáx [W]	600	4800	6500 W	CUMPLE

Vmp : Voltaje Máximo de Potencia / Rango de tensión de operación de MPPT

Voc : Voltaje a Circuito Abierto / Tensión Nominal de Entrada

Isc : Corriente de Cortocircuito / Máxima Intensidad por MPPT

Imp : Corriente Máxima de Potencia / Máxima Intensidad por MPPT

Pmáx : Potencia Máxima Nominal / Entrada de CC máxima recomendada

Imagen 30. Tabla compatibilidad paneles solares e inversor instalados.

2.4.4. JUSTIFICACIÓN CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS

Para determinar la capacidad óptima de las baterías del sistema, se ha realizado un análisis detallado considerando el día de mayor consumo de cada mes en distintos escenarios de carga de las baterías.

Este estudio permite identificar la potencia que no se podría cubrir en ausencia de baterías o si estas estuvieran completamente descargadas y la energía remanente al final del día en dos escenarios clave: con la batería cargada al 100 % y al 50 %.

Estos datos son fundamentales, ya que es necesario garantizar el suministro energético durante las horas nocturnas y las primeras horas del día siguiente, cuando no hay generación solar.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				BATERIA LLENA		
ene-24				BAT. JUSTA	100% BAT.	50% BAT.
Hora	Consumo (Wh)					
0:00	1503			6.821,00	14.700,00	7.350,00
1:00	1389			5.318,00	13.197,00	5.847,00
2:00	1522			3.929,00	11.808,00	4.458,00
3:00	243			2.407,00	10.286,00	2.936,00
4:00	87			2.164,00	10.043,00	2.653,00
5:00	93			2.077,00	9.956,00	2.606,00
6:00	90			1.984,00	9.863,00	2.513,00
7:00	65			1.894,00	9.773,00	2.423,00
8:00	82	5074		1.829,00	9.708,00	2.358,00
9:00	88		956,72	1.747,00	9.626,00	2.276,00
10:00	224		1.581,90	2.538,62	12.164,62	4.814,62
11:00	450		1.944,25	4.482,87	14.108,87	6.758,87
12:00	566		2.083,87	6.566,74	14.700,00	8.842,74
13:00	507		2.176,03	8.742,77	14.700,00	11.018,77
14:00	1283		1.131,49	9.874,26	14.700,00	12.150,26
15:00	1682		317,51	10.191,77	14.700,00	12.467,77
16:00	1606		-280,63	9.911,15	14.419,37	12.187,15
17:00	1501		-897,99	9.013,15	13.521,38	11.289,15
18:00	1465		-1.464,09	7.549,06	12.057,29	9.825,06
19:00	1469			6.080,06	10.588,29	8.356,06
20:00	1409			4.671,06	9.179,29	6.947,06
21:00	1620			3.051,06	7.559,29	5.327,06
22:00	2239			812,06	5.320,29	3.088,06
23:00	2559	9296		-1.746,94	2.761,29	529,06
TOTAL	23742					
Cons. Medio	969,25					Para el día siguiente tendría en las baterías
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	14,37		6820,94	<== Potencia que no he podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías		
CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES				31,62		

Gráfico: Análisis Capacidad Baterías mes de enero

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				BATERIA LLENA		
feb-24				0% BAT.	100% BAT.	50% BAT.
Hora	Consumo (Wh)					
0:00	838			0,00	14.700,00	7.350,00
1:00	100			-838,00	13.862,00	6.512,00
2:00	79			-938,00	13.762,00	6.412,00
3:00	73			-1.017,00	13.683,00	6.333,00
4:00	89			-1.090,00	13.610,00	6.260,00
5:00	60			-1.179,00	13.521,00	6.171,00
6:00	90			-1.239,00	13.461,00	6.111,00
7:00	60	1389		-1.329,00	13.371,00	6.021,00
8:00	94		56,38	-1.389,00	13.311,00	5.961,00
9:00	73		1.112,64	56,38	13.367,38	6.017,38
10:00	229		1.169,02	1.169,02	14.480,02	7.130,02
11:00	149		1.710,14	2.879,16	14.700,00	8.840,16
12:00	586		2.337,72	5.216,88	14.700,00	11.177,88
13:00	90		2.224,17	7.441,06	14.700,00	13.402,06
14:00	110		2.782,79	10.223,84	14.700,00	14.700,00
15:00	356		2.561,64	12.785,48	14.700,00	14.700,00
16:00	497		1.859,27	14.644,75	14.700,00	14.700,00
17:00	1722		1.076,92	14.700,00	14.700,00	14.700,00
18:00	1437		-884,26	13.815,74	13.815,74	13.815,74
19:00	1954		-1.302,55	12.513,19	12.513,19	12.513,19
20:00	2330			12.513,19	10.559,19	10.559,19
21:00	1289			10.183,19	8.229,19	8.229,19
22:00	1188			8.894,19	6.940,19	6.940,19
23:00	1166	7927		7.706,19	5.752,19	5.752,19
TOTAL	14659			6.540,19	4.586,19	4.586,19
Cons. Medio	610,79					Para el día siguiente tendría en las baterías
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	9,32		1389,00	<== Potencia que no he podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías		
CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES				33,58		

Gráfico: Análisis Capacidad Baterías mes de febrero.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				BATERÍA LLENA	
mar-24				0% BAT.	100% BAT.
Hora	Consumo (Wh)				
0:00	1043			0,00	14.700,00
1:00	1107			-1.043,00	13.657,00
2:00	247			-2.150,00	12.550,00
3:00	67			-2.397,00	12.303,00
4:00	92			-2.464,00	12.236,00
5:00	72			-2.556,00	12.144,00
6:00	76			-2.628,00	12.072,00
7:00	168	-159,90	-2.863,90	11.836,10	
8:00	137	540,75	-2.323,15	12.376,85	
9:00	96	1.429,85	-893,30	13.806,70	
10:00	526	1.738,59	845,29	14.700,00	
11:00	572	2.151,76	2.997,06	14.700,00	
12:00	142	2.900,24	5.897,30	14.700,00	
13:00	88	2.829,57	8.726,87	14.700,00	
14:00	331	2.421,22	11.148,09	14.700,00	
15:00	782	1.491,32	12.639,40	14.700,00	
16:00	324	1.322,33	13.961,73	14.700,00	
17:00	203	749,02	14.700,00	14.700,00	
18:00	691	-405,21	14.294,79	14.294,79	
19:00	1585	-1.582,39	12.712,41	12.712,41	
20:00	1883		10.829,41	10.829,41	
21:00	1398		9.471,41	9.471,41	
22:00	2656		6.815,41	6.815,41	
23:00	1409		5.406,41	5.406,41	
TOTAL	15655				Para el día siguiente tendría en las baterías
Cons. Medio	652,29				
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	10,01	2863,90	<== Potencia que no he podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías		
CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES				35,77	

Gráfico: Análisis Capacidad Baterías mes de marzo.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				BATERÍA LLENA	
abr-24				100% BAT.	
Hora	Consumo (Wh)				
0:00	1003			14.700,00	
1:00	793			13.697,00	
2:00	78			12.904,00	
3:00	92			12.826,00	
4:00	100			12.734,00	
5:00	65			12.634,00	
6:00	100			12.569,00	
7:00	69	238,51	12.707,51	12.469,00	
8:00	96	957,92	13.665,43	12.707,51	
9:00	84	1.715,54	14.700,00	13.665,43	
10:00	416	2.058,52	14.700,00	14.700,00	
11:00	220	2.710,50	14.700,00	14.700,00	
12:00	169	3.008,79	14.700,00	14.700,00	
13:00	75	3.002,57	14.700,00	14.700,00	
14:00	230	2.608,31	14.700,00	14.700,00	
15:00	1487	845,45	14.700,00	14.700,00	
16:00	1255	462,29	14.700,00	14.700,00	
17:00	202	796,15	14.700,00	14.700,00	
18:00	170	183,41	14.700,00	14.700,00	
19:00	163	-83,18	14.616,82	14.700,00	
20:00	149		14.467,82	14.616,82	
21:00	234		14.233,82	14.467,82	
22:00	262		13.971,82	14.233,82	
23:00	1134		12.837,82	13.971,82	
TOTAL	8646				Para el día siguiente tendría en las baterías
Cons. Medio	360,25				
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	4,01	2231,00	<== Potencia que no he podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías		
CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES				37,84	

Gráfico: Análisis Capacidad Baterías mes de abril.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				BATERÍA LLENA	
may-24				0% BAT.	100% BAT.
Hora	Consumo (Wh)				
0:00	133			14.700,00	14.567,00
1:00	97			14.470,00	14.470,00
2:00	81			14.389,00	14.389,00
3:00	83			14.306,00	14.306,00
4:00	93			14.213,00	14.213,00
5:00	96			14.117,00	14.117,00
6:00	93	-61,25		14.055,75	14.055,75
7:00	77	462,32		14.518,07	14.518,07
8:00	569	682,93		14.700,00	14.700,00
9:00	209	1.756,88		14.700,00	14.700,00
10:00	108	2.498,03		14.700,00	14.700,00
11:00	93	2.957,95		14.700,00	14.700,00
12:00	91	3.163,21		14.700,00	14.700,00
13:00	463	2.732,08		14.700,00	14.700,00
14:00	263	2.595,49		14.700,00	14.700,00
15:00	215	2.158,11		14.700,00	14.700,00
16:00	118	1.613,05		14.700,00	14.700,00
17:00	120	918,61		14.700,00	14.700,00
18:00	111	306,32		14.700,00	14.700,00
19:00	107	68,03		14.700,00	14.700,00
20:00	168			14.532,00	14.532,00
21:00	1810			12.722,00	12.722,00
22:00	1549			11.173,00	11.173,00
23:00	194			10.979,00	10.979,00
TOTAL	6941			Para el día siguiente tendría en las baterías	
Cons. Medio	289,21				
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	4,30	644,25	<== Potencia que no he podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías		
CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES				39,19	

Gráfico: Análisis Capacidad Baterías mes de mayo.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				BATERÍA LLENA	
jun-24				0% BAT.	100% BAT.
Hora	Consumo (Wh)				
0:00	887			0,00	14.700,00
1:00	341			-887,00	13.813,00
2:00	211			-1.228,00	13.472,00
3:00	164			-1.439,00	13.261,00
4:00	165			-1.603,00	13.097,00
5:00	126			-1.768,00	12.932,00
6:00	160	-90,83		-1.894,00	12.806,00
7:00	132	443,28		-1.984,83	12.715,17
8:00	141	1.119,59			13.158,46
9:00	174	1.788,52			14.278,05
10:00	279	2.311,40			15.662,79
11:00	454	2.600,29			18.263,09
12:00	181	3.082,52			11.345,60
13:00	169	3.080,31			14.425,91
14:00	126	2.827,77			14.700,00
15:00	890	1.581,90			14.700,00
16:00	1644	183,76			14.700,00
17:00	1383	-238,21			14.461,79
18:00	1078	-592,40			13.869,38
19:00	1157	-920,78			12.948,60
20:00	424	-401,57			12.547,03
21:00	345				12.202,03
22:00	529				11.673,03
23:00	1783				9.910,03
TOTAL	12923			Para el día siguiente tendría en las baterías	
Cons. Medio	538,46				
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	4,53	1984,83	<== Potencia que no he podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías		
CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES				39,87	

Gráfico: Análisis Capacidad Baterías mes de junio.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				BATERÍA LLENA		
jul-24				0% BAT.	100% BAT.	
Hora	Consumo (Wh)					
0:00	748			0,00	14.700,00	
1:00	960			-748,00	13.952,00	
2:00	1687			-1.708,00	12.992,00	
3:00	1635			-3.395,00	11.305,00	
4:00	1617			-5.030,00	9.670,00	
5:00	1555			-6.647,00	8.053,00	
6:00	1424			-8.202,00	6.498,00	
7:00	1422			-1.395,60	-9.597,60	5.102,40
8:00	1498			-919,28	-10.516,89	4.183,11
9:00	1515			-308,85	-10.825,74	3.874,26
10:00	1526			418,03	418,03	4.292,29
11:00	1557			1.062,48	1.480,50	5.354,77
12:00	1564			1.485,47	2.965,97	6.840,24
13:00	1572			1.717,77	4.683,74	8.558,00
14:00	1032			1.687,06	6.370,79	10.245,06
15:00	136			1.985,59	8.356,38	12.230,64
16:00	474			2.430,18	10.786,56	14.660,82
17:00	1616			1.447,93	12.234,49	14.700,00
18:00	1246			-416,31	11.818,18	14.283,69
19:00	350			-733,60	11.084,59	13.550,10
20:00	637			-117,66	10.966,92	13.432,43
21:00	563			-617,60	10.349,33	12.814,84
22:00	2600				9.786,33	12.251,84
23:00	2275				7.186,33	9.651,84
TOTAL	31209				4.911,33	7.376,84
Cons. Medio	1300,38					
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	13,64	10825,74	<== Potencia que no he podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías			

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES 39,99

Gráfico: Análisis Capacidad Baterías mes de julio.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				BATERÍA LLENA	
ago-24				100% BAT.	
Hora	Consumo (Wh)				
0:00	1438			14.700,00	
1:00	1367			13.262,00	
2:00	1257			11.895,00	
3:00	1021			10.638,00	
4:00	962			9.617,00	
5:00	991			8.655,00	
6:00	992			7.664,00	
7:00	347			6.672,00	
8:00	278			20,84	6.692,84
9:00	148			812,53	7.505,37
10:00	146			1.702,23	9.207,60
11:00	140			2.378,50	11.586,10
12:00	272			2.896,71	14.482,81
13:00	457			3.018,97	14.700,00
14:00	1239			2.845,15	14.700,00
15:00	1452			1.773,21	14.700,00
16:00	1530			1.041,59	14.700,00
17:00	1506			303,29	14.700,00
18:00	479			-402,60	14.297,40
19:00	1070			-61,37	14.236,03
20:00	1280			-925,33	13.310,70
21:00	2451				12.030,70
22:00	1276				9.579,70
23:00	1141				8.303,70
TOTAL	23240				7.162,70
Cons. Medio	968,33				
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	14,18	8028,00	<== Potencia que no he podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías		

CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES 39,17

Gráfico: Análisis Capacidad Baterías mes de agosto.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				BATERÍA LLENA
sep-23				100% BAT.
Hora	Consumo (Wh)			
0:00	647			14.700,00
1:00	632			14.053,00
2:00	539			13.421,00
3:00	516			12.882,00
4:00	874			12.366,00
5:00	1010			11.492,00
6:00	804			10.482,00
7:00	680	-510,14		9.678,00
8:00	178	772,88		9.167,86
9:00	413	1.323,00		9.940,75
10:00	178	2.183,70		11.263,75
11:00	143	2.713,89		13.447,45
12:00	121	2.955,21		14.700,00
13:00	186	2.852,29		14.700,00
14:00	179	2.545,91		14.700,00
15:00	1108	1.090,92		14.700,00
16:00	1825	-258,90		14.700,00
17:00	1472	-636,28		14.441,10
18:00	1382	-1.163,74		13.804,83
19:00	1330	-1.318,26		12.641,09
20:00	1407			11.322,83
21:00	1386			9.915,83
22:00	1618			8.529,83
23:00	1355			6.911,83
TOTAL	19983			5.556,83
Cons. Medio	832,63			Para el día siguiente tendría en las baterías
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	10,79	5022,00	<== Potencia que no he podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías	
CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES				30,35

Gráfico: Análisis Capacidad Baterías mes de septiembre.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				BATERÍA LLENA
oct-23				100% BAT.
Hora	Consumo (Wh)			
0:00	2 049,00			14.700,00
1:00	284			12.651,00
2:00	240			12.367,00
3:00	204			12.127,00
4:00	151			11.923,00
5:00	138			11.772,00
6:00	128			11.634,00
7:00	111	-109,78		11.506,00
8:00	140	652,18		11.396,22
9:00	464	1.123,49		12.048,40
10:00	234	1.978,44		13.171,90
11:00	196	2.437,35		14.700,00
12:00	207	2.591,44		14.700,00
13:00	250	2.544,74		14.700,00
14:00	124	2.384,65		14.700,00
15:00	284	1.675,19		14.700,00
16:00	799	475,75		14.700,00
17:00	195	356,22		14.700,00
18:00	152	-111,55		14.588,45
19:00	225			14.588,45
20:00	226			14.363,45
21:00	211			14.137,45
22:00	274			13.926,45
23:00	254			13.652,45
TOTAL	7540			13.398,45
Cons. Medio	314,17			Para el día siguiente tendría en las baterías
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	4,38	3303,78	<== Potencia que no he podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías	
CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES				27,75

Gráfico: Análisis Capacidad Baterías mes de octubre

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				BATERÍA LLENA	
nov-23				100% BAT.	
Hora	Consumo (Wh)				
0:00	103			14.700,00	
1:00	161			14.597,00	
2:00	167			14.436,00	
3:00	93			14.269,00	
4:00	88			14.176,00	
5:00	80			14.088,00	
6:00	69			14.008,00	
7:00	76	837		13.939,00	
8:00	140	159,54		13.863,00	
9:00	93	1.174,20		14.022,54	
10:00	81	1.856,88		14.700,00	
11:00	78	2.329,10		14.700,00	
12:00	875	1.736,27		14.700,00	
13:00	514	2.016,38		14.700,00	
14:00	71	2.160,29		14.700,00	
15:00	92	1.589,89		14.700,00	
16:00	75	957,36		14.700,00	
17:00	77	255,46		14.700,00	
18:00	163			14.537,00	
19:00	1391			13.146,00	
20:00	1533			11.613,00	
21:00	2796			8.817,00	
22:00	1854			6.963,00	
23:00	1036	8773		5.927,00	
TOTAL	11706				Para el día siguiente tendría en las baterías
Cons. Medio	487,75				
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	9,61	837,00	<== Potencia que no he podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías		
CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES				24,93	

Gráfico: Análisis Capacidad Baterías mes de noviembre.

DÍA QUE MÁS SE HA CONSUMIDO				BATERÍA LLENA	
dic-23				100% BAT.	
Hora	Consumo (Wh)				
0:00	2255			14.700,00	
1:00	2049			12.445,00	
2:00	853			10.396,00	
3:00	56			9.543,00	
4:00	76			9.487,00	
5:00	70			9.411,00	
6:00	54			9.341,00	
7:00	84			9.287,00	
8:00	109	5606		9.203,00	
9:00	237	760,50		9.094,00	
10:00	158	1.586,27		9.854,50	
11:00	81	2.178,05		11.440,77	
12:00	64	2.448,48		13.618,82	
13:00	63	2.453,60		14.700,00	
14:00	652	1.596,58		14.700,00	
15:00	2721	-968,59		14.700,00	
16:00	2557	-1.473,52		13.731,41	
17:00	2546	-2.210,45		12.257,89	
18:00	1935			10.047,44	
19:00	1888			8.112,44	
20:00	1157			6.224,44	
21:00	361			5.067,44	
22:00	585			4.706,44	
23:00	1739	7665		4.121,44	
TOTAL	22350			2.382,44	Para el día siguiente tendría en las baterías
Cons. Medio	931,25				
Consumo en Horas de 0 producción [kW]	13,27	5606,00	<== Potencia que no he podido cubrir Si las Baterías estuvieran vacías		
CON LA CAPACIDAD DE LAS BATERÍAS EL CONSUMO DIARIO MÁXIMO ES				24,05	

Gráfico: Análisis Capacidad Baterías mes de diciembre

- Elección de la Capacidad de las Baterías

Por lo tanto, se han seleccionado **tres baterías de 4,9 kWh cada una**, configurando un sistema de almacenamiento total de **14,7 kWh**, ya que como se puede comprobar en los meses de invierno, enero y diciembre, en los días de más consumo, para el siguiente día se almacenaría poca energía, pero suficiente para cubrir las horas iniciales hasta llegar a las horas de producción, lo que permitiría que la instalación aislada de la red pueda suministrar suficiente energía en todas las horas del día de cada mes del año.

ANEXO I: ANÁLISIS ECONÓMICO

1. INTRODUCCIÓN

En este anexo se llevará a cabo el análisis económico de cada uno de los escenarios planteados en el presente estudio. Se evaluará la venta de excedentes, la compra de energía en caso de déficit, los gastos mensuales con y sin la instalación, así como el retorno de la inversión y sus implicaciones. Además, se analizará la rentabilidad del uso de baterías en los escenarios uno y dos, determinando si su implementación resulta beneficiosa o no.

2. ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

En este apartado se analizarán los gastos en la factura eléctrica en tres escenarios: sin la instalación fotovoltaica, con la instalación y el uso de baterías, y con la instalación sin baterías. Además, se evaluará el coste total considerando la venta de excedentes, con y sin compensación, para determinar el impacto económico de cada opción.

2.1. CÁLCULO DE GASTOS MENSUALES SIN LA ISF

En este apartado se ha realizado el cálculo mensual de la factura de la luz tomando como referencia un modelo de factura de la empresa *Iberdrola*, correspondiente a las tarifas vigentes en 2025, así como los precios actuales que la vivienda está pagando.

Debajo de cada importe total calculado, se muestra el monto realmente abonado en los meses de 2023 y 2024.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA				FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA			
ENERGÍA CONSUMIDA		305,79	DÍAS 31	ENERGÍA CONSUMIDA		212,5	DÍAS 29
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kWh día		11,04 €		Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kWh día		10,33 €	
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kWh día		4,33 €		Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kWh día		4,05 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €		TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,37 €	
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		35,97 €		Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		25,00 €	
Descuento sobre consumo 15%		-5,40 €		Descuento sobre consumo 15%		-3,75 €	
CARGOS NORMATIVOS				CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €		Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,18 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		2,36 €		Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,83 €	
TOTAL ENERGÍA		48,49 €		TOTAL ENERGÍA		37,63 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €		Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,77 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
IMPORTE TOTAL		49,32 €		IMPORTE TOTAL		38,40 €	
IVA Reducido (*) 10%		4,93 €		IVA Reducido (*) 10%		3,84 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA		54,25 €		TOTAL IMPORTE FACTURA		42,24 €	
TOTAL PAGO ORIGINAL		72,41 €		TOTAL PAGO ORIGINAL		63,72 €	

Imagen 31. Factura de los meses de enero y febrero.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA				FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA			
ENERGÍA CONSUMIDA		222,02	DÍAS 31	ENERGÍA CONSUMIDA		145,73	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kWh día		11,04 €		Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kWh día		10,68 €	
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kWh día		4,33 €		Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kWh día		4,19 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €		TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,87 €	
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		26,12 €		Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		17,14 €	
Descuento sobre consumo 15%		-3,92 €		Descuento sobre consumo 15%		-2,57 €	
CARGOS NORMATIVOS				CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €		Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,93 €		Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,51 €	
TOTAL ENERGÍA		39,69 €		TOTAL ENERGÍA		31,14 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €		Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,80 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
IMPORTE TOTAL		40,51 €		IMPORTE TOTAL		31,94 €	
IVA Reducido (*) 10%		4,05 €		IVA Reducido (*) 10%		3,19 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA		44,56 €		TOTAL IMPORTE FACTURA		35,13 €	
TOTAL PAGO ORIGINAL		59,59 €		TOTAL PAGO ORIGINAL		55,56 €	

Imagen 32. Factura de los meses de marzo y abril.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA				FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA			
ENERGÍA CONSUMIDA		146,28	DÍAS 31	ENERGÍA CONSUMIDA		188,72	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kWh día		11,04 €		Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kWh día		10,68 €	
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kWh día		4,33 €		Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kWh día		4,19 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €		TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,87 €	
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		17,21 €		Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		22,20 €	
Descuento sobre consumo 15%		-2,58 €		Descuento sobre consumo 15%		-3,33 €	
CARGOS NORMATIVOS				CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €		Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,54 €		Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,73 €	
TOTAL ENERGÍA		31,73 €		TOTAL ENERGÍA		35,66 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €		Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,80 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
IMPORTE TOTAL		32,55 €		IMPORTE TOTAL		36,46 €	
IVA Reducido (*) 10%		3,26 €		IVA Reducido (*) 10%		3,65 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA		35,81 €		TOTAL IMPORTE FACTURA		40,10 €	
TOTAL PAGO ORIGINAL		60,73 €		TOTAL PAGO ORIGINAL		59,85 €	

Imagen 33. Factura de los meses de mayo y junio.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA				FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA			
ENERGÍA CONSUMIDA		339,29	DÍAS 31	ENERGÍA CONSUMIDA		462,48	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kWh día		11,04 €		Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kWh día		11,04 €	
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kWh día		4,33 €		Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kWh día		4,33 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €		TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €	
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		39,91 €		Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		54,40 €	
Descuento sobre consumo 15%		-5,99 €		Descuento sobre consumo 15%		-8,16 €	
CARGOS NORMATIVOS				CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €		Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		2,53 €		Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		3,16 €	
TOTAL ENERGÍA		52,01 €		TOTAL ENERGÍA		64,96 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €		Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
IMPORTE TOTAL		52,84 €		IMPORTE TOTAL		65,78 €	
IVA Reducido (*) 10%		5,28 €		IVA Reducido (*) 10%		6,58 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA		58,12 €		TOTAL IMPORTE FACTURA		72,36 €	
TOTAL PAGO ORIGINAL		75,38 €		TOTAL PAGO ORIGINAL		146,43 €	

Imagen 34. Factura de los meses de julio y agosto.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA				FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA			
ENERGÍA CONSUMIDA		233,79	DÍAS 30	ENERGÍA CONSUMIDA		166,62	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kWh día		10,68 €		Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kWh día		11,04 €	
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kWh día		4,19 €		Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kWh día		4,33 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,87 €		TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €	
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		27,50 €		Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		19,60 €	
Descuento sobre consumo 15%		-4,13 €		Descuento sobre consumo 15%		-2,94 €	
CARGOS NORMATIVOS				CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €		Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,96 €		Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,65 €	
TOTAL ENERGÍA		40,40 €		TOTAL ENERGÍA		33,87 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,80 €		Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
IMPORTE TOTAL		41,19 €		IMPORTE TOTAL		34,69 €	
IVA Reducido (*) 10%		4,12 €		IVA Reducido (*) 10%		3,47 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA		45,31 €		TOTAL IMPORTE FACTURA		38,16 €	
TOTAL PAGO ORIGINAL		66,11 €		TOTAL PAGO ORIGINAL		42,56 €	

Imagen 35. Factura de los meses de septiembre y octubre.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		
ENERGÍA CONSUMIDA	183,55	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		10,68 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,19 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,87 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		21,59 €
Descuento sobre consumo 15%		-3,24 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,71 €
TOTAL ENERGÍA		35,12 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,80 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,80 €
IMPORTE TOTAL		35,91 €
IVA Reducido (*) 10%		3,59 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		39,51 €
TOTAL PAGO ORIGINAL		49,60 €

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN FOTOVOLTAICA		
ENERGÍA CONSUMIDA	249,27	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		29,32 €
Descuento sobre consumo 15%		-4,40 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		2,07 €
TOTAL ENERGÍA		42,55 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €
IMPORTE TOTAL		43,38 €
IVA Reducido (*) 10%		4,34 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		47,71 €
TOTAL PAGO ORIGINAL		54,12 €

Imagen 36. Factura de los meses de noviembre y diciembre.

2.2. ANÁLISIS ECONÓMICO ISF 2,325 kWp

2.2.1. CÁLCULO DE GASTOS MENSUALES SIN BATERÍAS

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	305,79	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		35,97 €
Descuento sobre consumo 15%		-5,40 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		2,36 €
TOTAL ENERGÍA		48,49 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €
IMPORTE TOTAL		49,32 €
IVA Reducido (*) 10%		4,93 €
Descuento Autoconsumo 7,73%		-4,19 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		50,05 €

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	212,5	DÍAS 29
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		10,33 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,05 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,37 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		25,00 €
Descuento sobre consumo 15%		-3,75 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,18 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,83 €
TOTAL ENERGÍA		37,63 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,77 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,77 €
IMPORTE TOTAL		38,40 €
IVA Reducido (*) 10%		3,84 €
Descuento Autoconsumo 14,26%		-6,02 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		36,22 €

Imagen 37. Factura de los meses de enero y febrero.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	222,02	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		26,12 €
Descuento sobre consumo 15%		-3,92 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,93 €
TOTAL ENERGÍA		39,69 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €
IMPORTE TOTAL		40,51 €
IVA Reducido (*) 10%		4,05 €
Descuento Autoconsumo 20,45%		-9,11 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		35,45 €

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	145,73	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		10,68 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,19 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,87 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		17,14 €
Descuento sobre consumo 15%		-2,57 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,51 €
TOTAL ENERGÍA		31,14 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,80 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,80 €
IMPORTE TOTAL		31,94 €
IVA Reducido (*) 10%		3,19 €
Descuento Autoconsumo 20,02%		-7,03 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		28,10 €

Imagen 38. Factura de los meses de marzo y abril.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	146,28	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		17,21 €
Descuento sobre consumo 15%		-2,58 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,54 €
TOTAL ENERGÍA		31,73 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €
IMPORTE TOTAL		32,55 €
IVA Reducido (*) 10%		3,26 €
Descuento Autoconsumo 35,11%		-12,57 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		23,23 €

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	188,72	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		10,68 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,19 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,87 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		22,20 €
Descuento sobre consumo 15%		-3,33 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,73 €
TOTAL ENERGÍA		35,66 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,80 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,80 €
IMPORTE TOTAL		36,46 €
IVA Reducido (*) 10%		3,65 €
Descuento Autoconsumo 19,70%		-7,90 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		32,20 €

Imagen 39. Factura de los meses de mayo y junio.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	339,29	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		39,91 €
Descuento sobre consumo 15%		-5,99 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		2,53 €
TOTAL ENERGÍA		52,01 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €
IMPORTE TOTAL		52,84 €
IVA Reducido (*) 10%		5,28 €
Descuento Autoconsumo 15,31%		-8,90 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		49,22 €

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	462,48	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		54,40 €
Descuento sobre consumo 15%		-8,16 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		3,16 €
TOTAL ENERGÍA		64,96 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €
IMPORTE TOTAL		65,78 €
IVA Reducido (*) 10%		6,58 €
Descuento Autoconsumo 11,53%		-8,34 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		64,02 €

Imagen 40. Factura de los meses de julio y agosto.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	233,79	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x "X" días x 0,107896 €/kW día	10,68 €	
Valle 3,3 kW x "X" días x 0,042295 €/kW día	4,19 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA	14,87 €	
Energía consumida "X" kWh x 0,117629 €/kWh	27,50 €	
Descuento sobre consumo 15%	-4,13 €	
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo "X" días x 0,006282 €/día	0,19 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%	1,96 €	
TOTAL ENERGÍA	40,40 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida "X" días x 0,026557 €/día	0,80 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	0,80 €	
IMPORTE TOTAL	41,19 €	
IVA Reducido (*) 10%	4,12 €	
Descuento Autoconsumo 7%	-3,17 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA	42,14 €	

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	166,62	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x "X" días x 0,107896 €/kW día	11,04 €	
Valle 3,3 kW x "X" días x 0,042295 €/kW día	4,33 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA	15,36 €	
Energía consumida "X" kWh x 0,117629 €/kWh	19,60 €	
Descuento sobre consumo 15%	-2,94 €	
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo "X" días x 0,006282 €/día	0,19 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%	1,65 €	
TOTAL ENERGÍA	33,87 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida "X" días x 0,026557 €/día	0,82 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	0,82 €	
IMPORTE TOTAL	34,69 €	
IVA Reducido (*) 10%	3,47 €	
Descuento Autoconsumo 27,77%	-10,60 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA	27,56 €	

Imagen 41. Factura de los meses de septiembre y octubre.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	183,55	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x "X" días x 0,107896 €/kW día	10,68 €	
Valle 3,3 kW x "X" días x 0,042295 €/kW día	4,19 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA	14,87 €	
Energía consumida "X" kWh x 0,117629 €/kWh	21,59 €	
Descuento sobre consumo 15%	-3,24 €	
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo "X" días x 0,006282 €/día	0,19 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%	1,71 €	
TOTAL ENERGÍA	35,12 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida "X" días x 0,026557 €/día	0,80 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	0,80 €	
IMPORTE TOTAL	35,91 €	
IVA Reducido (*) 10%	3,59 €	
Descuento Autoconsumo 17,91%	-7,08 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA	32,43 €	

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	249,27	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x "X" días x 0,107896 €/kW día	11,04 €	
Valle 3,3 kW x "X" días x 0,042295 €/kW día	4,33 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA	15,36 €	
Energía consumida "X" kWh x 0,117629 €/kWh	29,32 €	
Descuento sobre consumo 15%	-4,40 €	
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo "X" días x 0,006282 €/día	0,19 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%	2,07 €	
TOTAL ENERGÍA	42,55 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida "X" días x 0,026557 €/día	0,82 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	0,82 €	
IMPORTE TOTAL	43,38 €	
IVA Reducido (*) 10%	4,34 €	
Descuento Autoconsumo 5,62%	-2,68 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA	45,03 €	

Imagen 42. Factura de los meses de noviembre y diciembre.

2.2.2. CÁLCULO DE GASTOS MENSUALES CON BATERÍAS

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	305,79	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x "X" días x 0,107896 €/kW día	11,04 €	
Valle 3,3 kW x "X" días x 0,042295 €/kW día	4,33 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA	15,36 €	
Energía consumida "X" kWh x 0,117629 €/kWh	35,97 €	
Descuento sobre consumo 15%	-5,40 €	
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo "X" días x 0,006282 €/día	0,19 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%	2,36 €	
TOTAL ENERGÍA	48,49 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida "X" días x 0,026557 €/día	0,82 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	0,82 €	
IMPORTE TOTAL	49,32 €	
IVA Reducido (*) 10%	4,93 €	
Descuento Autoconsumo 72,97%	-39,53 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA	14,72 €	

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	212,5	DÍAS 29
Potencia facturada Punta 3,3 kW x "X" días x 0,107896 €/kW día	10,33 €	
Valle 3,3 kW x "X" días x 0,042295 €/kW día	4,05 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA	14,37 €	
Energía consumida "X" kWh x 0,117629 €/kWh	25,00 €	
Descuento sobre consumo 15%	-3,75 €	
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo "X" días x 0,006282 €/día	0,18 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%	1,83 €	
TOTAL ENERGÍA	37,63 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida "X" días x 0,026557 €/día	0,77 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	0,77 €	
IMPORTE TOTAL	38,40 €	
IVA Reducido (*) 10%	3,84 €	
Descuento Autoconsumo 92,05%	-38,88 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA	3,36 €	

Imagen 43. Factura de los meses de enero y febrero.

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	222,02	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x "X" días x 0,107896 €/kW día	11,04 €	
Valle 3,3 kW x "X" días x 0,042295 €/kW día	4,33 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA	15,36 €	
Energía consumida "X" kWh x 0,117629 €/kWh	26,12 €	
Descuento sobre consumo 15%	-3,92 €	
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo "X" días x 0,006282 €/día	0,19 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%	1,93 €	
TOTAL ENERGÍA	39,69 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida "X" días x 0,026557 €/día	0,82 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	0,82 €	
IMPORTE TOTAL	40,51 €	
IVA Reducido (*) 10%	4,05 €	
Descuento Autoconsumo 100%	-44,56 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA	0,00 €	

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	145,73	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x "X" días x 0,107896 €/kW día	10,68 €	
Valle 3,3 kW x "X" días x 0,042295 €/kW día	4,19 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA	14,87 €	
Energía consumida "X" kWh x 0,117629 €/kWh	17,14 €	
Descuento sobre consumo 15%	-2,57 €	
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo "X" días x 0,006282 €/día	0,19 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%	1,51 €	
TOTAL ENERGÍA	31,14 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida "X" días x 0,026557 €/día	0,80 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	0,80 €	
IMPORTE TOTAL	31,94 €	
IVA Reducido (*) 10%	3,19 €	
Descuento Autoconsumo 100%	-35,13 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA	0,00 €	

Imagen 44. Factura de los meses de marzo y abril.

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	146,28	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x "X" días x 0,107896 €/kW día	11,04 €	
Valle 3,3 kW x "X" días x 0,042295 €/kW día	4,33 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA	15,36 €	
Energía consumida "X" kWh x 0,117629 €/kWh	17,21 €	
Descuento sobre consumo 15%	-2,58 €	
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo "X" días x 0,006282 €/día	0,19 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%	1,54 €	
TOTAL ENERGÍA	31,73 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida "X" días x 0,026557 €/día	0,82 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	0,82 €	
IMPORTE TOTAL	32,55 €	
IVA Reducido (*) 10%	3,26 €	
Descuento Autoconsumo 100%	-35,81 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA	0,00 €	

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	188,72	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x "X" días x 0,107896 €/kW día	10,68 €	
Valle 3,3 kW x "X" días x 0,042295 €/kW día	4,19 €	
TOTAL IMPORTE POTENCIA	14,87 €	
Energía consumida "X" kWh x 0,117629 €/kWh	22,20 €	
Descuento sobre consumo 15%	-3,33 €	
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo "X" días x 0,006282 €/día	0,19 €	
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%	1,73 €	
TOTAL ENERGÍA	35,66 €	
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida "X" días x 0,026557 €/día	0,80 €	
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS	0,80 €	
IMPORTE TOTAL	36,46 €	
IVA Reducido (*) 10%	3,65 €	
Descuento Autoconsumo 100%	-40,10 €	
TOTAL IMPORTE FACTURA	0,00 €	

Imagen 45. Factura de los meses de mayo y junio.

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			
ENERGÍA CONSUMIDA	233,79	DÍAS	31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA			15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			39,91 €
Descuento sobre consumo 15%			-4,12 €
CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			2,53 €
TOTAL ENERGÍA			52,01 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
IMPORTE TOTAL			52,84 €
IVA Reducido (*) 10%			5,28 €
Descuento Autoconsumo 51,33%			-29,83 €
TOTAL IMPORTE FACTURA			28,29 €

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			
ENERGÍA CONSUMIDA	233,79	DÍAS	30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			10,68 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,19 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA			14,87 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			27,50 €
Descuento sobre consumo 15%			-4,13 €
CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			1,96 €
TOTAL ENERGÍA			40,40 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,80 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
IMPORTE TOTAL			41,19 €
IVA Reducido (*) 10%			4,12 €
Descuento Autoconsumo 93,22%			-42,24 €
TOTAL IMPORTE FACTURA			3,07 €

Imagen 46. Factura de los meses de julio y agosto.

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			
ENERGÍA CONSUMIDA	233,79	DÍAS	30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			10,68 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,19 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA			14,87 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			27,50 €
Descuento sobre consumo 15%			-4,13 €
CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			1,96 €
TOTAL ENERGÍA			40,40 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,80 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
IMPORTE TOTAL			41,19 €
IVA Reducido (*) 10%			4,12 €
Descuento Autoconsumo 93,22%			-42,24 €
TOTAL IMPORTE FACTURA			3,07 €

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			
ENERGÍA CONSUMIDA	166,62	DÍAS	31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA			15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			19,60 €
Descuento sobre consumo 15%			-2,94 €
CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			1,65 €
TOTAL ENERGÍA			33,87 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
IMPORTE TOTAL			34,69 €
IVA Reducido (*) 10%			3,47 €
Descuento Autoconsumo 100%			-38,16 €
TOTAL IMPORTE FACTURA			0,00 €

Imagen 47. Factura de los meses de septiembre y octubre.

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			
ENERGÍA CONSUMIDA	183,55	DÍAS	30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			10,68 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,19 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA			14,87 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			21,59 €
Descuento sobre consumo 15%			-3,24 €
CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			1,71 €
TOTAL ENERGÍA			35,12 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,80 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
IMPORTE TOTAL			35,91 €
IVA Reducido (*) 10%			3,59 €
Descuento Autoconsumo 100%			-39,51 €
TOTAL IMPORTE FACTURA			0,00 €

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			
ENERGÍA CONSUMIDA	249,27	DÍAS	31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA			15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			29,32 €
Descuento sobre consumo 15%			-4,40 €
CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			2,07 €
TOTAL ENERGÍA			42,55 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
IMPORTE TOTAL			43,38 €
IVA Reducido (*) 10%			4,34 €
Descuento Autoconsumo 74,36%			-35,48 €
TOTAL IMPORTE FACTURA			12,23 €

Imagen 48. Factura de los meses de noviembre y diciembre.

2.2.3. AHORRO ECONÓMICO

En este apartado se analizará el ahorro económico obtenido al comparar el uso de baterías frente a no utilizarlas, tomando como referencia la situación inicial sin instalación fotovoltaica, considerando tanto el valor calculado como el importe real pagado.

El coste anual estimado con la instalación es de **553,27 €**, mientras que el importe realmente abonado en el año analizado fue de **806,06 €**.

Teniendo en cuenta la instalación sin baterías el pago final anual es de **465,67 €** mientras que el pago final anual de la instalación con baterías sería de **69,19 €**.

- Sin baterías, se obtendría un ahorro del **15,83 %** respecto al valor calculado y del **40,48 %** en comparación con el importe realmente pagado.
- Con baterías, el ahorro alcanzaría el **87,49 %** respecto al valor calculado y el **91,42 %** en relación con el importe efectivamente abonado.

Estos resultados evidencian que la instalación fotovoltaica, especialmente con baterías, permite maximizar el ahorro y reducir significativamente los costos energéticos anuales.

2.2.4. ANÁLISIS COMPENSACIÓN DE EXCEDENTES

Tras realizar los análisis correspondientes, se concluye que la instalación, tanto con baterías como sin ellas, generará un excedente energético, pero también presentará ciertos déficits de energía. Por ello, se optará por el mecanismo de compensación de excedentes.

La **compensación de excedentes** es un sistema mediante el cual la energía eléctrica generada por la instalación fotovoltaica que no se consume de forma inmediata se vierte a la red eléctrica. Posteriormente, esta energía se compensa en la factura de electricidad, reduciendo el importe a pagar según las condiciones establecidas por la compañía eléctrica.

Según el **artículo 4.1.1.** de la **Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo:** “Al final del periodo de facturación (*que no podrá ser superior a un mes*) se realiza la compensación entre el coste de la energía comprada de la red y el valor de la energía excedentaria inyectada a la red (valorada a precio medio horario de mercado menos el coste de los desvíos o al precio acordado entre las partes, según sea el contrato de suministro a PVPC o de mercado libre respectivamente)”.

No obstante, es importante considerar los déficits energéticos previamente calculados, es decir, la cantidad de energía que será necesario adquirir de la red, tanto en escenarios con baterías como sin ellas.

En las siguientes imágenes se muestra:

- La cantidad total que se deberá pagar con y sin baterías en cada mes.
- La cantidad total de energía que se podrá compensar para el mes siguiente.
- El saldo final de compensación, reflejando la energía faltante o excedente en cada caso.

PAGO FINAL MES DE ENERO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 50,05 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 14,72 €	PAGO FINAL MES DE FEBRERO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 36,22 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 3,36 €
VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 0 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 0 kW	VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 43,52 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 43,52 kW
COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 0,00 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 0,00 €	COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 3,48 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 3,48 €
DÉFICIT ENERGÉTICO DEL MES DE ENERO ES DE 51,69 kW		EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE FEBRERO ES DE 43,52 kW	

Imagen 49. Análisis meses de enero y febrero.

PAGO FINAL MES DE MARZO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 31,97 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €	PAGO FINAL MES DE ABRIL	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 20,55 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €
VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 94,41 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 94,41 kW	VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 190,56 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 190,56 kW
COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 7,55 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 7,55 €	COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 15,25 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 15,25 €
EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE MARZO ES DE 94,41 kW		EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE ABRIL ES DE 190,56 kW	

Imagen 50. Análisis meses de marzo y abril.

PAGO FINAL MES DE MAYO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 7,98 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €	PAGO FINAL MES DE JUNIO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 14,48 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €
VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 221,44 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 221,44 kW	VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 177,01 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 177,01 kW
COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 17,72 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 17,72 €	COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 14,16 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 14,16 €
EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE MAYO ES DE 221,44 kW		EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE JUNIO ES DE 177,01 kW	

Imagen 51. Análisis meses de mayo y junio.

PAGO FINAL MES DE JULIO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 35,06 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 14,13 €	PAGO FINAL MES DE AGOSTO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 60,78 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 4,29 €
VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 40,52 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 40,52 kW	VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 0 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 0 kW
COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 3,24 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 3,24 €	COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 0,00 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 0,00 €
EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE JULIO ES DE 40,52 kW		DÉFICIT ENERGÉTICO DEL MES DE AGOSTO ES DE 95,08 kW	

Imagen 52. Análisis meses de julio y agosto.

PAGO FINAL MES DE SEPTIEMBRE	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 42,14 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 3,07 €	PAGO FINAL MES DE OCTUBRE	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 20,98 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €
VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 82,2 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 82,2 kW	VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 120,97 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 120,97 kW
COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 6,58 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 6,58 €	COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 9,68 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 9,68 €
EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE SEPTIEMBRE ES DE 82,2 kW		EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE OCTUBRE ES DE 120,97 kW	

Imagen 53. Análisis meses de septiembre y octubre.

PAGO FINAL MES DE NOVIEMBRE	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 22,75 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €	PAGO FINAL MES DE DICIEMBRE	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 40,73 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 7,93 €
VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 53,78 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 53,78 kW	VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 0 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 0 kW
COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 4,30 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 4,30 €	COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 0,00 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 0,00 €
EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE NOVIEMBRE ES DE 53,78 kW		DÉFICIT ENERGÉTICO DEL MES DE DICIEMBRE ES DE 17,31 kW	

Imagen 54. Análisis meses de noviembre y diciembre.

En cuanto al ámbito económico, se ha determinado que, con la instalación sin baterías se debería realizar un pago anual final de **383,71 €**, mientras que con baterías sería de **47,49 €**, hay una clara diferencia entre el uso o no de baterías.

Finalmente, se demuestra que acogerse a la compensación de excedentes es bueno ya que si realizamos la venta de los excedentes a un precio de **0,08 €/kW**, en este caso se produce un ahorro del **17,6 %** respecto a la instalación sin el uso de baterías y un **31,4 %** respecto a la instalación con baterías.

2.2.5. RENTABILIDAD USO DE BATERÍAS

Para determinar la rentabilidad del uso de baterías, es fundamental comparar los costes de la instalación con y sin ellas. El coste total de la instalación sin baterías asciende a **2.741,12 €**, mientras que con baterías el coste se eleva a **7.857 €**, lo que representa una diferencia de **5.115,88 €**.

Esta inversión inicial considerable implica un mayor desembolso que, si bien permite un incremento significativo en el autoconsumo —principal objetivo de una instalación fotovoltaica, ya que maximizar el consumo propio de la energía generada es clave para optimizar el ahorro a largo plazo—, también conlleva un periodo de retorno de la inversión más prolongado.

Por lo tanto, la viabilidad económica dependerá de las prioridades establecidas, considerando si los beneficios a largo plazo justifican el mayor tiempo de retorno.

2.2.6. TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN

Para determinar el tiempo de retorno de la inversión es necesario saber el presupuesto total (**Imagen 55**).

Producto	Precio/ud	Unidades	Total
Módulo 465W	137,27 €	5	686,35 €
Estructura	195,00 €	1	195,00 €
Inversor S2000	407,77 €	1	407,77 €
Batería LUNA	2.146,54 €	2	4.293,08 €
BMS	822,80 €	1	822,80 €
Instalación	1.089,00 €	1	1.089,00 €
Legalizaciones	363,00 €	1	363,00 €
PRESUPUESTO SIN BATERIAS			2.741,12 €
PRESUPUESTO CON BATERIAS			7.857,00 €

Imagen 55. Presupuesto.

Sabiendo el presupuesto total y considerando que el gasto anual se mantendrá a lo largo de los años, además de un coste de mantenimiento anual de **100 €**, se puede determinar el tiempo de recuperación de la inversión.

Como se muestra en las imágenes 56 y 57, la instalación **sin baterías** tendría un periodo de amortización de **8,5 años**, mientras que la instalación **con baterías** requeriría **11,93 años** para recuperar la inversión.

Esto evidencia que, aunque el uso de baterías permite un mayor autoconsumo y una mayor independencia energética, el tiempo necesario para amortizar la inversión es significativamente más prolongado. Por lo tanto, la viabilidad económica dependerá de las prioridades establecidas, considerando si los beneficios a largo plazo justifican el mayor tiempo de retorno.

RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN SIN BATERÍAS						
Año	Pago Anual (€)	Ahorro Anual (€)	Mantenimiento (€)	Flujo de caja no actualizado	VAN	
Inversión Inicial				-2.741,12 €		
1	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	-2.418,77 €	
2	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	-2.096,42 €	
3	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	-1.774,07 €	
4	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	-1.451,72 €	
5	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	-1.129,37 €	
6	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	-807,02 €	
7	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	-484,67 €	
Años	8	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	-162,32 €
8,50	9	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	160,03 €
	10	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	482,38 €
	11	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	804,73 €
	12	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	1.127,08 €
	13	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	1.449,43 €
	14	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	1.771,78 €
	15	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	2.094,13 €
	16	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	2.416,48 €
	17	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	2.738,83 €
	18	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	3.061,18 €
	19	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	3.383,53 €
	20	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	3.705,88 €
	21	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	4.028,23 €
	22	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	4.350,58 €
	23	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	4.672,93 €
	24	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	4.995,28 €
	25	383,71 €	422,35 €	100,00 €	322,35 €	5.317,63 €

Imagen 56. Recuperación de la inversión sin baterías.

RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN CON BATERÍAS						
Año	Pago Anual (€)	Ahorro Anual (€)	Mantenimiento (€)	Flujo de caja no actualizado	VAN	
Inversión Inicial				-7.857,00 €		
1	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	-7.198,43 €	
2	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	-6.539,86 €	
3	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	-5.881,29 €	
4	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	-5.222,72 €	
5	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	-4.564,15 €	
6	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	-3.905,58 €	
7	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	-3.247,01 €	
8	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	-2.588,44 €	
9	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	-1.929,87 €	
10	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	-1.271,30 €	
Años	11	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	-612,73 €
11,93	12	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	45,84 €
	13	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	704,41 €
	14	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	1.362,98 €
	15	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	2.021,55 €
	16	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	2.680,12 €
	17	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	3.338,69 €
	18	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	3.997,26 €
	19	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	4.655,83 €
	20	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	5.314,40 €
	21	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	5.972,97 €
	22	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	6.631,54 €
	23	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	7.290,11 €
	24	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	7.948,68 €
	25	47,49 €	758,57 €	100,00 €	658,57 €	8.607,25 €

Imagen 57. Recuperación de la inversión con baterías.

2.3. ANÁLISIS ECONÓMICO ISF 3 kWp

2.3.1. CÁLCULO DE GASTOS MENSUALES SIN BATERÍAS

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS				FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			
ENERGÍA CONSUMIDA		305,79	DÍAS 31	ENERGÍA CONSUMIDA		212,5	DÍAS 29
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			11,04 €	Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			10,33 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,33 €	Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,05 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA			15,36 €	TOTAL IMPORTE POTENCIA			14,37 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			35,97 €	Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			25,00 €
Descuento sobre consumo 15%			-5,40 €	Descuento sobre consumo 15%			-3,75 €
CARGOS NORMATIVOS				CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €	Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,18 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			2,36 €	Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			1,83 €
TOTAL ENERGÍA			48,49 €	TOTAL ENERGÍA			37,63 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,82 €	Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,77 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			0,82 €	TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			0,77 €
IMPORTE TOTAL			49,32 €	IMPORTE TOTAL			38,40 €
IVA Reducido (*) 10%			4,93 €	IVA Reducido (*) 10%			3,84 €
Descuento Autoconsumo 13,13%			-7,12 €	Descuento Autoconsumo 14,26%			-6,02 €
TOTAL IMPORTE FACTURA			47,12 €	TOTAL IMPORTE FACTURA			36,22 €

Imagen 58. Factura de los meses de enero y febrero.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS				FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			
ENERGÍA CONSUMIDA		222,02	DÍAS 31	ENERGÍA CONSUMIDA		145,73	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			11,04 €	Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			10,68 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,33 €	Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,19 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA			15,36 €	TOTAL IMPORTE POTENCIA			14,87 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			26,12 €	Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			17,14 €
Descuento sobre consumo 15%			-3,92 €	Descuento sobre consumo 15%			-2,57 €
CARGOS NORMATIVOS				CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €	Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			1,93 €	Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			1,51 €
TOTAL ENERGÍA			39,69 €	TOTAL ENERGÍA			31,14 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,82 €	Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,80 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			0,82 €	TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			0,80 €
IMPORTE TOTAL			40,51 €	IMPORTE TOTAL			31,94 €
IVA Reducido (*) 10%			4,05 €	IVA Reducido (*) 10%			3,19 €
Descuento Autoconsumo 20,45%			-9,11 €	Descuento Autoconsumo 20,02%			-7,03 €
TOTAL IMPORTE FACTURA			35,45 €	TOTAL IMPORTE FACTURA			28,10 €

Imagen 59. Factura de los meses de marzo y abril.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS				FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			
ENERGÍA CONSUMIDA		146,28	DÍAS 31	ENERGÍA CONSUMIDA		188,72	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			11,04 €	Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			10,68 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,33 €	Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,19 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA			15,36 €	TOTAL IMPORTE POTENCIA			14,87 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			17,21 €	Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			22,20 €
Descuento sobre consumo 15%			-2,58 €	Descuento sobre consumo 15%			-3,33 €
CARGOS NORMATIVOS				CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €	Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			1,54 €	Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			1,73 €
TOTAL ENERGÍA			31,73 €	TOTAL ENERGÍA			35,66 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,82 €	Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,80 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			0,82 €	TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			0,80 €
IMPORTE TOTAL			32,55 €	IMPORTE TOTAL			36,46 €
IVA Reducido (*) 10%			3,26 €	IVA Reducido (*) 10%			3,65 €
Descuento Autoconsumo 36,65%			-13,12 €	Descuento Autoconsumo 19,70%			-7,90 €
TOTAL IMPORTE FACTURA			22,68 €	TOTAL IMPORTE FACTURA			32,20 €

Imagen 60. Factura de los meses de mayo y junio.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS				FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			
ENERGÍA CONSUMIDA		339,29	DÍAS 31	ENERGÍA CONSUMIDA		462,48	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			11,04 €	Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,33 €	Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA			15,36 €	TOTAL IMPORTE POTENCIA			15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			39,91 €	Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			54,40 €
Descuento sobre consumo 15%			-5,99 €	Descuento sobre consumo 15%			-8,16 €
CARGOS NORMATIVOS				CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €	Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			2,53 €	Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			3,16 €
TOTAL ENERGÍA			52,01 €	TOTAL ENERGÍA			64,96 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,82 €	Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			0,82 €	TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			0,82 €
IMPORTE TOTAL			52,84 €	IMPORTE TOTAL			65,78 €
IVA Reducido (*) 10%			5,28 €	IVA Reducido (*) 10%			6,58 €
Descuento Autoconsumo 25,19%			-14,64 €	Descuento Autoconsumo 17,78%			-12,87 €
TOTAL IMPORTE FACTURA			43,48 €	TOTAL IMPORTE FACTURA			59,50 €

Imagen 61. Factura de los meses de julio y agosto.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS				FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			
ENERGÍA CONSUMIDA		233,79	DÍAS 30	ENERGÍA CONSUMIDA		166,62	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			10,68 €	Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día			11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,19 €	Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día			4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA			14,87 €	TOTAL IMPORTE POTENCIA			15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			27,50 €	Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh			19,60 €
Descuento sobre consumo 15%			-4,13 €	Descuento sobre consumo 15%			-2,94 €
CARGOS NORMATIVOS				CARGOS NORMATIVOS			
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €	Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día			0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			1,96 €	Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%			1,65 €
TOTAL ENERGÍA			40,40 €	TOTAL ENERGÍA			33,87 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS				SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,80 €	Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día			0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			0,80 €	TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			0,82 €
IMPORTE TOTAL			41,19 €	IMPORTE TOTAL			34,69 €
IVA Reducido (*) 10%			4,12 €	IVA Reducido (*) 10%			3,47 €
Descuento Autoconsumo 12,54%			-5,68 €	Descuento Autoconsumo 27,77%			-10,60 €
TOTAL IMPORTE FACTURA			39,63 €	TOTAL IMPORTE FACTURA			27,56 €

Imagen 62. Factura de los meses de septiembre y octubre.

FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			FACTURA DE LA LUZ SIN LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	183,55	DÍAS 30	ENERGÍA CONSUMIDA	249,27	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		10,68 €	Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,19 €	Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,87 €	TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		21,59 €	Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		29,32 €
Descuento sobre consumo 15%		-3,24 €	Descuento sobre consumo 15%		-4,40 €
CARGOS NORMATIVOS			CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €	Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,71 €	Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		2,07 €
TOTAL ENERGÍA		35,12 €	TOTAL ENERGÍA		42,55 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,80 €	Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,80 €	TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €
IMPORTE TOTAL		35,91 €	IMPORTE TOTAL		43,38 €
IVA Reducido (*) 10%		3,59 €	IVA Reducido (*) 10%		4,34 €
Descuento Autoconsumo 17,91%		-7,08 €	Descuento Autoconsumo 5,62%		-2,68 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		32,43 €	TOTAL IMPORTE FACTURA		45,03 €

Imagen 63. Factura de los meses de noviembre y diciembre.

2.3.2. CÁLCULO DE GASTOS MENSUALES CON BATERÍAS

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	305,79	DÍAS 31	ENERGÍA CONSUMIDA	212,5	DÍAS 29
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €	Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		10,33 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €	Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,05 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €	TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,37 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		35,97 €	Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		25,00 €
Descuento sobre consumo 15%		-5,40 €	Descuento sobre consumo 15%		-3,75 €
CARGOS NORMATIVOS			CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €	Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,18 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		2,36 €	Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,83 €
TOTAL ENERGÍA		48,49 €	TOTAL ENERGÍA		37,63 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €	Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,77 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €	TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,77 €
IMPORTE TOTAL		49,32 €	IMPORTE TOTAL		38,40 €
IVA Reducido (*) 10%		4,93 €	IVA Reducido (*) 10%		3,84 €
Descuento Autoconsumo 100%		-4,25 €	Descuento Autoconsumo 100%		-42,24 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		0,00 €	TOTAL IMPORTE FACTURA		0,00 €

Imagen 64. Factura de los meses de enero y febrero.

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	222,02	DÍAS 31	ENERGÍA CONSUMIDA	145,73	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €	Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		10,68 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €	Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,19 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €	TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,87 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		26,12 €	Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		17,14 €
Descuento sobre consumo 15%		-3,92 €	Descuento sobre consumo 15%		-2,57 €
CARGOS NORMATIVOS			CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €	Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,93 €	Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,51 €
TOTAL ENERGÍA		39,69 €	TOTAL ENERGÍA		31,14 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €	Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,80 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €	TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,80 €
IMPORTE TOTAL		40,51 €	IMPORTE TOTAL		31,94 €
IVA Reducido (*) 10%		4,05 €	IVA Reducido (*) 10%		3,19 €
Descuento Autoconsumo 100%		-44,56 €	Descuento Autoconsumo 100%		-35,13 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		0,00 €	TOTAL IMPORTE FACTURA		0,00 €

Imagen 65. Factura de los meses de marzo y abril.

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	146,28	DÍAS 31	ENERGÍA CONSUMIDA	188,72	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €	Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		10,68 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €	Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,19 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €	TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,87 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		17,21 €	Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		22,20 €
Descuento sobre consumo 15%		-2,58 €	Descuento sobre consumo 15%		-3,33 €
CARGOS NORMATIVOS			CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €	Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,54 €	Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,73 €
TOTAL ENERGÍA		31,73 €	TOTAL ENERGÍA		35,66 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €	Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,80 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €	TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,80 €
IMPORTE TOTAL		32,55 €	IMPORTE TOTAL		36,46 €
IVA Reducido (*) 10%		3,26 €	IVA Reducido (*) 10%		3,65 €
Descuento Autoconsumo 100%		-35,81 €	Descuento Autoconsumo 100%		-40,10 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		0,00 €	TOTAL IMPORTE FACTURA		0,00 €

Imagen 66. Factura de los meses de mayo y junio.

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS			FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	339,29	DÍAS 31	ENERGÍA CONSUMIDA	462,48	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €	Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €	Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €	TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		39,91 €	Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		54,40 €
Descuento sobre consumo 15%		-5,99 €	Descuento sobre consumo 15%		-8,16 €
CARGOS NORMATIVOS			CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €	Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		2,53 €	Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		3,16 €
TOTAL ENERGÍA		52,01 €	TOTAL ENERGÍA		64,96 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS			SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €	Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €	TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €
IMPORTE TOTAL		52,84 €	IMPORTE TOTAL		65,78 €
IVA Reducido (*) 10%		5,28 €	IVA Reducido (*) 10%		6,58 €
Descuento Autoconsumo 92,71%		-53,88 €	Descuento Autoconsumo 100%		-72,36 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		4,24 €	TOTAL IMPORTE FACTURA		0,00 €

Imagen 67. Factura de los meses de julio y agosto.

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	233,79	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		10,68 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,19 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,87 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		27,50 €
Descuento sobre consumo 15%		-4,13 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,96 €
TOTAL ENERGÍA		40,40 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,80 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,80 €
IMPORTE TOTAL		41,19 €
IVA Reducido (*) 10%		4,12 €
Descuento Autoconsumo 100%		-45,31 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		0,00 €

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	166,62	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		19,60 €
Descuento sobre consumo 15%		-2,94 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,65 €
TOTAL ENERGÍA		33,87 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €
IMPORTE TOTAL		34,69 €
IVA Reducido (*) 10%		3,47 €
Descuento Autoconsumo 100%		-38,16 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		0,00 €

Imagen 68. Factura de los meses de septiembre y octubre.

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	183,55	DÍAS 30
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		10,68 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,19 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		14,87 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		21,59 €
Descuento sobre consumo 15%		-3,24 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		1,71 €
TOTAL ENERGÍA		35,12 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,80 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,80 €
IMPORTE TOTAL		35,91 €
IVA Reducido (*) 10%		3,59 €
Descuento Autoconsumo 100%		-39,51 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		0,00 €

FACTURA DE LA LUZ CON LA INSTALACIÓN DE BATERÍAS		
ENERGÍA CONSUMIDA	249,27	DÍAS 31
Potencia facturada Punta 3,3 kW x 'X' días x 0,107896 €/kW día		11,04 €
Valle 3,3 kW x 'X' días x 0,042295 €/kW día		4,33 €
TOTAL IMPORTE POTENCIA		15,36 €
Energía consumida 'X' kWh x 0,117629 €/kWh		29,32 €
Descuento sobre consumo 15%		-4,40 €
CARGOS NORMATIVOS		
Financiación bono social fijo 'X' días x 0,006282 €/día		0,19 €
Impuesto sobre electricidad (*) 5,11269632%		2,07 €
TOTAL ENERGÍA		42,55 €
SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		
Alquiler equipos medida 'X' días x 0,026557 €/día		0,82 €
TOTAL SERVICIOS Y OTROS CONCEPTOS		0,82 €
IMPORTE TOTAL		43,38 €
IVA Reducido (*) 10%		4,34 €
Descuento Autoconsumo 100%		-47,71 €
TOTAL IMPORTE FACTURA		0,00 €

Imagen 69. Factura de los meses de noviembre y diciembre.

2.3.3. AHORRO ECONÓMICO

En este apartado se analizará el ahorro económico obtenido al comparar el uso de baterías frente a no utilizarlas, tomando como referencia la situación inicial sin instalación fotovoltaica, considerando tanto el valor calculado como el importe real pagado.

El coste anual estimado sin la instalación es de **553,27 €**, mientras que el importe realmente abonado en el año analizado fue de **806,06 €**.

Teniendo en cuenta la instalación sin baterías el pago final anual es de **449,41 €** mientras que el pago final anual de la instalación con baterías sería de **4,24 €**.

- Sin baterías, se obtendría un ahorro del **18,77 %** respecto al valor calculado y del **44,25 %** en comparación con el importe realmente pagado.
- Con baterías, el ahorro alcanzaría el **99,23 %** respecto al valor calculado y el **99,47 %** en relación con el importe efectivamente abonado.

Estos resultados evidencian que la instalación fotovoltaica, especialmente con baterías, permite maximizar el ahorro y reducir significativamente los costos energéticos anuales.

2.3.4. ANÁLISIS COMPENSACIÓN DE EXCEDENTES

Tras realizar los análisis correspondientes, se concluye que la instalación, tanto con baterías como sin ellas, generará un excedente energético. Por ello, se optará por el mecanismo de compensación de excedentes.

Según el artículo 4.1.1. de la Guía Profesional de Tramitación del Autoconsumo: “Al final del periodo de facturación (que no podrá ser superior a un mes) se realiza la compensación entre el coste de la energía comprada de la red y el valor de la energía excedentaria inyectada a la red (valorada a precio medio horario de mercado menos el coste de los desvíos o al precio acordado entre las partes, según sea el contrato de suministro a PVPC o de mercado libre respectivamente)”, por lo tanto hay que hacer uso de la compensación de excedentes mes a mes.

PAGO FINAL MES DE ENERO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 47,12 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €	PAGO FINAL MES DE FEBRERO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 34,45 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €
VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 22,07 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 22,07 kW	VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 117,85 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 117,85 kW
COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 1,77 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 1,77 €	COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 9,43 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 9,43 €
EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE ENERO ES DE 22,07 kW		EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE FEBRERO ES DE 117,85 kW	

Imagen 70. Análisis meses de enero y febrero.

PAGO FINAL MES DE MARZO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 26,02 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €	PAGO FINAL MES DE ABRIL	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 13,20 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €
VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 186,27 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 186,27 kW	VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 288,18 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 288,18 kW
COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 14,90 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 14,90 €	COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 23,05 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 23,05 €
EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE MARZO ES DE 186,27 kW		EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE ABRIL ES DE 288,18 kW	

Imagen 71. Análisis meses de marzo y abril.

PAGO FINAL MES DE MAYO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €	PAGO FINAL MES DE JUNIO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 5,94 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €
VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 328,2 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 328,2 kW	VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 283,19 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 283,19 kW
COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 26,26 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 26,26 €	COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 22,66 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 22,66 €
EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE MAYO ES DE 328,2 kW		EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE JUNIO ES DE 283,19 kW	

Imagen 72. Análisis meses de mayo y junio.

PAGO FINAL MES DE JULIO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 20,82 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €	PAGO FINAL MES DE AGOSTO	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 47,44 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €
VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 150,79 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 150,79 kW	VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 11,58 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 11,58 kW
COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 12,06 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 12,06 €	COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 0,93 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 0,93 €
EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE JULIO ES DE 150,79 kW		EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE AGOSTO ES DE 11,58 kW	

Imagen 73. Análisis meses de julio y agosto.

PAGO FINAL MES DE SEPTIEMBRE	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 38,70 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €	PAGO FINAL MES DE OCTUBRE	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 13,64 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €
VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 173,94 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 173,94 kW	VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 204,47 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 204,47 kW
COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 13,92 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 13,92 €	COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 16,36 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 16,36 €
EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE SEPTIEMBRE ES DE 173,94 kW		EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE OCTUBRE ES DE 204,47 kW	

Imagen 74. Análisis meses de septiembre y octubre.

PAGO FINAL MES DE NOVIEMBRE	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 16,07 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €	PAGO FINAL MES DE DICIEMBRE	SIN BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 35,22 € CON BATERÍAS TENDRÍA QUE PAGAR 0,00 €
VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 122,68 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 122,68 kW	VENTA PARA COMPENSACIÓN	SIN BATERÍAS PODRÍA VENDER 50,04 kW CON BATERÍAS PODRÍA VENDER 50,04 kW
COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 9,81 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 9,81 €	COMPENSACIÓN SIGUIENTE MES	COMPENSACIÓN SIN BATERÍAS ES DE 4,00 € COMPENSACIÓN CON BATERÍAS ES DE 4,00 €
EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE NOVIEMBRE ES DE 122,68 kW		EXCESO ENERGÉTICO DEL MES DE DICIEMBRE ES DE 50,04 kW	

Imagen 75. Análisis meses de noviembre y diciembre.

En cuanto al ámbito económico, se ha determinado que, con la instalación sin baterías se debería realizar un pago anual final de **298,63 €**, mientras que con baterías no sería necesario pagar ya que la compensación y el buen uso de las baterías implicaría cubrir todos los consumos.

Finalmente, se demuestra que acogerse a la compensación de excedentes es bueno ya que si realizamos la venta de los excedentes a un precio de **0,08 €/kW**, en este caso se produce un ahorro del **33,55 %** respecto a la instalación sin el uso de baterías y un **100 %** respecto a la instalación con baterías.

2.3.5. RENTABILIDAD USO DE BATERÍAS

Para determinar la rentabilidad del uso de baterías, es fundamental comparar los costes de la instalación con y sin ellas. El coste total de la instalación sin baterías asciende a **3.242,35 €**, mientras que con baterías el coste se eleva a **6.981,25 €**, lo que representa una diferencia de **3.738,90 €**.

Esta inversión inicial considerable implica un mayor desembolso que, si bien permite un incremento significativo en el autoconsumo —principal objetivo de una instalación fotovoltaica, ya que maximizar el consumo propio de la energía generada es clave para optimizar el ahorro a largo plazo—, también conlleva un periodo de retorno de la inversión más prolongado.

Por lo tanto, la viabilidad económica dependerá de las prioridades establecidas, considerando si los beneficios a largo plazo justifican el mayor tiempo de retorno.

2.3.6. TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN

Para determinar el tiempo de retorno de la inversión es necesario saber el presupuesto total (**Imagen 76**).

Producto	Precio/ud	Unidades	Total
Módulo 600W	97,94 €	5	489,70 €
Estructura	195,00 €	1	195,00 €
Inversor AH3M-2	998,25 €	1	998,25 €
Instalación	1.196,40 €	1	1.196,40 €
Legalizaciones	363,00 €	1	363,00 €
TS-L5000/LV	1.246,30 €	3	3.738,90 €
PRESUPUESTO TOTAL SIN BATERÍAS			3.242,35 €
PRESUPUESTO TOTAL CON BATERÍAS			6.981,25 €

Imagen 76. Presupuesto.

Sabiendo el presupuesto total y considerando que el gasto anual se mantendrá a lo largo de los años, además de un coste de mantenimiento anual de **100 €**, se puede determinar el tiempo de recuperación de la inversión.

Como se muestra en las imágenes 77 y 78, la instalación **sin baterías** tendría un periodo de amortización de **7,95 años**, mientras que la instalación **con baterías** requeriría **9,88 años** para recuperar la inversión.

Esto evidencia que, el tiempo necesario para amortizar la inversión no es significativamente más prolongado. Por lo tanto, la viabilidad económica dependerá de las prioridades establecidas, considerando si los beneficios a largo plazo justifican el mayor tiempo de retorno.

RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN SIN BATERÍAS					
Año	Pago Anual (€)	Ahorro Anual (€)	Mantenimiento (€)	Flujo de caja no actualizado	VAN
Inversión Inicial				-3.242,35 €	
1	298,63 €	507,97 €	100,00 €	407,97 €	-2.834,38 €
2	298,63 €	507,97 €	100,00 €	407,97 €	-2.426,41 €
3	298,63 €	507,97 €	100,00 €	407,97 €	-2.018,44 €
4	298,63 €	507,97 €	100,00 €	407,97 €	-1.610,47 €
5	298,63 €	507,97 €	100,00 €	407,97 €	-1.202,50 €
6	298,63 €	507,97 €	100,00 €	407,97 €	-794,53 €
Años	7	298,63 €	507,97 €	407,97 €	-386,56 €
7,95	8	298,63 €	507,97 €	407,97 €	21,41 €
	9	298,63 €	507,97 €	407,97 €	429,38 €
	10	298,63 €	507,97 €	407,97 €	837,35 €
	11	298,63 €	507,97 €	407,97 €	1.245,32 €
	12	298,63 €	507,97 €	407,97 €	1.653,29 €
	13	298,63 €	507,97 €	407,97 €	2.061,26 €
	14	298,63 €	507,97 €	407,97 €	2.469,23 €
	15	298,63 €	507,97 €	407,97 €	2.877,20 €
	16	298,63 €	507,97 €	407,97 €	3.285,17 €
	17	298,63 €	507,97 €	407,97 €	3.693,14 €
	18	298,63 €	507,97 €	407,97 €	4.101,11 €
	19	298,63 €	507,97 €	407,97 €	4.509,08 €
	20	298,63 €	507,97 €	407,97 €	4.917,05 €
	21	298,63 €	507,97 €	407,97 €	5.325,02 €
	22	298,63 €	507,97 €	407,97 €	5.732,99 €
	23	298,63 €	507,97 €	407,97 €	6.140,96 €
	24	298,63 €	507,97 €	407,97 €	6.548,93 €
	25	298,63 €	507,97 €	407,97 €	6.956,90 €

Imagen 77. Recuperación de la inversión sin baterías.

RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN CON BATERÍAS					
Año	Pago Anual (€)	Ahorro Anual (€)	Mantenimiento (€)	Flujo de caja no actualizado	VAN
Inversión Inicial				-6.981,25 €	
1	0,00 €	806,60 €	100,00 €	706,60 €	-6.274,65 €
2	0,00 €	806,60 €	100,00 €	706,60 €	-5.568,05 €
3	0,00 €	806,60 €	100,00 €	706,60 €	-4.861,45 €
4	0,00 €	806,60 €	100,00 €	706,60 €	-4.154,85 €
5	0,00 €	806,60 €	100,00 €	706,60 €	-3.448,25 €
6	0,00 €	806,60 €	100,00 €	706,60 €	-2.741,65 €
7	0,00 €	806,60 €	100,00 €	706,60 €	-2.035,05 €
8	0,00 €	806,60 €	100,00 €	706,60 €	-1.328,45 €
Años	9	0,00 €	806,60 €	706,60 €	-621,85 €
9,88	10	0,00 €	806,60 €	706,60 €	84,75 €
	11	0,00 €	806,60 €	706,60 €	791,35 €
	12	0,00 €	806,60 €	706,60 €	1.497,95 €
	13	0,00 €	806,60 €	706,60 €	2.204,55 €
	14	0,00 €	806,60 €	706,60 €	2.911,15 €
	15	0,00 €	806,60 €	706,60 €	3.617,75 €
	16	0,00 €	806,60 €	706,60 €	4.324,35 €
	17	0,00 €	806,60 €	706,60 €	5.030,95 €
	18	0,00 €	806,60 €	706,60 €	5.737,55 €
	19	0,00 €	806,60 €	706,60 €	6.444,15 €
	20	0,00 €	806,60 €	706,60 €	7.150,75 €
	21	0,00 €	806,60 €	706,60 €	7.857,35 €
	22	0,00 €	806,60 €	706,60 €	8.563,95 €
	23	0,00 €	806,60 €	706,60 €	9.270,55 €
	24	0,00 €	806,60 €	706,60 €	9.977,15 €
	25	0,00 €	806,60 €	706,60 €	10.683,75 €

Imagen 78. Recuperación de la inversión con baterías.

2.4. ANÁLISIS ECONÓMICO ISF AISLADA DE RED

2.4.1. TIEMPO DE RETORNO DE LA INVERSIÓN

Para determinar el tiempo de retorno de la inversión es necesario saber el presupuesto total (Imagen 79).

Producto	Precio/ud	Unidades	Total
Módulo 600W	97,94 €	8	783,52 €
Estructura	308,49 €	1	308,49 €
Inversor AH4M-2	1.485,80 €	1	1.485,80 €
DC-L5000/LV	1.252,35 €	3	3.757,05 €
Instalación	1.200,00 €	1	1.200,00 €
Legalizaciones	363,00 €	1	363,00 €
PRESUPUESTO TOTAL INSTALACIÓN AISLADA			7.897,86 €

Imagen 79. Presupuesto.

Sabiendo el presupuesto total y considerando que el gasto anual se mantendrá a lo largo de los años, además de un coste de mantenimiento anual de **100 €**, se puede determinar el tiempo de recuperación de la inversión.

Como se muestra en las **Imagen 80**, la instalación tendría un periodo de amortización de **11,19 años**.

RECUPERACIÓN DE LA INVERSIÓN DE UNA ISF AISLADA						
Año	Pago Anual (€)	Ahorro Anual (€)	Mantenimiento (€)	Flujo de caja no actualizado	VAN	
		Inversión Inicial		-7.897,86 €		
1	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	-7.191,80 €	
2	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	-6.485,74 €	
3	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	-5.779,68 €	
4	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	-5.073,62 €	
5	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	-4.367,56 €	
6	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	-3.661,50 €	
7	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	-2.955,44 €	
8	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	-2.249,38 €	
9	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	-1.543,32 €	
10	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	-837,26 €	-2.323,06 € 1485,8 CAMBIO DEL INVERSOR
11	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	-131,20 €	-1.617,00 €
11,19	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	574,86 €	-910,94 €
13	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	1.280,92 €	-204,88 €
14	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	1.986,98 €	501,18 € 1.207,24 €
15	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	2.693,04 €	-2.549,81 € 3757,05 CAMBIO DE BATERÍAS
16	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	3.399,10 €	-1.843,75 €
17	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	4.105,16 €	-1.137,69 €
18	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	4.811,22 €	-431,63 €
19	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	5.517,28 €	274,43 € 980,49 €
20	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	6.223,34 €	-505,31 € 1485,8
21	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	6.929,40 €	200,75 €
22	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	7.635,46 €	906,81 €
23	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	8.341,52 €	1.612,87 €
24	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	9.047,58 €	2.318,93 €
25	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	9.753,64 €	3.024,99 €
26	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	10.459,70 €	3.731,05 €
27	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	11.165,76 €	4.437,11 €
28	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	11.871,82 €	5.143,17 €
29	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	12.577,88 €	5.849,23 € 6.555,29 € 1485,8
30	0,00 €	806,06 €	100,00 €	706,06 €	13.283,94 €	1.312,44 € 5242,85 3757,05 CAMBIO DE INVERSOR Y BATERÍAS

Imagen 80. Recuperación de la inversión.

También se ha calculado el coste de reemplazo del inversor y las baterías a lo largo de los años. El inversor se sustituiría en el año 10, y su amortización tomaría aproximadamente 4 años.

En el año 15, se realizaría el cambio de las tres baterías, cuya recuperación también llevaría alrededor de 4 años.

Posteriormente, en el año 20, se haría un nuevo reemplazo del inversor, cuya inversión se recuperaría en solo 1 año. A partir de ese momento, el sistema comenzaría a generar un margen de beneficio total.

3. CONCLUSIONES

Tras analizar las distintas configuraciones de instalaciones fotovoltaicas y evaluar el impacto del uso de baterías, se concluye que la integración de almacenamiento energético es altamente recomendable. La inclusión de baterías no solo incrementa significativamente el porcentaje de autoconsumo, sino que también permite reducir la dependencia de la red eléctrica. Además, la diferencia en el tiempo de recuperación de la inversión entre una instalación con y sin baterías es mínima, lo que hace que su incorporación sea una decisión rentable a largo plazo.

En cuanto a la rentabilidad de cada instalación, se diferencian los siguientes casos:

- **Instalación Solar Fotovoltaica de 2,325 kWp:** Es la opción menos recomendable, ya que presenta meses con déficit de producción energética y, además, su coste con baterías es superior al de otras alternativas. A pesar de que reduce el pago anual respecto al consumo sin instalación fotovoltaica, esta reducción es limitada sin el uso de baterías, situándose en torno al 50 %.
- **Instalación Solar Fotovoltaica de 3 kWp:** Representa una mejora significativa respecto a la anterior, ya que con el apoyo de baterías logra cubrir prácticamente toda la demanda energética. En este caso, el uso de baterías no solo optimiza el autoconsumo, sino que también permite reducir a cero el coste energético mensual. Además, la diferencia en el tiempo de amortización entre instalar o no baterías es mínima, lo que la convierte en una opción altamente rentable tanto desde el punto de vista económico como energético.
- **Instalación Solar Fotovoltaica Aislada de la Red de 4,8 kWp:** Es la más autosuficiente, ya que garantiza la cobertura total de la demanda energética sin necesidad de conexión a la red eléctrica. Sin embargo, presenta un desafío importante: si el consumo supera la producción o las baterías no están suficientemente cargadas, la vivienda quedaría sin suministro eléctrico, lo que podría generar inconvenientes. No obstante, siempre que la demanda se mantenga dentro de los límites previstos, esta instalación permite un abastecimiento energético completamente independiente y sostenible.

En conclusión, el uso de baterías se presenta como un elemento clave para maximizar el rendimiento y la rentabilidad de las instalaciones fotovoltaicas. Si bien la opción más adecuada depende de las necesidades específicas de cada usuario, queda demostrado que la combinación de generación solar con almacenamiento energético permite optimizar el autoconsumo, reducir los costes eléctricos y avanzar hacia una mayor independencia energética.

4. BIBLIOGRAFÍA

- LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2019-5089

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-13645>

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2002-18099&p=20230318&tn=1>

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2014-6123>

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2011-13239>

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0052027>

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0061310>

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0068555>

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma/?c=N0056769>

<https://www.miteco.gob.es/es/energia/energia-electrica/electricidad/autoconsumo-electrico.html>

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

https://www.boe.es/biblioteca_juridica/codigos/codigo.php?modo=2&id=326_Reglamento_electrotecnico_para_baja_tension_e_ITC

[https://industria.gob.es/Calidad-](https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/bt/guia_bt_anexo_2_sep03R1.pdf)

[Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/bt/guia_bt_anexo_2_sep03R1.pdf](https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/bt/guia_bt_anexo_2_sep03R1.pdf)

[https://industria.gob.es/Calidad-](https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/bt/guia_bt_19_feb09R2.pdf)

[Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/bt/guia_bt_19_feb09R2.pdf](https://industria.gob.es/Calidad-Industrial/seguridadindustrial/instalacionesindustriales/baja-tension/Documents/bt/guia_bt_19_feb09R2.pdf)

<https://sotysolar.es/blog/subvenciones-placas-solares-comunidad-valenciana>

https://www.idae.es/sites/default/files/documentos_5654_FV_pliego_condiciones_tecnicas_instalaciones_conectadas_a_red_C20_Julio_2011_3498eaaf.pdf

- INSTALACIÓN ESCENARIO 1

<https://suministrosdelsol.com/es/paneles-solares/995-panel-solar-jasolar-465w-jam72s20-hc.html?gQT=1>

[\[estructuras-para-paneles-solares/estructura-inclinada-10-30o/estructura-5-\]\(https://iluminashop.com/led-producto/material-electrico/energia-solar-fotovoltaica/estructuras-para-paneles-solares/estructura-inclinada-10-30o/estructura-5-\)](https://iluminashop.com/led-producto/material-electrico/energia-solar-fotovoltaica/estructuras-para-paneles-solares/estructura-inclinada-10-30o/estructura-5-</p></div><div data-bbox=)

[paneles-coplanar-inclinada-15-30-30-35mm/](#)

<https://autosolar.es/inversores-hibridos-monofasicos/inversor-huawei-sun2000-2ktl-11-2000w>

https://autosolar.es/baterias-litio-alto-voltaje/modulo-bateria-litio-huawei-luna2000-5kwh?_gl=1*v0jn54*_up*MQ..*_gs*MQ..&gclid=Cj0KCQiAr7C6BhDRARIsAOUKifilXS63sGOMj_KiN2dxAkDAPqIDKVZFqF-

AWTceDIAJF_zeXsF93EQaAonHEALw_wcB&gclsrc=aw.ds#specification

<https://autosolar.es/bms-baterias-de-litio/bms-bateria-litio-huawei->

luna2000?_gl=1*1ngvbok*_up*MQ..&gclid=Cj0KCQiAr7C6BhDRARIsAOUKifilXS63sGOMj_KiN2dxAkDAPqIDKVZFqFAWTceDIAJF_zeXsF93EQaAonHEALw_wcB&gclsrc=aw.ds

- **INSTALACION ESCENARIO 2**

<https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-solar-600w-monocristalino->

tensite?_gl=1*2ahuj4*_up*MQ..&gclid=Cj0KCQiA6Ou5BhCrARIsAPoTxrCU8YPaI3n90p8ccjRd2bbeAtxtejQhhKGAAQmOZGsXhdmnS5UgokaAvlREALw_wcB&gclsrc=aw.ds

<https://iluminashop.com/led-producto/material-electrico/energia-solar->

<fotovoltaica/estructuras-para-paneles-solares/estructura-inclinada-10-30o/estructura-5-paneles-coplanar-inclinada-15-30-30-35mm/>

<https://autosolar.es/inversores-hibridos-monofasicos/inversor-hibrido-tensite-3kw-monofasico-ah3m-2>

<https://autosolar.es/baterias-litio-48v/bateria-litio-dc-solar-energy-48v-dc->

5000lv?_gl=1*1spgb3s*_up*MQ..*_gs*MQ..&gclid=CjwKCAiAnKi8BhB0EiwA58DA4Q96nv8BHXHq7P52Vd0mGZUKV8CUcE_V9uR9z7rEiQU9qw_pBcA8WRoCYNgQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds

- **INSTALACION ESCENARIO 3**

<https://autosolar.es/panel-solar-24-voltios/panel-solar-600w-monocristalino->

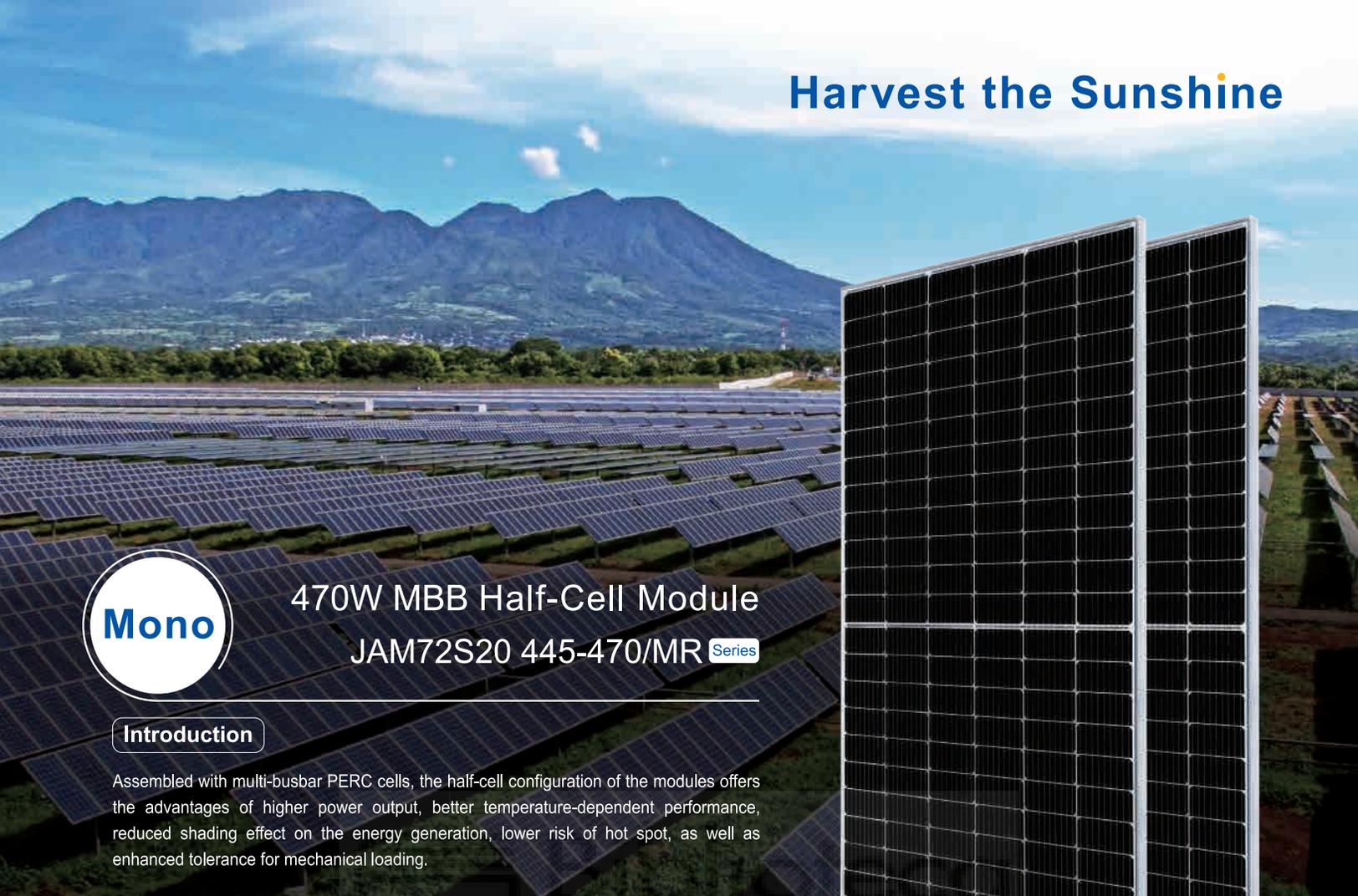
tensite?_gl=1*2ahuj4*_up*MQ..&gclid=Cj0KCQiA6Ou5BhCrARIsAPoTxrCU8YPaI3n90p8ccjRd2bbeAtxtejQhhKGAAQmOZGsXhdmnS5UgokaAvlREALw_wcB&gclsrc=aw.ds

<https://iluminashop.com/led-producto/material-electrico/energia-solar->

[fotovoltaica/estructuras-para-paneles-solares/estructura-inclinada-10-30o/estructura-8-paneles-coplanar-inclinada-15-30-30-35mm/](https://autosolar.es/fotovoltaica/estructuras-para-paneles-solares/estructura-inclinada-10-30o/estructura-8-paneles-coplanar-inclinada-15-30-30-35mm/)
<https://autosolar.es/inversores-hibridos-monofasicos/inversor-hibrido-tensite-4kw-monofasico-ah4m-2>
https://autosolar.es/baterias-litio-48v/bateria-litio-dc-solar-energy-48v-dc-5000lv?_gl=1*1spgb3s*_up*MQ..*_gs*MQ..&gclid=CjwKCAiAnKi8BhB0EiwA58DA4Q96nv8BHXHq7P52Vd0mGZUKV8CUcE_V9uR9z7rEiQU9qw_pBcA8WRoCYNgQAvD_BwE&gclsrc=aw.ds

ANEXO II: FICHAS TÉCNICAS





Mono

470W MBB Half-Cell Module JAM72S20 445-470/MR Series

Introduction

Assembled with multi-busbar PERC cells, the half-cell configuration of the modules offers the advantages of higher power output, better temperature-dependent performance, reduced shading effect on the energy generation, lower risk of hot spot, as well as enhanced tolerance for mechanical loading.



Higher output power



Lower LCOE



Less shading and lower resistive loss

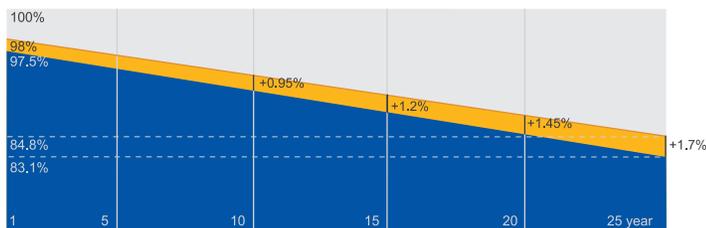


Better mechanical loading tolerance

Superior Warranty

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

0.55% Annual Degradation Over 25 years



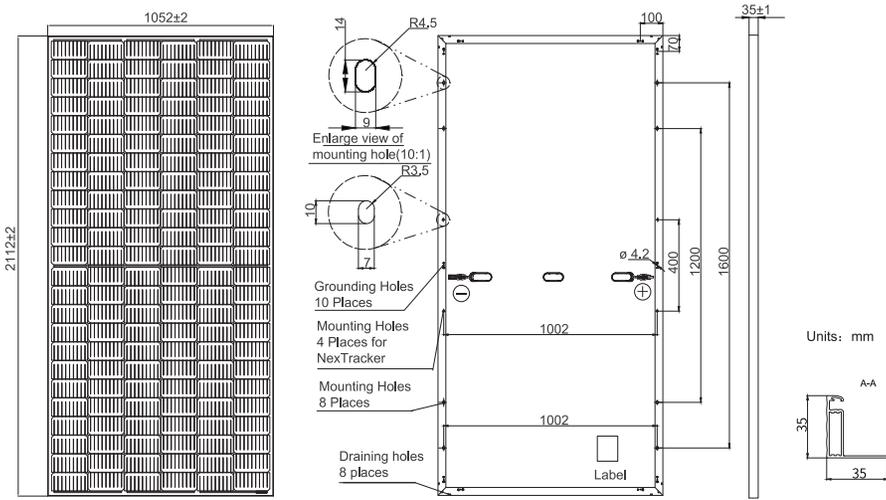
■ New linear power warranty ■ Standard module linear power warranty

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



MECHANICAL DIAGRAMS



Remark: customized frame color and cable length available upon request

SPECIFICATIONS

Cell	Mono
Weight	24.7kg±3%
Dimensions	2112±2mm×1052±2mm×35±1mm
Cable Cross Section Size	4mm ² (IEC) , 12 AWG(UL)
No. of cells	144 (6×24)
Junction Box	IP68, 3 diodes
Connector	MC4(1000V) MC4-EVO2(1500V)
Cable Length (Including Connector)	1200mm(+)/1200mm(-)
Packaging Configuration	31pcs/pallet 682pcs/40ft Container

ELECTRICAL PARAMETERS AT STC

TYPE	JAM72S20 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Maximum Power(Pmax) [W]	445	450	455	460	465	470
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	49.56	49.70	49.85	50.01	50.15	50.31
Maximum Power Voltage(Vmp) [V]	41.21	41.52	41.82	42.13	42.43	42.69
Short Circuit Current(Isc) [A]	11.32	11.36	11.41	11.45	11.49	11.53
Maximum Power Current(Imp) [A]	10.80	10.84	10.88	10.92	10.96	11.01
Module Efficiency [%]	20.0	20.3	20.5	20.7	20.9	21.2
Power Tolerance	0~+5W					
Temperature Coefficient of Isc(α _{Isc})	+0.044%/°C					
Temperature Coefficient of Voc(β _{Voc})	-0.272%/°C					
Temperature Coefficient of Pmax(γ _{Pmp})	-0.350%/°C					
STC	Irradiance 1000W/m ² , 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 -445/MR	JAM72S20 -450/MR	JAM72S20 -455/MR	JAM72S20 -460/MR	JAM72S20 -465/MR	JAM72S20 -470/MR
Rated Max Power(Pmax) [W]	336	340	344	348	352	355
Open Circuit Voltage(Voc) [V]	46.65	46.90	47.15	47.38	47.61	47.84
Max Power Voltage(Vmp) [V]	38.95	39.19	39.44	39.68	39.90	40.10
Short Circuit Current(Isc) [A]	9.20	9.25	9.29	9.33	9.38	9.42
Max Power Current(Imp) [A]	8.64	8.68	8.72	8.76	8.81	8.86
NOCT	Irradiance 800W/m ² , ambient temperature 20°C,wind speed 1m/s, AM1.5G					

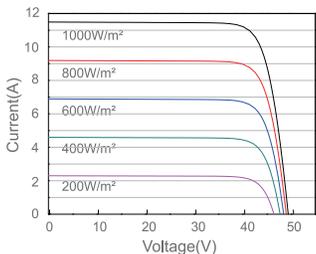
OPERATING CONDITIONS

Maximum System Voltage	1000V/1500V DC
Operating Temperature	-40°C~+85°C
Maximum Series Fuse Rating	20A
Maximum Static Load,Front*	5400Pa(112 lb/ft ²)
Maximum Static Load,Back*	2400Pa(50 lb/ft ²)
NOCT	45±2°C
Safety Class	Class II
Fire Performance	UL Type 1

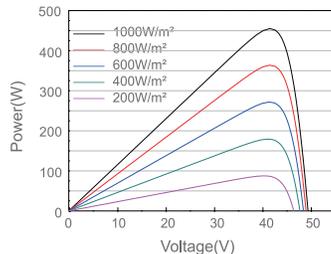
*For NexTracker installations ,Maximum Static Load, Front is 1800Pa while Maximum Static Load, Back is 1800Pa.

CHARACTERISTICS

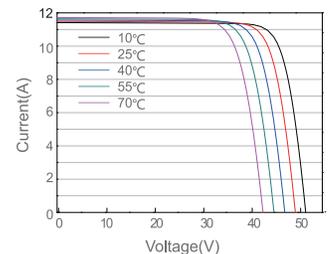
Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Power-Voltage Curve JAM72S20-455/MR



Current-Voltage Curve JAM72S20-455/MR





Seguridad activa

Protección contra arcos eléctricos
active con tecnología de IA



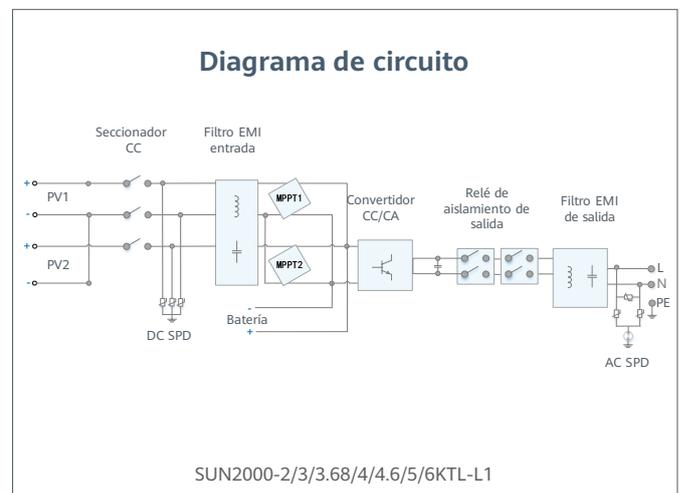
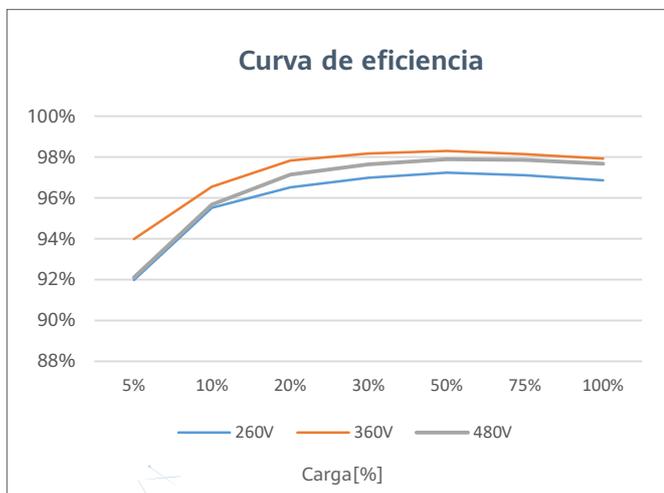
Mayor rendimiento

Hasta un 30 % más de
energía con optimizadores



2x POTENCIA de Batería

5kW de Salida en CA más
5kW de Carga en Baterías



SUN2000-2/3/3.68/4/4.6/5/6KTL-L1
Especificaciones técnicas

Especificaciones técnicas	SUN2000 -2KTL-L1	SUN2000 -3KTL-L1	SUN2000 -3.68KTL-L1	SUN2000 -4KTL-L1	SUN2000 -4.6KTL-L1	SUN2000 -5KTL-L1	SUN2000 -6KTL-L1 ¹
---------------------------	---------------------	---------------------	------------------------	---------------------	-----------------------	---------------------	----------------------------------

Eficiencia

Eficiencia Máxima	98.2 %	98.3 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %	98.4 %
Eficiencia europea	96.7 %	97.3 %	97.3 %	97.5 %	97.7 %	97.8 %	97.8 %

Entrada (FV)

Entrada de CC máxima recomendada ²	3,000 Wp	4,500 Wp	5,520 Wp	6,000 Wp	6,900 Wp	7,500 Wp	9,000 Wp
Máx. tensión de entrada	600 V ³						
Tensión de arranque	100 V						
Rango de tensión de operación de MPPT	90 V – 560 V ³						
Tensión nominal de entrada	360 V						
Máx. intensidad por MPPT	12.5 A						
Máx. intensidad de cortocircuito por MPPT	18 A						
Cantidad de MPPTs	2						
Máx. número de entradas por MPPT	1						

Entrada (Batería CC)

Batería compatible	LG Chem RESU 7H_R / 10H_R						
Rango de tensión de operación	350 ~ 450 Vcc						
Max. corriente de operación	10 A @7H_R / 15 A @10H_R						
Potencia de carga máxima	3,500 W @7H_R / 5,000 W @10H_R						
Potencia máxima de descarga @ 7H_R	2,200 W	3,300 W	3,500 W				
Potencia máxima de descarga @ 10H_R	2,200 W	3,300 W	3,680 W	4,400 W	4,600 W	5,000 W	5,000 W

Batería compatible	HUAWEI Smart ESS Battery 5kWh – 30kWh ¹						
Rango de tensión de operación	350 ~ 560 Vdc						
Max. corriente de operación	15 A						
Potencia de carga máxima	5,000 W ⁴						
Potencia máxima de descarga	2,200 W	3,300 W	3,680 W	4,400 W	4,600 W	5,000 W	5,000 W

Salida

Conexión a la red eléctrica	Monofásica						
Potencia de salida nominal	2,000 W	3,000 W	3,680 W	4,000 W	4,600 W	5,000 W ⁵	6,000 W
Máx. potencia aparente de CA	2,200 VA	3,300 VA	3,680 VA	4,400 VA	5,000 VA ⁶	5,500 VA ⁷	6,000 VA
Tensión nominal de Salida	220 Vac / 230 Vac / 240 Vac						
Frecuencia nominal de red de CA	50 Hz / 60 Hz						
Máx. intensidad de salida	10 A	15 A	16 A	20 A	23 A ⁸	25 A ⁸	27.3 A
Factor de potencia ajustable	0.8 leading ... 0.8 lagging						
Máx. distorsión armónica total	≤ 3 %						
Salida para SAI	Sí (a través de Backup Box-B0 ¹)						

Protección & Características

Protección anti-isla	Sí
Protección contra polaridad inversa de CC	Sí
Monitorización de aislamiento	Sí
Protección contra descargas atmosféricas CC	Sí, clase de protección TIPO II compatible según EN / IEC 61643-11
Protección contra descargas atmosféricas CA	Sí, clase de protección TIPO II compatible según EN / IEC 61643-11
Monitorización de la corriente residual	Sí
Protección contra sobreintensidad de CA	Sí
Protección contra cortocircuito de CA	Sí
Protección contra sobretensión de CA	Sí
Protección contra sobrecalentamiento	Sí
Protección de falla de arco	Sí
Carga inversa de la batería desde la red	Sí

Datos generales

Rango de temperatura de operación	-25 ~ +60 °C
Humedad relativa de operación	0 %RH ~ 100 %RH
Altitud de operación	0 ~ 4,000 m (disminución de la capacidad eléctrica a partir de los 2000 m)
Ventilación	Convección natural
Pantalla	Indicadores LED; WLAN integrado + aplicación FusionSolar
Comunicación	RS485, WLAN a través del módulo WLAN incorporado en el inversor Ethernet a través de Smart Dongle-WLAN-FE (Opcional); 4G / 3G / 2G a través de Smart Dongle-4G (Opcional)
Peso (incluido soporte de montaje)	12.0 kg
Dimensiones (incluido soporte de montaje)	365mm * 365mm * 156 mm
Grado de protección	IP65
Consumo de energía durante la noche	< 2,5 W

Compatibilidad con optimizadores

Optimizador compatible con MBUS CC	SUN2000-450W-P
------------------------------------	----------------

Cumplimiento de estándares (más opciones disponibles previa solicitud)

Seguridad	EN/IEC 62109-1, EN/IEC 62109-2
Estándares de conexión a red eléctrica	G98, G99, EN 50549-1, CEI 0-21, VDE-AR-N-4105, AS 4777.2, C10/11, ABNT, UTE C15-712, RD 1699, TOR D4, IEC61727, IEC62116

* 1 Disponible en Q3 del 2020.

* 2 La potencia fotovoltaica de entrada máxima del inversor es de 10.000Wp cuando las cadenas largas se diseñen y conecten al completo de optimizadores de potencia SUN2000-450W-P.

* 3 El límite máximo de tensión de entrada y de operación se reducirán a 495 V cuando el inversor se conecte y funcione con la batería LG.

* 4 2.500W en las baterías HUAWEI ESS de 5kWh

* 5 AS4777.2:4,991W. * 6. VDE-AR-N 4105:4,600VA / AS4777.2:4,999VA. * 7. AS4777.2:4,999VA / C10/11:5,000VA. * 8. AS4777.2:21.7A.

Smart String Energy Storage System



More Usable Energy

100% Depth of Discharge
Pack Level Energy Optimization



Flexible Investment

5kWh Modular Design,
Scalable from 5 to 30 kWh



Safe & Reliable

Lithium Iron Phosphate (LFP) Cell



Easy Installation

12 kg Power Module
50 kg Battery Module



Quick Commissioning

Automatically Detected in App



Perfect Compatibility

Compatible to Both Residential
Single & Three Phase Inverter



Technical Specification	LUNA2000-5-S0	LUNA2000-10-S0	LUNA2000-15-S0
			

Performance			
Power module	LUNA2000-5KW-C0		
Number of power modules	1		
Battery module	LUNA2000-5-E0		
Battery module energy	5 kWh		
Number of battery Modules	1	2	3
Battery usable energy ¹	5 kWh	10 kWh	15 kWh
Max. output power	2.5 kW	5 kW	5 kW
Peak output power	3.5 kW, 10 s	7 kW, 10 s	7 kW, 10 s
Nominal voltage (single phase system)	360 V		
Operating voltage range (single phase system)	350 – 560 V		
Nominal voltage (three phase system)	600 V		
Operating voltage range (three phase system)	600 – 980 V		

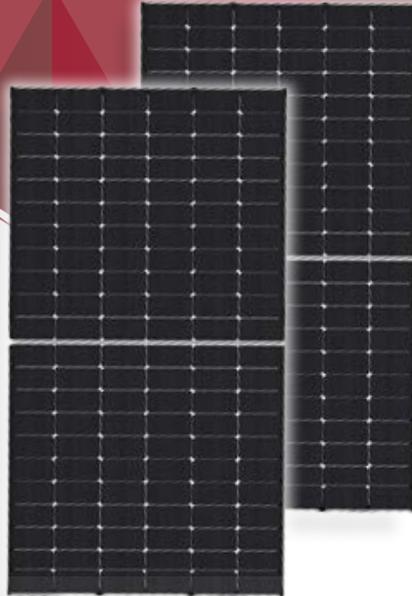
Communication	
Display	SOC status indicator, LED indicator
Communication	RS485 / CAN (only for parallel operation)

General Specification			
Dimension (W*D*H)	670 * 150 * 600 mm (26.4 * 5.9 * 23.6 inch)	670 * 150 * 960 mm (26.4 * 5.9 * 37.8 inch)	670 * 150 * 1320 mm (26.4 * 5.9 * 60.0 inch)
Weight (Floor stand toolkit included)	63.8 kg (140.7 lb)	113.8 kg (250.9 lb)	163.8 kg (361.1 lb)
Power module dimension (W*D*H)	670 * 150 * 240 mm (26.4 * 5.9 * 9.4 inch)		
Power module weight	12 kg (26.5 lb)		
Battery module dimension (W*D*H)	670 * 150 * 360 mm (26.4 * 5.9 * 14.0 inch)		
Battery module weight	50 kg (110.2 lb)		
Installation	Floor stand (standard), Wall mount (optional)		
Operating temperature	-10°C ~ + 55°C (14°F ~ 131°F) ²		
Operating altitude	0 - 4,000 m (13,123 ft.) (Derating above 2,000 m)		
Relative humidity	5% ~ 95%		
Cooling	Natural convection		
Protection rating	IP 66		
Noise emission	<29 dB		
Cell technology	Lithium-iron phosphate (LiFePO4)		
Warranty	10 years ³		
Scalability	Max. 2 systems in parallel operation		
Compatible inverters	SUN2000-2/3/3.68/4/4.6/5/6KTL-L1, SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M0 ⁴ , SUN2000-3/4/5/6/8/10KTL-M1		

Standard Compliance (more available upon request)	
Certificates	CE, RCM, CEC, VDE2510-50, IEC62619, IEC 60730, UN38.3

Ordering and Deliverable Part	
Product ordering model ⁵	LUNA2000-5KW-C0, LUNA2000-5-E0, LUNA2000 Wall Mounting Bracket

1. Test conditions: 100% depth of discharge (DoD), 0.2C rate charge & discharge at 25°C
2. Charge/discharge derating occurs when the operating temperature from -10°C to 5 °C.& 45 °C to 55 °C.
3. Refer to battery warranty letter for conditional application.
4. Available in Q1, 2021
5. Storage system is ordered and delivered in the form of power module and battery module separately with corresponding quantity.
Version No.:04-(20201006) SOLAR.HUAWEI.COM/EU/



144 Células MBB Half-Cut



Mayor eficiencia de conversión del módulo



Mayor potencia de salida



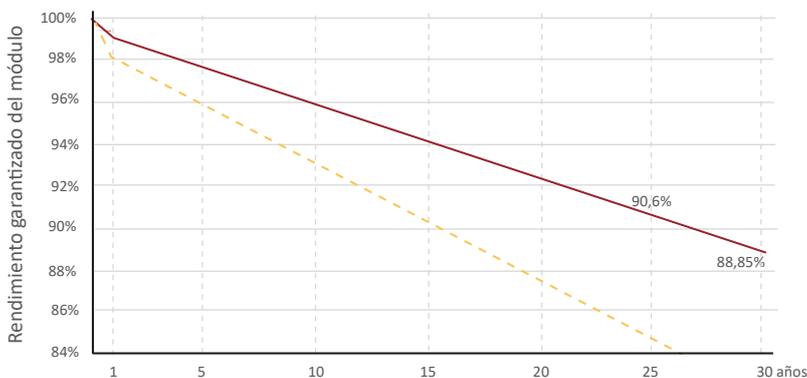
Diseño ligero



Rendimiento con poca luz

GARANTÍA

Garantía lineal de Potencia



Tolerancia positiva de vatios



Años de garantía del producto



Años de garantía de potencia lineal



Datos Eléctricos STC

EM600-PH

Máxima potencia (Wp)	600 Wp
Corriente de potencia máxima (I _{mp})	13,43 A
Voltaje de potencia máxima (V _{mp})	44,68 V
Corriente de cortocircuito (I _{sc})	15,95 A
Voltaje de circuito abierto (V _{oc})	53,99 V
Eficiencia del módulo	23,20%
Capacidad máx. fusible en serie	25 A
Número de Diodos	3
Tolerancia positiva en vatios	±3%
Condiciones de prueba estándar	1000 W/m ² , 25 °C, AM 1.5
Tensión máxima del sistema	1500V / DC
Coefficiente de temperatura I _{sc}	+0,05% / °C
Coefficiente de temperatura V _{oc}	-0,22% / °C
Coefficiente de temperatura P _{mp}	-0,26% / °C
Rango temperatura funcionamiento	-40°C / +85°C
Temperatura operación célula (TONC)	45°C ±2
Capacidad carga cubierta del módulo (vidrio)	5400Pa IEC61215 (nieve)
Capacidad carga frontal/trasera del módulo	2400Pa IEC61215 (viento)

*Condiciones Estandar de Medida STC: Irradiación 1.000 W/m², espectro AM1.5, célula a 25°C.

Valores en condiciones TONC**

Potencia máxima TONC (P _{max})	452 W
Voltaje de potencia máxima (V _{mp} TONC)	42,19 V
Corriente de potencia máxima (I _{mp} TONC)	10,72 A
Voltaje de circuito abierto (V _{oc} TONC)	50,99 V
Corriente de cortocircuito (I _{sc} TONC)	11,48 A

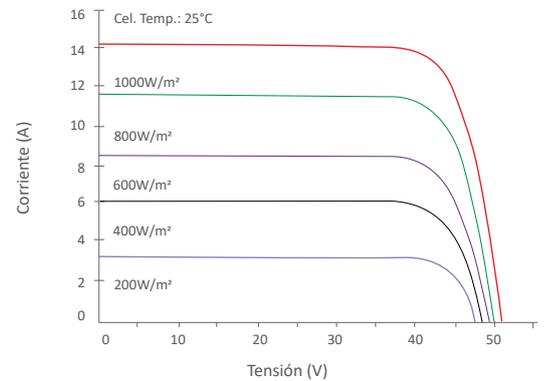
**Condiciones TONC: Irradiación de 800 W/m², AM1.5, temperatura ambiente 20 °C y viento de 1 m/s.

Características mecánicas

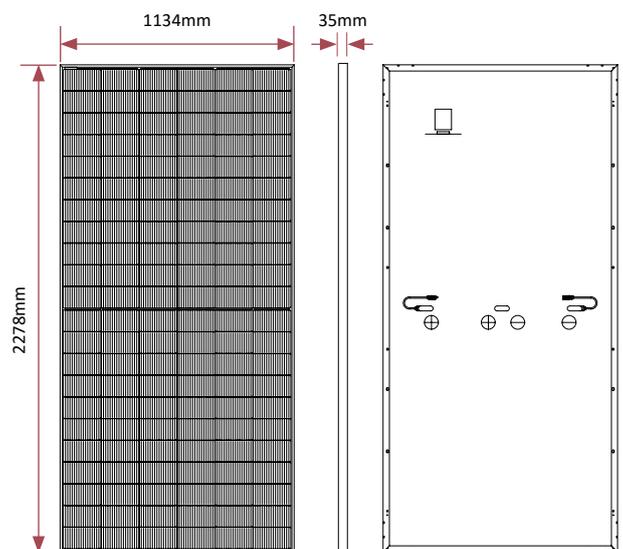
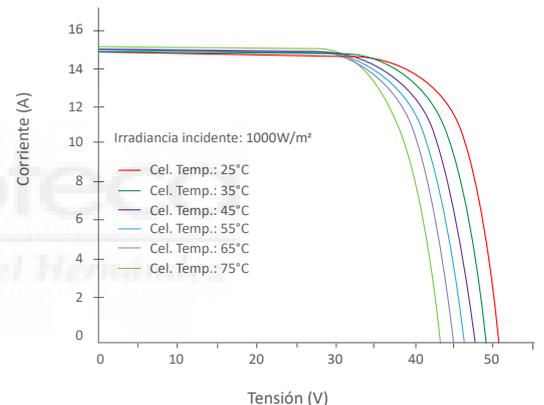
Cubierta frontal (material/espesor)	Vidrio templado / 3,2mm
Peso del módulo	28,2kg ±3%
Dimensiones del módulo	2278x1134x35mm
Revestimiento (color)	TPT en blanco
Células (cantidad/material/dimensiones)	144(6x24) / Silicio monocristalino
Marco (material/color)	Aluminio anodizado / Plata
Grado protección caja de conexiones	≥ IP68
Cables y conectores	4mm ² (IEC), long. 350mm
Clasificación de calidad	Clase A
Clase de protección eléctrica	Clase II
Clase de seguridad contra incendios	IEC Clase C

Curvas de Corriente-Tensión:

Temperaturas constantes @ 25°C y variables de irradiancia



Irradiancia constante de 1000 W/m² a temperaturas variables





Fácil instalación



Confiable



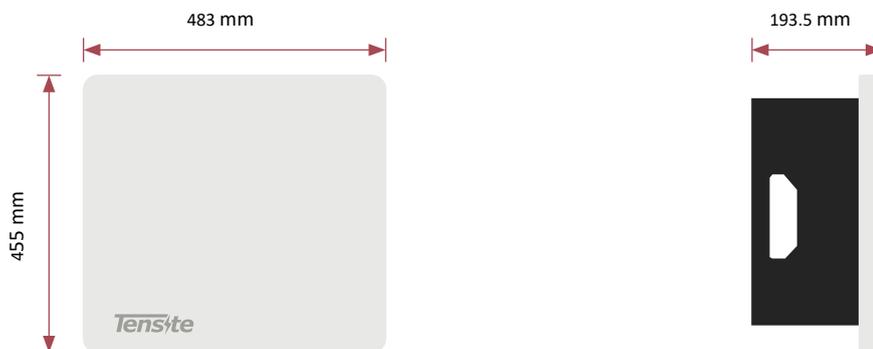
Fácil de usar



10 Años de garantía del producto



DIMENSIONES



Entrada Fotovoltaica	Máx. potencia del conjunto fotovoltaico	5500 Wp STC
	Tensión de entrada máx.	550 V
	Rango de tensión MPPT/ Tensión nominal de entrada	40 V a 530 V / 380 V
	Tensión mínima de entrada/ Tensión de arranque	40 V / 50 V
	Nº de rastreadores MPPT independientes/cadenas por entrada MPPT	2/1
	Corriente de entrada máx. por MPPT	16 A
	Corriente de cortocircuito por MPPT	20 A
Entrada de la batería	Tensión nominal de la batería	48 V / 51.2 V
	Rango de tensión de la batería	40 V a 60 V
	Corriente de carga máx./Corriente de descarga máx.	100 A / 100 A
	Tipo de batería	Li-Ion
Salida de CA	Tensión nominal de CA / Rango de tensión de CA	230 V / 180 V a 280 V
	Frecuencia nominal de la red de CA	50Hz / 60Hz
	Rango de frecuencia de la red de CA	50 Hz ±5Hz 60 Hz ±5Hz
	Potencia activa nominal	3000 W*1
	Potencia aparente nominal	3000 VA*1
	Potencia aparente máx.	3000 VA*1
	Corriente nominal de salida de la red (@230V)	13.1 A*2
	Corriente máx. de salida de la red	13.6 A*2
Armónicos THDi (potencia nominal)	< 3%	
Entrada de CA	Tensión nominal de la red	a.c. 230 V
	Frecuencia nominal de la red	50Hz / 60Hz
	Potencia aparente nominal	6000 VA
	Potencia aparente de entrada máx. desde la red	6000 VA
	Corriente nominal de entrada desde la red	a.c. 26.1 A
Corriente máx. de entrada desde la red	a.c. 27.3 A	
Producción de EPS	Tensión nominal de salida	230 V
	Frecuencia nominal de salida	50Hz / 60Hz
	Potencia aparente nominal	5000 VA
	Potencia aparente de salida máx.	5000 VA
	Pico de potencia aparente de salida	7500 VA, 10s
	Corriente nominal (a 230 V)	21.7 A
	Corriente de salida máx.	21.7 A
	Tiempo máx. de conmutación	≤10 ms
THDi de salida (a carga lineal)	< 3%	
Eficiencia	Eficiencia del MPPT	99.9%
	Eficiencia máx. / Eficiencia europea	97.6% / 97%
	Eficiencia máx. de la batería con respecto a la carga	94.7%
Protección de Seguridad	Dispositivo de desconexión del lado de CC	●
	Protección de polaridad inversa de la entrada de la batería / cadena fotovoltaica	● / ●
	Unidad de monitoreo de corriente residual omnipolar	●
	Protección anti-islas	●
	Protección contra fallos de tierra	●
	Protección de la polaridad inversa de la entrada de la batería/ cadena fotovoltaica	● / ●
	Protección contra sobretensión de CA	●
	Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)	I / CA: III; CC: II
Datos Generales	Factor de potencia a potencia nominal/ desplazamiento ajustable	≥0.99/0.8 capacitivo - 0.8 inductivo
	Dimensiones (ancho/alto/largo/)	483 / 455 / 193.5 mm
	Peso del dispositivo	25.1 kg
	Rango de temperaturas de funcionamiento	-25°C ... +60°C
	Emisiones acústicas (típicas)	30 dB (A)
	Consumo en espera	< 10 W
	Concepto de enfriamiento	Convección natural
	Grado de protección (según IEC 60529)	IP66
	Categoría climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H
	Valor máx. admisible de humedad relativa (sin condensación)	100%
Altitud máx. en funcionamiento	4000 m (> 3000 m reducción de potencia)	
Características	Interfaz de usuario	LED y aplicación
	Comunicación con BMS	RS485 / CAN
	Comunicación con meter	RS485
	Comunicación con el portal	Dongle Wi-Fi
	Otra comunicación	DRM
	Control de potencia integrado / Vertido cero	● / ●
	Control de sombras	●

● Características estándar ○ Características opcionales - No disponible

*1 Para VDE-AR-N4105, Smax=Sn=4600VA, Pn=4600W

*2 Para AS/NZS4777.2, Iac max=21.7A



BATERÍA DE LITO DC-L5000/LV

DC Solar Energy

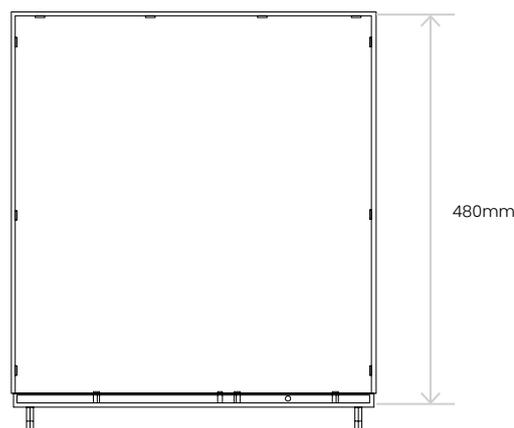
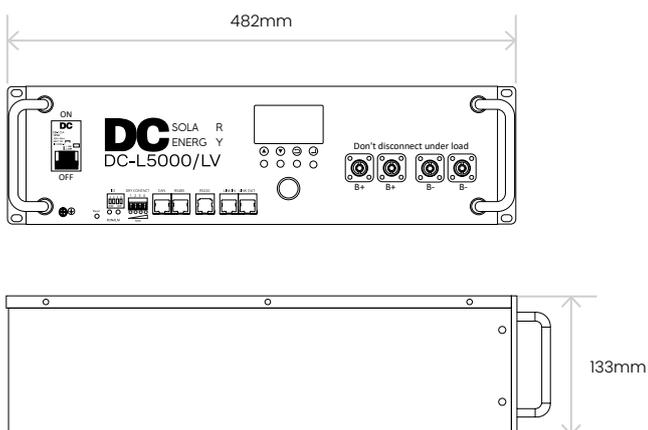
La batería DC-L5000/LV ofrece un alto rendimiento y almacenamiento con celdas LFP de tipo prismáticas de 100A, con 16 celdas en serie. Incluye una pantalla LCD con un menú de información sobre voltaje, corriente de carga y descarga. Además, permite la comunicación y configuración con diversos inversores debido a su diseño multiprotocolo.



La Batería de Litio DC-5000/LV ofrece:

- > **Conctato Seco**, configurable desde el menú de configuración, en función del SOC, facilitando el arranque de generadores y la gestión de cargas.
- > **Ajuste automático del SOC**, ajusta automáticamente al alcanzar un voltaje de carga de 56.5V y una corriente de 1.5A, compensando el desbalance natural de las baterías de litio por su uso.
- > **Ajuste manual del SOC**, a través del menú de configuración, según modelo y versión del firmware de baterías.
- > **Medir corrientes de descarga**, es capaz de medir corrientes de hasta 0,3A con precisa resolución. Ideal para mantener las celdas del pack de baterías balanceadas.
- > **Conexión en paralelo**, permite conectar hasta 16 módulos sin utilizar un HUB de comunicación externo.

DIMENSIONES



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

Tipo de batería	Litio LiFePO4
Energía total	5,12 kWh
Energía utilizable (DC)	4,9kWh
Potencia nominal de carga/descarga	3kW / 5kW
Potencia máxima (solo descarga)	6,4kW por 3s
Voltaje de operación	43,2V – 57,6V
Voltaje nominal	51,2V ± 0,20V
Voltaje de carga recomendado	56,5V ± 0,20V
Voltaje de carga máxima	57,0 ± 0,20V Vol
Voltaje de descarga recomendado	45 ± 0,20V
Voltaje máximo de descarga	43,5 ± 0,20V
Corriente de carga recomendado	25A
Corriente de carga nominal	50A
Corriente de descarga nominal	100A
Corrientes de descarga máxima	160A por 3s
Peso	43,6kg
Dimensiones (mm)	480x133x482mm
DOD máximo recomendado	80% @ 25°C, 0.2C >6000 ciclos
Condición de uso	Interior
Temperatura operación de Carga	de -3 ~ 65°C
Temperatura operación de Descarga	de -23 ~ 65°C
Temperatura de almacenamiento	de -20 ~ 45°C
Humedad relativa en condiciones estándares	15% ~ 90% RH
Material/Color del embalaje	Metálico – SPCC Acero laminado/Negro
Instalación	Montaje vertical en pared / Montaje horizontal en suelo
Grado de protección	IP 35
Máximo nº de conexiones	Paralelo 16uds / Serie (no admite)
Número de celdas / Resistencia interna	16S / 15mΩ
Comunicación / Interfaz de usuario	CAN / RS485 / Pantalla LCD
Garantía / Tiempo de vida	5 años / 15 años @ Temperatura ambiente



Fácil instalación



Confiable



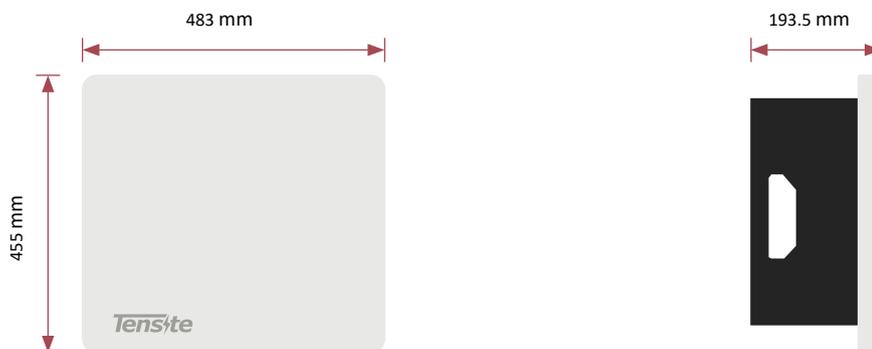
Fácil de usar



10 Años de garantía del producto



DIMENSIONES



Entrada Fotovoltaica	Máx. potencia del conjunto fotovoltaico	6500 Wp STC
	Tensión de entrada máx.	550 V
	Rango de tensión MPP/ Tensión nominal de entrada	40 V a 530 V / 380 V
	Tensión mínima de entrada/ Tensión de arranque	40 V / 50 V
	Nº de rastreadores MPPT independientes/cadenas por entrada MPPT	2/1
	Corriente de entrada máx. por MPPT	16 A
	Corriente de cortocircuito por MPPT	20 A
Entrada de la batería	Tensión nominal de la batería	48 V
	Rango de tensión de la batería	40 V a 60 V
	Corriente de carga máx./Corriente de descarga máx.	100 A / 100 A
	Tipo de batería	Li-Ion
Salida de CA	Tensión nominal de CA / Rango de tensión de CA	230 V / 180 V a 280 V
	Frecuencia nominal de la red de CA	50Hz / 60Hz
	Rango de frecuencia de la red de CA	50 Hz/45 Hz a 55 Hz 60 Hz/ 45 Hz a 55 Hz
	Potencia activa nominal	4000 W
	Potencia aparente nominal	4000 VA
	Potencia aparente máx.	4000 VA
	Corriente nominal de salida de la red (@230V)	17.4 A
	Corriente máx. de salida de la red	18.2 A
	Armónicos THDi (potencia nominal)	< 3%
Entrada de CA	Tensión nominal de la red	a.c. 230 V
	Frecuencia nominal de la red	50Hz / 60Hz
	Potencia aparente nominal	6000 VA
	Potencia aparente de entrada máx. desde la red	6000 VA
	Corriente nominal de entrada desde la red	a.c. 26.1 A
	Corriente máx. de entrada desde la red	a.c. 27.3 A
Producción de EPS	Tensión nominal de salida	230 V
	Frecuencia nominal de salida	50Hz / 60Hz
	Potencia aparente nominal	5000 VA
	Potencia aparente de salida máx.	5000 VA
	Pico de potencia aparente de salida	7500 VA, 10s
	Corriente nominal (a 230 V)	21.7 A
	Corriente de salida máx.	21.7 A
	Tiempo máx. de conmutación	≤10 ms
THDi de salida (a carga lineal)	< 3%	
Eficiencia	Eficiencia del MPPT	99.9%
	Eficiencia máx. / Eficiencia europea	97.6% / 97%
	Eficiencia máx. de la batería con respecto a la carga	94.7%
Protección de Seguridad	Dispositivo de desconexión del lado de CC	●
	Protección de polaridad inversa de la entrada de la batería / cadena fotovoltaica	● / ●
	Unidad de monitoreo de corriente residual omnipolar	●
	Protección anti-islas	●
	Protección contra fallos de tierra	●
	Protección de la polaridad inversa de la entrada de la batería/ cadena fotovoltaica	● / ●
	Protección contra sobretensión de CA	●
	Clase de protección (según IEC 62109-1) / Categoría de sobretensión (según IEC 62109-1)	I / CA: III; CC: II
Datos Generales	Factor de potencia a potencia nominal/ desplazamiento ajustable	≥0.99/0.8 capacitivo - 0.8 inductivo
	Dimensiones (ancho/alto/largo/)	483 / 455 / 193.5 mm
	Peso del dispositivo	25.1 kg
	Rango de temperaturas de funcionamiento	-25°C ... +60°C
	Emisiones acústicas (típicas)	30 dB (A)
	Consumo en espera	< 10 W
	Concepto de enfriamiento	Convección natural
	Grado de protección (según IEC 60529)	IP66
	Categoría climática (según IEC 60721-3-4)	4K4H
	Valor máx. admisible de humedad relativa (sin condensación)	100%
Altitud máx. en funcionamiento	4000 m (> 3000 m reducción de potencia)	
Características	Interfaz de usuario	LED y aplicación
	Comunicación con BMS	RS485 / CAN
	Comunicación con meter	RS485
	Comunicación con el portal	Dongle Wi-Fi
	Otra comunicación	DRM
	Control de potencia integrado / Vertido cero	● / ●
	Control de sombras	●

● Características estándar ○ Características opcionales - No disponible

